

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR IVO LEANDRO  
DORILEO E APROVADA  
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 03/12/2009  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**Planejamento integrado de recursos energéticos e  
hídricos em bacias hidrográficas: proposta  
metodológica e aplicação à bacia do Rio Cuiabá -  
MT**

Autor: Ivo Leandro Dorileo  
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay  
Co-orientador: Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi

03/2010

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
CÉSAR LATTES  
DESENVOLVIMENTO DE COLEÇÃO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**Planejamento integrado de recursos energéticos e  
hídricos em bacias hidrográficas: proposta  
metodológica e aplicação à bacia do Rio Cuiabá -  
MT**

Autor: Ivo Leandro Dorileo

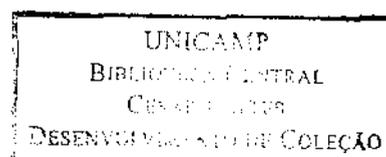
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay

Co-orientador: Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2009  
SP – Brasil



UNIDADE BC  
Nº CHAMADA  
T/UNICAMP D733p  
V  
TOMBO BC 85812  
PROC 16.134-10  
C D X  
PREÇO 11,00  
DATA 04/05/10  
CÓD T 472822

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

D733p Dorileo, Ivo Leandro  
Planejamento integrado de recursos energéticos e  
hídricos em bacias hidrográficas: proposta metodológica  
e aplicação à bacia do Rio Cuiabá - MT / Ivo Leandro  
Dorileo. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientadores: Sérgio Valdir Bajay, Gilberto De  
Martino Jannuzzi.

Tese de Doutorado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Planejamento. 2. Recursos hídricos -  
Desenvolvimento. 3. Política energética. 4. Água -  
Conservação. 5. Bacias hidrográficas. I. Bajay, Sérgio  
Valdir. II. Jannuzzi, Gilberto De Martino. III.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Mecânica. IV. Título.

Título em Inglês: Integrated energy and hydric resources planning for river  
basins: methodological proposal and application for the Cuiabá  
River Basin

Palavras-chave em Inglês: Planning, Water resources development, Energy  
policy, Water - Conservation, River basins

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Ennio Peres da Silva, Afonso Henriques Moreira Santos,  
Paulo Modesto Filho, Alberto Luiz Francato

Data da defesa: 3/12/2009

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA  
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

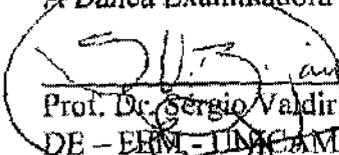
**Planejamento integrado de recursos energéticos e  
hídricos em bacias hidrográficas: proposta  
metodológica e aplicação à bacia do Rio Cuiabá -  
MT**

*Autor: Ivo Leandro Dorileo*

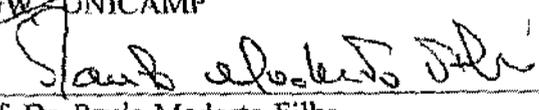
Orientador: Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay

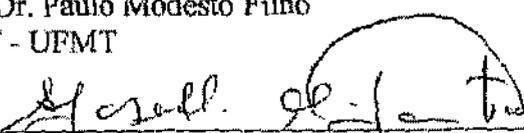
Co-orientador: Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:

  
Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay, Presidente  
DE - EHM - UNICAMP

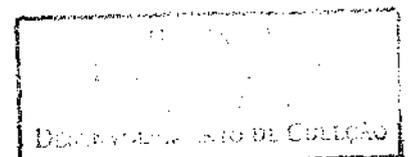
  
Prof. Ennio Pêres da Silva  
IFGW - UNICAMP

  
Prof. Dr. Paulo Modesto Filho  
FAET - UFMT

  
Prof. Dr. Afonso Henriques Moreira Santos  
IRN/GEE - UNIFEI

  
Prof. Dr. Alberto Luiz Francato  
FEC - UNICAMP

Campinas, 03 de dezembro de 2009.



01  
02

## Agradecimentos

Aos meus queridos pais, sempre presentes, aos quais dedico gratidão eterna, pelo incentivo e apoio constantes em tudo da minha vida.

As minhas irmãs pelo estímulo a minha evolução pessoal e profissional.

A minha esposa Jeruza e aos meus filhos Patrícia e Pedro pela paciência e compreensão.

Ao professor doutor Sérgio Valdir Bajay pela amizade e orientação precisa e sábia nesse tempo rico de aprendizado.

Ao professor doutor Gilberto De Martino Jannuzzi pela amizade e acuracidade nas observações do trabalho, como co-orientador.

Ao professor doutor Otacílio Borges Canavarros, incansável na causa do planejamento energético e entusiasta da minha pós-graduação, pela amizade.

À Universidade Federal de Mato Grosso e à CAPES pela oportunidade oferecida para realização desta pós-graduação e à Universidade Estadual de Campinas por me haver acolhido.

Ao NIPE/UNICAMP, abrigo intelectual de muitas horas.

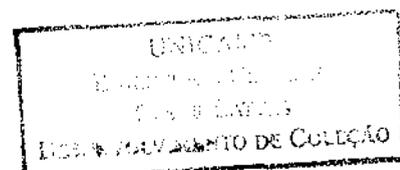
Ao NIEPE/UFMT, *locus* de minha procedência, pelo apoio fundamental na oferta de dados e informações.

Aos colegas de pós-graduação pelo companheirismo, em especial ao amigo Mauro Berni pela amizade e apoio.

A Orlando Bordoni e Herculano Xavier, novos amigos, pela disposição em ajudar-me no desenvolvimento das planilhas eletrônicas e na formatação deste trabalho.

À Banca de Qualificação, composta pelos professores doutores Ennio Peres da Silva e Paulo Modesto Filho, pelas sugestões e correções apresentadas, tão importantes para o fechamento deste trabalho.

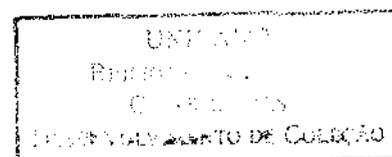
194800102



## Epígrafe

“Se você não mudar a direção, terminará exatamente onde partiu”.

Antigo provérbio chinês.



## Resumo

DORILEO, Ivo Leandro. *Planejamento integrado de recursos energéticos e hídricos em bacias hidrográficas: proposta metodológica e aplicação à bacia do Rio Cuiabá-MT*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009, 548 p. Tese (Doutorado).

Este trabalho propõe a retomada do planejamento integrado de recursos – PIR e estabelece uma metodologia para a sua elaboração no âmbito de bacias hidrográficas, segundo diretrizes que o tornam um processo de cunho indicativo e descentralizado, assentado na conceituação do desenvolvimento sustentável, como alternativa ao planejamento tradicional do setor energético. O ordenamento jurídico das águas, em vigor no Brasil, incorpora novos princípios, como o de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, esta delegada a comitês de bacia e conselhos de recursos hídricos, com a participação da União e dos Estados, e também de Municípios, usuários de recursos hídricos e da sociedade civil. Nesse cenário, o PIR compõe-se com a estrutura legal e administrativa da gestão de recursos hídricos, associado aos Planos de Bacia – a idéia básica que moveu este trabalho – e inserido na política de recursos hídricos e de meio ambiente. Desenvolve-se, então, um modelo de projeção integrada das demandas de energia e de água – determinantes para o planejamento em bases municipais e circunscrito na região de uma bacia hidrográfica –, aplicando-o a um amplo estudo de caso da região da bacia do rio Cuiabá. Também, como uma das vertentes do PIR e valendo-se dos seus pressupostos, formula-se um modelo de planejamento e gestão integrada de recursos, delineando uma orientação para a utilização de recursos energéticos e hídricos de forma eficiente no setor industrial. Discutem-se, por fim, novas políticas e programas integrados de eficiência energética e de conservação de água como ações inerentes à prática do PIR e impreteríveis na gestão desses sistemas.

Palavras-chave: Planejamento energético, PIR, bacias hidrográficas, projeção da demanda energética e de recursos hídricos, eficiência energética e conservação de água.

## **Abstract**

DORILEO, Ivo Leandro. *Integrated energy and hydric resources planning for river basins: methodological proposal and application for the Cuiabá-MT River Basin*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 548 p. Tese (Doutorado).

This work considers the retaking of the integrated resources planning – IRP and establishes a methodology that expands it for river basins as part of an indicative and decentralized process towards sustainable development. The current Brazilian Water Resources Law assigns the river basins as units of planning and management, which are carried on by basin committees and hydric resources councils, with the participation of the Union, States and Cities, users and consumers of such resources. In this scenario, the IRP is inserted into the legal and administrative Basin Plans structure, and environmental policies – the basic idea that moved this research. A model of integrated water and energy demands forecast is also developed, aiming the regional planning in municipal bases, aggregated in the river basins. This model is applied to an ample case-study for the Cuiabá river basin, including an accurate assessment related to energy and water demand for end-uses through a disaggregation of the energy and water requirements in the economic sectors. A model of integrated management is also set up as one of the IRP sources, making use of its attributes, delineating an orientation for an efficient resources use in the industrial sector. At last, new integrated programs for energy efficiency and water conservation are devised for river basins, as inherent actions to the IRP's procedures, essential to the management of these systems.

Key words: energy planning, river basins, integrated resources planning, energy and water demand forecast, energy efficiency, water conservation

## Índice

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>1</b>
<b>OS DESAFIOS SINÉRGICOS DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E ÁGUA</b> .....	<b>1</b>
1.1 OS LAÇOS SISTÊMICOS E A BUSCA DE SINERGIA ENTRE OS RECURSOS ENERGÉTICOS E A ÁGUA.....	1
1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	4
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	6
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>10</b>
<b>O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS</b> .....	<b>10</b>
2.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO REGIONAL COMO APOIO À MODELAGEM DO PIR NOS NÍVEIS LOCAIS .....	16
2.2 BASES CONCEITUAIS E CARACTERÍSTICAS DO PIR.....	19
2.2.1 Tratamento de riscos e incertezas.....	19
2.2.2 Conservação e eficiência no uso final – aspectos conceituais.....	23
2.3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA .....	29
2.4 AS APLICAÇÕES RECENTES DE PIR NO MUNDO, A EXPERIÊNCIA E AS PRODUÇÕES ACADÊMICAS NO BRASIL .....	33
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>41</b>
<b>O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS POR BACIAS HIDROGRÁFICAS: MODELO DE INTEGRAÇÃO DO PIR AOS PLANOS DE BACIAS</b> .....	<b>41</b>
3.1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS.....	41
3.2 A PROPOSTA DE PIR POR BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	42
3.2.1 A gestão de recursos hídricos e saneamento no Brasil – perspectiva histórica e situação atual .....	46
3.2.2 O PIR e os Planos de Recursos Hídricos de Bacia – Indicações metodológicas gerais para um modelo integrado.....	52
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>63</b>
<b>UM MODELO DE PROJEÇÃO INTEGRADO DAS DEMANDAS DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E DE ÁGUA</b> .....	<b>63</b>
4.1 METODOLOGIAS DE PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA – UMA REVISÃO .....	64
4.1.1. Modelos de projeção de demanda de energia.....	64
4.1.2. Modelos de projeção de demanda de água.....	67
4.2 RELAÇÕES ENTRE AS PROJEÇÕES E VARIÁVEIS APLICÁVEIS EM MODELOS DE PROJEÇÃO DE DEMANDA .....	71

4.3	MODELO DE PROJEÇÃO INTEGRADO DE DEMANDA DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E DE ÁGUA.....	76
4.3.1.	Descrição do modelo de projeção integrada .....	77
4.4	VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA .....	82
4.4.1	Setor residencial .....	82
4.4.2	Setor comercial.....	88
4.4.3	Setores industrial, agropecuário e de transporte.....	92
4.5	VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA .....	99
4.5.1	Setor residencial .....	99
4.5.2	Setor comercial.....	103
4.5.3	Setor industrial .....	104
4.5.4	Irrigação .....	106
4.5.5	Dessedentação animal .....	109
4.6	ESTRUTURA E TIPOS DE CENÁRIOS DE PROJEÇÕES INTEGRADAS DE DEMANDAS NO ÂMBITO DO PIR POR BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	111
4.7	ESTIMAÇÃO DE IMPACTOS DE EFICIÊNCIA EM PROJEÇÕES DE DEMANDA .....	116
4.7.1	Estimação de impactos de eficiência energética e de conservação de água .....	117
<b>Capítulo 5</b>	.....	<b>124</b>
	<b>O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS COMO BASE DE UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE ENERGIA E ÁGUA NA INDÚSTRIA: ESTRATÉGIAS PARA USO EFICIENTE.....</b>	<b>123</b>
5.1	A NECESSIDADE DE UMA GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS NA INDÚSTRIA.....	125
5.2	UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE ENERGIA E ÁGUA NA INDÚSTRIA VIA PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS .....	127
5.2.1	Medidas de efficientização no nível do processo de fabricação industrial.....	133
5.3	OPORTUNIDADES DE GESTÃO INTEGRADA NA INDÚSTRIA .....	141
5.3.1	Caso da indústria de saneamento e distribuição de água .....	141
5.4	CONSUMOS ESPECÍFICOS VERIFICADOS E POTENCIAIS DE ECONOMIA EXISTENTES EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO .....	148
5.5	CASO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA .....	150
5.5.1	Processo produtivo e usos finais envolvidos.....	151
<b>Capítulo 6</b>	.....	<b>161</b>

<b>ESTUDO EXPLORATÓRIO: O SISTEMA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUIABÁ</b> .....	<b>161</b>
6.1 A GESTÃO INSTITUCIONAL DA BACIA DO RIO CUIABÁ.....	160
6.2 PROPÓSITOS E JUSTIFICATIVAS PARA A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E HÍDRICOS DA BACIA DO RIO CUIABÁ SEGUNDO AS DIRETRIZES DO PIR .....	163
6.2.1 Caracterização fisiográfica da bacia.....	164
6.2.2 O contexto socioeconômico da bacia do rio Cuiabá .....	174
6.3 A BASE DE DADOS E A PLANILHA DE CÁLCULO CONSTRUÍDAS PARA OS ESTUDOS PROSPECTIVOS DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA NESTE TRABALHO .....	180
6.4 USOS DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CUIABÁ.....	186
6.4.1 Demandas de água nos setores da economia da bacia .....	188
6.5 DEMANDAS DE ÁGUA POR USOS FINAIS, POR SETOR DA ECONOMIA DA BACIA.....	190
6.5.1 Setor residencial .....	191
6.5.2 Setor comercial (comércio e serviços) .....	193
6.5.3 Setor industrial .....	194
6.5.4 Irrigação .....	195
6.5.5 Dessedentação de animais.....	197
6.6 O SETOR ENERGÉTICO DA BACIA DO RIO CUIABÁ.....	198
6.6.1 Suprimento .....	198
6.6.2 Estrutura de consumo final de energia, por setor da economia e principais energéticos consumidos na bacia.....	199
6.6.3 Análise da estrutura de consumo final de energia, por usos finais desagregados, por setor da economia da bacia.....	201
6.7 POTENCIAIS ENERGÉTICOS DA BACIA.....	213
6.8 OS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA BACIA DO RIO CUIABÁ: UMA ANÁLISE RETROSPECTIVA .....	213
6.8.1 Assimetria de informações entre Concessionária e Agências Reguladoras.....	213
6.8.2 Projetos de eficiência energética desenvolvidos sob supervisão da ANEEL na região da bacia do rio Cuiabá .....	215
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>220</b>
<b>APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PROJEÇÃO INTEGRADA DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUIABÁ</b> .....	<b>220</b>

7.1 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NAS PROJEÇÕES DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA.....	220
7.2 EVOLUÇÕES DO PIB DO BRASIL, DO ESTADO E DA BACIA E DOS VALORES ADICIONADOS DOS SETORES INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGROPECUÁRIO E DE TRANSPORTE.....	221
7.3 EVOLUÇÕES DA POPULAÇÃO, DO NÚMERO DE RESIDÊNCIAS, DE ECONOMIAS E DE EMPREGADOS DO SETOR COMERCIAL.....	224
7.4 CONSUMOS ESPECÍFICOS E INTENSIDADES DE USO DA ÁGUA NOS SETORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL, POR USOS FINAIS.....	225
7.5 CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO, POR CULTIVOS E PARA DESSEDENTAÇÃO E MANEJO DE REBANHOS, POR ESPÉCIE ANIMAL.....	227
7.6 CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ENERGIA DOS SETORES RESIDENCIAL E COMERCIAL, E INTENSIDADES ENERGÉTICAS DOS SETORES INDUSTRIAL, DE TRANSPORTE E AGROPECUÁRIO DA BACIA, POR USOS FINAIS.....	228
7.7 EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS ENERGÉTICOS CONSUMIDOS, POR USOS FINAIS, NOS SETORES DA ECONOMIA DA BACIA.....	234
7.8 PROJEÇÕES DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA.....	238
7.8.1 Cenários escolhidos para as projeções.....	238
7.8.2 Rebatimento dos cenários socioeconômicos nacionais para o Estado de Mato Grosso e para a bacia do rio Cuiabá.....	240
7.8.3 Projeções das participações dos valores adicionados setoriais nos cenários de baixo, médio e de alto crescimento da economia da bacia.....	242
7.8.4 Projeções da população, do número de residências, de economias e de empregados do setor comercial da bacia do rio Cuiabá.....	244
7.8.5 Projeções dos consumos específicos e intensidades de uso da água nos setores residencial, comercial e industrial, por usos finais.....	245
7.8.6 Projeções dos consumos específicos para irrigação e dessedentação.....	247
7.8.7 Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas, por usos finais, dos setores da economia da bacia do rio Cuiabá.....	248
7.8.8 Projeções das participações dos principais energéticos consumidos, por usos finais, nos setores da economia da bacia.....	253
7.8.9 Projeções das demandas de água, por usos finais nos setores da economia da bacia.....	257
7.8.10 Projeções das demandas de energia, por usos finais nos setores da economia da bacia.....	266

<b>Capítulo 8</b> .....	<b>292</b>
<b>CONTRIBUIÇÕES A FUTUROS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DE ÁGUA NO ÂMBITO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS</b> .....	<b>292</b>
8.1 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DE ÁGUA .....	292
8.2 BENEFÍCIOS DA CONSERVAÇÃO SIMULTÂNEA DE ÁGUA E ENERGIA .....	295
8.3 ANÁLISE DE PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA PARA A REGIÃO DA BACIA DO RIO CUIABÁ .....	299
8.3.1 Oportunidades de gestão integrada e eficiência energética na indústria da bacia .....	299
8.3.2 No setor residencial.....	307
8.3.3 Projeções considerando o cenário de novas políticas de conservação no setor residencial.....	311
<b>Capítulo 9</b> .....	<b>318</b>
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>318</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>329</b>

## Índice de Apêndices

Apêndice 1.....	343
Interação entre energia e água nos sistemas de infra-estrutura .....	343
Apêndice 2.....	344
Metodologia para o ajuste das curvas de projeção dos consumos específicos e intensidades energéticas.....	344
Apêndice 3.....	345
Nível de penetração de uso final no setor residencial e rendimentos de conversão nos usos finais, nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário. ....	345
Apêndice 4.....	347
Necessidades específicas individuais de água, por espécie de cultivo e de rebanho manejado na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. ....	347
Apêndice 5.....	348
Caso da indústria siderúrgica. Potenciais de economia de água, de energia térmica e de energia elétrica obtidos. ....	348
Apêndice 6.....	350
Evolução da área plantada de cultivos permanentes (P) e temporários (T) na bacia e nos municípios de Cuiabá e Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m <sup>2</sup> . ....	350
Apêndice 7.....	352
Evolução de rebanhos na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: Cabeça.....	352
Apêndice 8.....	354
Características do rio Cuiabá, segundo o RIMA da Usina Termelétrica Mário Covas. ....	354
Apêndice 9.....	355
Telas do banco de dados mostrando séries históricas e projeções da evolução do número de residências, número de empregados do setor comercial, dos valores adicionados dos setores industrial, de transporte e agropecuário, e consumo de	

<b>energéticos, de 1995 a 2006, e projeções do consumo energético de 2007 a 2020 na bacia (total regional).</b> .....	355
<b>Apêndice 10</b> .....	360
<b>Estimativas da participação setorial da demanda de água nos municípios e no total da bacia.</b> .....	360
<b>Apêndice 11</b> .....	361
<b>Evolução das demandas totais de água dos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	361
<b>Apêndice 12</b> .....	362
<b>Evolução das demandas de água de cultivos permanentes (P) e temporários (T) nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	362
<b>Apêndice 13</b> .....	363
<b>Evolução das demandas de água para dessedentação de rebanhos nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	363
<b>Apêndice 14</b> .....	364
<b>Consumo final energético total, por setor da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.</b> .....	364
<b>Apêndice 15</b> .....	366
<b>Distribuição dos consumos por usos finais no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no ano de 2006. Unidade: %.</b> .....	366
<b>Apêndice 16</b> .....	367
<b>Evolução da demanda de energia no uso final iluminação, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.</b> .....	367
<b>Apêndice 17</b> .....	368
<b>Evolução de demanda de energia no uso final refrigeração, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.</b> .....	368
<b>Apêndice 18</b> .....	369

<b>Evolução de demanda de energia no uso final ar condicionado, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....</b>	<b>369</b>
<b>Apêndice 19.....</b>	<b>370</b>
<b>Evolução de demanda de energia no uso final força motriz, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....</b>	<b>370</b>
<b>Apêndice 20.....</b>	<b>371</b>
<b>Evolução de demanda de energia no uso final aquecimento direto, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....</b>	<b>371</b>
<b>Apêndice 21.....</b>	<b>372</b>
<b>Evolução de demanda de energia no uso final calor de processo, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....</b>	<b>372</b>
<b>Apêndice 22.....</b>	<b>373</b>
<b>Evolução de demanda de energia em outros usos finais, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....</b>	<b>373</b>
<b>Apêndice 23.....</b>	<b>374</b>
<b>Evoluções do PIB do Brasil e de Mato Grosso, em valores correntes e a preço básico de 2006, e deflatores implícitos aplicados nos PIB's dos municípios.....</b>	<b>374</b>
<b>Apêndice 24.....</b>	<b>375</b>
<b>Evolução das participações dos valores adicionados setoriais da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: Mil R\$. .....</b>	<b>375</b>
<b>Apêndice 25.....</b>	<b>377</b>
<b>Evolução do número de residências e de economias na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006.....</b>	<b>377</b>
<b>Apêndice 26.....</b>	<b>378</b>
<b>Evolução do número de empregados do setor comercial e do PIB <i>per capita</i> da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. ....</b>	<b>378</b>
<b>Apêndice 27.....</b>	<b>379</b>

<b>Evolução dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/residência. ....</b>	<b>379</b>
<b>Apêndice 28.....</b>	<b>380</b>
<b>Evolução dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/empregado. ....</b>	<b>380</b>
<b>Apêndice 29.....</b>	<b>381</b>
<b>Evolução das intensidades de uso da água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/Mil R\$......</b>	<b>381</b>
<b>Apêndice 30.....</b>	<b>382</b>
<b>Evolução dos consumos específicos de água para irrigação de cultivos temporários (T) e permanentes (P) na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>. ....</b>	<b>382</b>
<b>Apêndice 31.....</b>	<b>383</b>
<b>Evolução das participações das espécies cultivadas permanentes (P) e temporárias (T) na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.....</b>	<b>383</b>
<b>Apêndice 32.....</b>	<b>385</b>
<b>Evolução das participações das espécies de rebanhos na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.....</b>	<b>385</b>
<b>Apêndice 33.....</b>	<b>387</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, por setor da economia, do uso final iluminação, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$......</b>	<b>387</b>
<b>Apêndice 34.....</b>	<b>388</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, por setor da economia, do uso final refrigeração, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$......</b>	<b>388</b>
<b>Apêndice 35.....</b>	<b>389</b>

<b>Consumos específicos por setor da economia, do uso finais ar condicionado, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado.....</b>	<b>389</b>
<b>Apêndice 36.....</b>	<b>390</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores comercial, industrial, transporte e agropecuário, do uso final força motriz, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ/empregado, GJ/Mil R\$. .....</b>	<b>390</b>
<b>Apêndice 37.....</b>	<b>392</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial e industrial, do uso final aquecimento direto, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ/residência e GJ/Mil R\$. .....</b>	<b>392</b>
<b>Apêndice 38.....</b>	<b>393</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial, comercial e industrial, do uso final calor de processo, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$......</b>	<b>393</b>
<b>Apêndice 39.....</b>	<b>394</b>
<b>Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial e comercial, dos outros usos finais, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$......</b>	<b>394</b>
<b>Apêndice 40.....</b>	<b>395</b>
<b>Evolução das participações dos energéticos, nos setores industrial e de transporte, no consumo de energia do uso final força motriz na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %. .....</b>	<b>395</b>
<b>Apêndice 41.....</b>	<b>396</b>
<b>Evolução das participações dos energéticos no setor industrial, no consumo de energia do uso final aquecimento direto na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %. .....</b>	<b>396</b>
<b>Apêndice 42.....</b>	<b>397</b>
<b>Evolução das participações dos energéticos no setor residencial, no consumo de energia do uso final calor de processo na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %. .....</b>	<b>397</b>

Apêndice 43.....	398
<b>Evolução das participações dos energéticos no setor industrial, no consumo de energia do uso final calor de processo na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.....</b>	<b>398</b>
Apêndice 44.....	399
<b>Evolução das participações dos energéticos nos setores residencial e comercial, no consumo de energia dos outros usos finais na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.....</b>	<b>399</b>
Apêndice 45.....	400
<b>Projeções do PIB do Brasil e de Mato Grosso, em valores correntes e a preço básico de 2006 e as projeções do PIB do Brasil nos três cenários, e modelo de regressão utilizado para as projeções. ....</b>	<b>400</b>
Apêndice 46.....	402
<b>Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).....</b>	<b>402</b>
Apêndice 47.....	404
<b>Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).....</b>	<b>404</b>
Apêndice 48.....	406
<b>Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).....</b>	<b>406</b>
Apêndice 49.....	408
<b>Projeções da população de Mato Grosso e da bacia e modelo de regressão aplicado nas projeções. ....</b>	<b>408</b>
Apêndice 50.....	409
<b>Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB <i>per capita</i> da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.....</b>	<b>409</b>
Apêndice 51.....	411

<b>Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB <i>per capita</i> da bacia, e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.....</b>	<b>411</b>
<b>Apêndice 52.....</b>	<b>413</b>
<b>Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB <i>per capita</i> da bacia, e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.....</b>	<b>413</b>
<b>Apêndice 53.....</b>	<b>415</b>
<b>Modelo de regressão utilizado para as projeções do número de residências e de empregados do setor comercial.....</b>	<b>415</b>
<b>Apêndice 54.....</b>	<b>417</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/economia.....</b>	<b>417</b>
<b>Apêndice 55.....</b>	<b>418</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/empregado.....</b>	<b>418</b>
<b>Apêndice 56.....</b>	<b>419</b>
<b>Projeções das intensidades de uso da água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/mil R\$. .....</b>	<b>419</b>
<b>Apêndice 57.....</b>	<b>420</b>
<b>Projeções dos consumos específicos dos cultivos permanentes (P) e temporários (T) da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.....</b>	<b>420</b>
<b>Apêndice 58.....</b>	<b>421</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final iluminação, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>421</b>
<b>Apêndice 59.....</b>	<b>422</b>

<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final refrigeração, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>422</b>
<b>Apêndice 60.....</b>	<b>423</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia, no uso final ar condicionado, nos setores residencial, comercial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$. .....</b>	<b>423</b>
<b>Apêndice 61.....</b>	<b>424</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final força motriz, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>424</b>
<b>Apêndice 62.....</b>	<b>426</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final aquecimento direto, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>426</b>
<b>Apêndice 63.....</b>	<b>427</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>427</b>
<b>Apêndice 64.....</b>	<b>428</b>
<b>Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, nos outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.....</b>	<b>428</b>
<b>Apêndice 65.....</b>	<b>429</b>
<b>Projeções das participações de energéticos, no uso final força motriz, nos setores industrial e de transporte da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>429</b>
<b>Apêndice 66.....</b>	<b>430</b>

<b>Projeções das participações de energéticos, no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>430</b>
<b>Apêndice 67.....</b>	<b>431</b>
<b>Projeções das participações de energéticos, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>431</b>
<b>Apêndice 68.....</b>	<b>432</b>
<b>Projeções das participações de energéticos, nos outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>432</b>
<b>Apêndice 69.....</b>	<b>433</b>
<b>Projeções das participações no uso da água dos cultivos temporários (T) e permanentes (P) na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>433</b>
<b>Apêndice 70.....</b>	<b>435</b>
<b>Projeções das participações no uso da água de cada espécie de rebanho manejado na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.....</b>	<b>435</b>
<b>Apêndice 71.....</b>	<b>436</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Baixo Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>436</b>
<b>Apêndice 72.....</b>	<b>437</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>437</b>
<b>Apêndice 73.....</b>	<b>438</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Alto Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>438</b>
<b>Apêndice 74.....</b>	<b>439</b>

<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Baixo Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>439</b>
<b>Apêndice 75.....</b>	<b>440</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>440</b>
<b>Apêndice 76.....</b>	<b>441</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de alto Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>441</b>
<b>Apêndice 77.....</b>	<b>442</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>442</b>
<b>Apêndice 78.....</b>	<b>443</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>443</b>
<b>Apêndice 79.....</b>	<b>444</b>
<b>Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Alto Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>444</b>
<b>Apêndice 80.....</b>	<b>445</b>
<b>Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Baixo Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>445</b>
<b>Apêndice 81.....</b>	<b>447</b>
<b>Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.....</b>	<b>447</b>
<b>Apêndice 82.....</b>	<b>449</b>

<b>Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Alto Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>449</b>
<b>Apêndice 83</b> .....	<b>451</b>
<b>Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Baixo Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>451</b>
<b>Apêndice 84</b> .....	<b>453</b>
<b>Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>453</b>
<b>Apêndice 85</b> .....	<b>455</b>
<b>Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no Cenário de Alto Crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>455</b>
<b>Apêndice 86</b> .....	<b>457</b>
<b>Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>457</b>
<b>Apêndice 87</b> .....	<b>459</b>
<b>Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>459</b>
<b>Apêndice 88</b> .....	<b>461</b>
<b>Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.</b> .....	<b>461</b>
<b>Apêndice 89</b> .....	<b>463</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento da economia. Unidade: GJ.</b> .....	<b>463</b>
<b>Apêndice 90</b> .....	<b>464</b>

<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>464</b>
<b>Apêndice 91.....</b>	<b>465</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>465</b>
<b>Apêndice 92.....</b>	<b>466</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>466</b>
<b>Apêndice 93.....</b>	<b>467</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>467</b>
<b>Apêndice 94.....</b>	<b>468</b>
<b>Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>468</b>
<b>Apêndice 95.....</b>	<b>469</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>469</b>
<b>Apêndice 96.....</b>	<b>470</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>470</b>
<b>Apêndice 97.....</b>	<b>471</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>471</b>
<b>Apêndice 98.....</b>	<b>472</b>

<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>472</b>
<b>Apêndice 99 .....</b>	<b>473</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>473</b>
<b>Apêndice 100.....</b>	<b>474</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio crescimento da economia. Unidade: GJ.....</b>	<b>474</b>
<b>Apêndice 101.....</b>	<b>475</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>475</b>
<b>Apêndice 102.....</b>	<b>476</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – cenário de médio crescimento da economia. Unidade: GJ.....</b>	<b>476</b>
<b>Apêndice 103.....</b>	<b>477</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>477</b>
<b>Apêndice 104.....</b>	<b>478</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>478</b>
<b>Apêndice 105.....</b>	<b>479</b>
<b>Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>479</b>
<b>Apêndice 106.....</b>	<b>480</b>

<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>480</b>
<b>Apêndice 107.....</b>	<b>481</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>481</b>
<b>Apêndice 108.....</b>	<b>482</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>482</b>
<b>Apêndice 109.....</b>	<b>483</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>483</b>
<b>Apêndice 110.....</b>	<b>484</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>484</b>
<b>Apêndice 111.....</b>	<b>485</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento da economia. Unidade: GJ.....</b>	<b>485</b>
<b>Apêndice 112.....</b>	<b>486</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>486</b>
<b>Apêndice 113.....</b>	<b>487</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, ar condicionado, refrigeração e força motriz, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>487</b>
<b>Apêndice 114.....</b>	<b>488</b>

<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>488</b>
<b>Apêndice 115.....</b>	<b>489</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>489</b>
<b>Apêndice 116.....</b>	<b>490</b>
<b>Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.....</b>	<b>490</b>
<b>Apêndice 117.....</b>	<b>491</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>491</b>
<b>Apêndice 118.....</b>	<b>492</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>492</b>
<b>Apêndice 119.....</b>	<b>493</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>493</b>
<b>Apêndice 120.....</b>	<b>494</b>
<b>Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>494</b>
<b>Apêndice 121.....</b>	<b>495</b>
<b>Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ. ....</b>	<b>495</b>
<b>Apêndice 122.....</b>	<b>496</b>

<b>Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra- Cenário de Baixo Crescimento – Unidade: GJ.....</b>	<b>496</b>
<b>Apêndice 123.....</b>	<b>498</b>
<b>Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra- Cenário de Médio Crescimento – Unidade: GJ. ....</b>	<b>498</b>
<b>Apêndice 124.....</b>	<b>500</b>
<b>Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra- Cenário de Alto Crescimento – Unidade: GJ.....</b>	<b>500</b>
<b>Apêndice 125.....</b>	<b>502</b>
<b>Curvas de Gompertz utilizadas para modelagem da introdução de máquinas de lavar eficientes no mercado, e para modelagem da depreciação da vida útil de chuveiros elétricos, em programas integrados de conservação na bacia do rio Cuiabá. ....</b>	<b>502</b>
<b>Apêndice 126.....</b>	<b>504</b>
<b>Ganhos esperados de eficiência energética no consumo de energia elétrica e de conservação de água relativos aos chuveiros elétricos e às máquinas de lavar roupas na bacia do rio Cuiabá. ....</b>	<b>504</b>

## Lista de Figuras

---

Figura 2.1: Elementos-chave para se atingir as metas de sustentabilidade no domínio do PIR. ...	13
Figura 2.2: Estrutura do uso de energia.....	25
Figura 3.1: Modelo de Planejamento Integrado de Recursos por Bacias Hidrográficas. ....	55
Figura 4.1: Modelo de usos finais de água da Sidney Water Corporation.....	71
Figura 4.2: Arranjo da desagregação estrutural baseada em coeficientes de intensidade energética. .....	79
Figura 4.3: Etapas para elaboração de cenários de eficiência de demanda de energia e de água.	116
Figura 5.1: Estrutura de gestão integrada de recursos na indústria, com base nas Normas ISO 9000/14000 e sob as diretrizes do PIR. ....	130
Figura 5.2: Medidas para eficiência no nível do processo de fabricação industrial, com base na Norma ISO 14001. ....	135
Figura 5.3: Potenciais de economia de energia em estações elevatórias de água tratada. ....	149
Figura 5.4: Etapas do processo de produção de açúcar e álcool. ....	151
Figura 5.5: Potencial de economia de água em processos de produção de açúcar e álcool. ....	157
Figura 5.6: Potencial de economia de energia térmica numa planta padrão sucroalcooleira, como resultado de medidas de integração das correntes térmicas. ....	159
Figura 6.1: Localização da Bacia do rio Cuiabá no Estado de Mato Grosso. ....	165
Figura 6.2: Limites físicos das sub-bacias da bacia do rio Cuiabá. ....	166
Figura 6.3: Vazões médias durante os períodos sazonais do rio Cuiabá, na seção da cidade de Cuiabá, de 1998 a 2001. ....	171
Figura 6.4: Estrutura de consumo de água dos setores residencial, comercial e industrial na região da bacia do rio Cuiabá, em 2006. ....	188
Figura 6.5: Evolução das demandas de água residencial, comercial e industrial da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006. ....	189
Figura 6.6: Evolução da demanda de água para irrigação e dessedentação na bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006. ....	190
Figura 6.7: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006. ....	192
Figura 6.8: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor comercial da bacia do rio Cuiabá, em 2006. ....	193

Figura 6.9: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor industrial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.....	194
Figura 6.10: Estrutura de demanda de água para irrigação da bacia do rio Cuiabá, em 2006. ....	196
Figura 6.11: Estrutura de demanda de água para dessedentação de rebanhos da bacia do rio Cuiabá, em 2006.....	197
Figura 6.12: Estrutura de consumo final energético, por setor, da bacia do rio Cuiabá, em 2006. ....	200
Figura 6.13: Evolução do consumo final de energia dos setores da economia da bacia do rio Cuiabá, por setor, no período 1995-2006. ....	200
Figura 6.14: Evolução do consumo energético total, por energético, na bacia do rio Cuiabá, no período de 1995 a 2006. ....	199
Figura 6.15: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor residencial da bacia, em 2006. ....	203
Figura 6.16: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor comercial da bacia, em 2006. ....	205
Figura 6.17: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor industrial da bacia, em 2006. ....	208
Figura 6.18: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor agropecuário da bacia, em 2006. ....	212
Figura 7.1: Variações reais das taxas de crescimento dos PIB's do Brasil e do Estado de Mato Grosso no período de 1996 a 2006. ....	222
Figura 7.2: Evolução dos PIB's do Brasil e do Estado de Mato Grosso, em valores deflacionados (ano base 2006), no período de 1995 a 2006.....	222
Figura 7.3: Participação relativa dos VA's setoriais e dos impostos no PIB do Estado de Mato Grosso, no período de 1995 a 2006.....	223
Figura 7.4: Evolução da população, do número de residências, de economias e de empregados do setor comercial da bacia, no período 1995-2006.....	224
Figura 7.5: Evolução dos consumos específicos de água nos usos finais do setor residencial da bacia, no período de 1995 a 2006.....	226
Figura 7.6: Evolução dos consumos específicos de água no usos finais do setor comercial da bacia, no período de 1995 a 2006.....	226
Figura 7.7: Evolução das intensidades de uso da água no usos finais do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	227
Figura 7.8: Consumos específicos de água de cultivos temporários (T) e permanentes (P) no setor agrícola da bacia.....	228
Figura 7.9: Evolução dos consumos específicos no uso final iluminação dos setores residencial e comercial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	230

Figura 7.10: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final força motriz do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	235
Figura 7.11: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final força motriz do setor de transporte da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	235
Figura 7.12: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final aquecimento direto do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	236
Figura 7.13: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final calor de processo no setor residencial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	237
Figura 7.14: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final calor de processo no setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	237
Figura 7.15: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético nos outros usos finais no setor comercial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	238
Figura 7.16: Projeções do PIB de Mato Grosso para o período 2007-2020, para os três cenários escolhidos e cenário observado 1995-2006. ....	241
Figura 7.17: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de baixo crescimento. ....	242
Figura 7.18: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de médio crescimento (base). ....	242
Figura 7.19: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de alto crescimento. ....	243
Figura 7.20: Projeções da população, número de residências, número de economias e número de empregados da bacia. ....	245
Figura 7.21: Projeções dos consumos específicos de água nos usos finais do setor residencial da bacia. ....	246
Figura 7.22: Projeções dos consumos específicos de água nos usos finais do setor comercial da bacia. ....	246
Figura 7.23: Projeções das intensidades de uso da água nos usos finais do setor industrial da bacia. ....	247
Figura 7.24: Projeções dos consumos específicos para irrigação de outros cultivos permanentes e temporários, da bacia. ....	248
Figura 7.25: Projeção da participação de energéticos no uso final força motriz no setor industrial da bacia. ....	254
Figura 7.26: Projeção da participação de energéticos no uso final força motriz no setor de transporte da bacia. ....	254
Figura 7.27: Projeção da participação de energéticos no uso final aquecimento direto no setor industrial da bacia. ....	255
Figura 7.28: Projeção da participação de energéticos no uso final calor de processo no setor residencial. ....	256

Figura 7.29: Projeção da participação de energéticos no uso final calor de processo no setor industrial.....	256
Figura 7.30: Projeção da participação de energéticos nos outros usos finais no setor comercial.....	257
Figura 7.31: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de baixo crescimento.....	258
Figura 7.32: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de médio crescimento.....	258
Figura 7.33: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de alto crescimento.....	259
Figura 7.34: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de baixo crescimento.....	260
Figura 7.35: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de médio crescimento.....	260
Figura 7.36: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de alto crescimento.....	261
Figura 7.37: Projeções das demandas de água do setor industrial no cenário de baixo crescimento.....	262
Figura 7.38: Projeções das demandas de água do setor industrial, no cenário de médio crescimento.....	262
Figura 7.39: Projeções das demandas de água do setor industrial, no cenário de alto crescimento.....	263
Figura 7.40: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de baixo crescimento.....	263
Figura 7.41: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de médio crescimento.....	264
Figura 7.42: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de alto crescimento.....	265
Figura 7.43: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de baixo crescimento.....	265
Figura 7.44: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de médio crescimento.....	266
Figura 7.45: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de alto crescimento.....	266
Figura 7.46: Projeção da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.....	269
Figura 7.47: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.....	271

Figura 7.48: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. ....	272
Figura 7.49: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.....	273
Figura 7.50: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.....	274
Figura 7.51: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. ....	275
Figura 7.52: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.....	277
Figura 7.53: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.....	279
Figura 7.54: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. ....	280
Figura 7.55: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.....	281
Figura 7.56: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.....	281
Figura 7.57: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. ....	282
Figura 7.58: Projeção da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.....	285
Figura 7.59: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.....	287
Figura 7.60: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. ....	288
Figura 7.61: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.....	289
Figura 7.62: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.....	289
Figura 7.63: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. ....	290
Tabela 7.64: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.....	291
Figura 8.1: Potenciais de economia de energia elétrica em Estações de Tratamento de Água, no município de Cuiabá.....	301
Figura 8.2: Potencial de economia de água na Usina Alcopan, instalada na bacia do rio Cuiabá. ....	305

Figura 8.3: Potencial técnico estimado de economia de água em máquinas de lavar roupas no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.....	310
Figura 8.4: Potencial estimado de economia de água em chuveiros elétricos no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.....	311
Figura 8.5: Projeções do consumo de água devido às máquinas de lavar roupas na hipótese considerada.....	313
Figura 8.6: Projeções do consumo de água devido aos chuveiros elétricos na hipótese considerada.....	314
Figura 8.7: Projeção do consumo de energia elétrica devido às máquinas de lavar roupas na hipótese considerada.....	314
Figura 8.8: Projeção do consumo de energia elétrica devido aos chuveiros elétricos na hipótese considerada.....	315
Figura 8.9: Projeções das demandas de água, por usos finais, nos cenários de baixo, médio, alto crescimento da economia e de conservação de água, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá.....	316
Figura 8.10: Projeções das demandas de energia elétrica, por usos finais, nos cenários de baixo, médio, alto crescimento da economia e de conservação de energia elétrica, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá.....	316

## Lista de Tabelas

---

Tabela 1.1: Efeitos decorrentes do uso sinérgico entre energia e água.....	3
Tabela 2.1: Rotas dos modelos de planejamento frente às necessidades do desenvolvimento sustentável.....	14
Tabela 2.2: Perdas físicas de água em sistemas de captação, estação de tratamento, reservação, adução e distribuição.....	27
Tabela 3.1: Comitês criados em Estados brasileiros até 2007.....	50
Tabela 4.1: Variáveis socioeconômicas e ambientais relevantes para as projeções das demandas de energia e de água no âmbito do PIR.....	75
Tabela 4.2: Principais usos finais energéticos no setor residencial.....	88
Tabela 4.3: Destinação de energéticos por uso final no setor residencial.....	88
Tabela 4.4: Usos finais energéticos no setor comercial.....	91
Tabela 4.5: Destinação de energéticos por uso final no setor comercial.....	92
Tabela 4.6: Usos finais energéticos no setor industrial.....	98
Tabela 4.7: Destinação de energéticos por uso final no setor industrial.....	98
Tabela 4.8: Usos finais energéticos no setor agropecuário.....	98
Tabela 4.9: Destinação de energéticos por uso final no setor agropecuário.....	99
Tabela 4.10: Usos finais energéticos no setor de transporte.....	99
Tabela 4.11: Destinação de energéticos para uso final no setor de transporte.....	99
Tabela 4.12: Usos finais no consumo de água residencial e sua distribuição relativa.....	102
Tabela 4.13: Usos finais no consumo de água comercial e sua distribuição relativa.....	104
Tabela 4.14: Usos finais no consumo de água industrial e sua distribuição relativa.....	106
Tabela 4.15: Critérios de análise benefício-custo de programas GLD/eficiência no âmbito do PIR.....	120
Tabela 5.1: Usos finais de energia em processos industriais, possíveis indicadores de eficiência energética e níveis de prioridade técnica de ação de conservação.....	137
Tabela 5.2: Usos finais da água em processos industriais, possíveis indicadores de eficiência de uso e níveis de prioridade técnica de ação de conservação.....	138
Tabela 5.3: Exemplo de Quadro Analítico de intensidades energéticas e de uso da água, por processo industrial.....	140
Tabela 5.4: Tempo de retorno e redução de consumo em programas de conservação de energia na indústria.....	141

Tabela 5.5: Medidas de efficientização elétrica e hidráulica em sistemas de bombeamento empregadas atualmente. ....	142
Tabela 5.6: Características técnicas iniciais da EEAT Santana, da SABESP. ....	143
Tabela 5.7: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização do sistema de bombeamento da EEAT Santana, da SABESP, em 2004. ....	144
Tabela 5.8: Características técnicas iniciais da EEAT Itaquaquecetuba, da SABESP. ....	145
Tabela 5.9: Características técnicas iniciais do Booster SAM LESTE, da SABESP. ....	145
Tabela 5.10: Consumo e demanda da EEAT Itaquaquecetuba, da SABESP. ....	145
Tabela 5.11: Consumo e demanda do Booster SAM LESTE, da SABESP. ....	145
Tabela 5.12: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização dos sistemas de bombeamento da EEAT Itaquaquecetuba e do Booster SAM LESTE, da SABESP, em 2004. ....	147
Tabela 5.13: Características técnicas iniciais da EEAT Rio Una, da SABESP. ....	147
Tabela 5.14: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização dos sistemas de bombeamento da EEAT Rio Una, da SABESP, em 2005. ....	148
Tabela 5.15: Consumos específicos verificados em estações elevatórias da SABESP. ....	149
Tabela 5.16: Parâmetros tecnológicos de uma planta padrão de açúcar e álcool. ....	152
Tabela 5.17: Distribuição da demanda de água, água recirculada, perdas e captação necessária em processos de uma planta padrão sucroalcooleira. ....	154
Tabela 5.18: Consumos de energia térmica para calor de processo, por processo, numa planta padrão sucroalcooleira. ....	158
Tabela 5.19: Demandas características de energia e dos sistemas de co-geração. ....	159
Tabela 5.20: Possibilidades de aumento na produção de eletricidade como resultado de medidas de conservação de energia térmica em plantas sucroalcooleiras. ....	160
Tabela 6.1: Área plantada, por tipo de lavoura e total da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006. Unidade: hectare. ....	169
Tabela 6.2: Rebanho existente no território da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006. Unidade: cabeça. ....	169
Tabela 6.3: Evolução da população dos municípios da bacia do rio Cuiabá em anos selecionados. Unidade: mil habitantes. ....	175
Tabela 6.4: Densidades demográficas, áreas geográficas e áreas dos municípios pertencentes à bacia. ....	176
Tabela 6.5: PIB do Brasil, do Estado e da Bacia e valor adicionado bruto a preço básico, por atividades econômicas da Bacia do Rio Cuiabá, no período de 1995 a 2006. ....	178
Tabela 6.6: Fontes e classificação dos dados obtidos, destinados à aplicação na projeção integrada das demandas de energia e de água na bacia do rio Cuiabá. ....	183
Tabela 6.7: Evolução da demanda de água na bacia do rio Cuiabá e descarga média da bacia, no período de 1997 a 2006. Unidades: m <sup>3</sup> /s e %. ....	186

Tabela 6.8: Consumos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m <sup>3</sup> .....	192
Tabela 6.9: Consumos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m <sup>3</sup> .....	194
Tabela 6.10: Consumos de água, por usos finais, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m <sup>3</sup> .....	195
Tabela 6.11: Consumos de água para irrigação, por cultivos da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: Mil m <sup>3</sup> .....	196
Tabela 6.12: Consumos de água para dessedentação animal, por espécie, na bacia, no período de 1995 a 2006. Unidade: Mil m <sup>3</sup> .....	198
Tabela 6.13: Produção de energia primária e secundária na bacia, em 2005.....	199
Tabela 6.14: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	204
Tabela 6.15: Consumo final energético verificado no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	204
Tabela 6.16: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e força motriz, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	206
Tabela 6.17: Consumo final energético de GLP verificado no uso final calor de processo, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	207
Tabela 6.18: Consumo final energético verificado no uso final “outros usos” do setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	207
Tabela 6.19: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	208
Tabela 6.20: Consumo final energético verificado no uso final força motriz, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006.....	209
Tabela 6.21: Consumo final energético verificado no uso final aquecimento direto do setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	210
Tabela 6.22: Consumo final energético verificado no uso final calor de processo do setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	210
Tabela 6.23: Consumo final energético verificado no uso final força motriz do setor de transporte da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	211
Tabela 6.24: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e “outros usos” do setor agropecuário da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.....	212
Tabela 6.25: Estimativas de Potenciais Energéticos da Bacia do Rio Cuiabá, ano 2006 Unidade: 10 <sup>3</sup> tEP/ano.....	213

Tabela 6.26: Ações executadas pelos projetos de eficiência energética, no âmbito do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, pela concessionária REDE CEMAT, em Mato Grosso, em diversos setores. ....	216
Tabela 6.27: Estimativa dos resultados dos projetos de eficiência energética na região da bacia do rio Cuiabá, sob supervisão da ANEEL, no período 2000 a 2006. ....	217
Tabela 6.28: Comparação entre valores apropriados e realizados em projetos de eficiência energética da REDE CEMAT na região da bacia do rio Cuiabá, no âmbito do PACDEE, em ciclos com dados financeiros disponíveis. ....	218
Tabela 6.29: Estimativa de resultados de projetos de eficiência energética em prédios públicos e no serviço hospitalar da região da bacia do rio Cuiabá, sob supervisão da ANEEL, no período de 2000 a 2007. ....	219
Tabela 7.1: Consumos específicos para dessedentação animal. ....	228
Tabela 7.2: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final iluminação dos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia, no período 1995 a 2006. ....	229
Tabela 7.3: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final refrigeração dos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	230
Tabela 7.4: Consumos específicos no uso final ar condicionado dos setores residencial e comercial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	231
Tabela 7.5: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final força motriz dos setores comercial, industrial, de transporte e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	232
Tabela 7.6: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final aquecimento direto dos setores residencial e industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	232
Tabela 7.7: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final calor de processo dos setores residencial, comercial e industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	233
Tabela 7.8: Consumos específicos e intensidades energéticas em outros usos finais dos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006. ....	234
Tabela 7.9: Projeções das variações reais das taxas de crescimento do PIB nacional até 2013 e taxas assumidas a partir de 2014. ....	239
Tabela 7.10: Projeções das taxas de crescimento do PIB de Mato Grosso e da bacia, nos cenários de baixo, de médio e de alto crescimento da economia. ....	240
Tabela 7.11: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final iluminação, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia. ....	249
Tabela 7.12: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final refrigeração, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia. ....	249
Tabela 7.13: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final ar condicionado, nos setores residencial e comercial da bacia. ....	250
Tabela 7.14: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final força motriz, nos setores comercial, industrial, agropecuário e de transporte da bacia. ....	251

Tabela 7.15: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final aquecimento direto, nos setores comercial e industrial da bacia. ....	252
Tabela 7.16: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia. ....	252
Tabela 7.17: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, em outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia. ....	253
Tabela 7.18: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ. ....	267
Tabela 7.19: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ. ....	270
Tabela 7.20: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ. ....	270
Tabela 7.21: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ. ....	272
Tabela 7.22: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ. ....	275
Tabela 7.23: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ. ....	276
Tabela 7.24: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ. ....	277
Tabela 7.25: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ. ....	278
Tabela 7.26: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ. ....	279
Tabela 7.27: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ. ....	283
Tabela 7.28: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ. ....	284
Tabela 7.29: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ. ....	286
Tabela 7.30: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ. ....	286

Tabela 7.31: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ. ....	288
Tabela 8.1: Mecanismos de fomento aos programas de eficiência energética e de conservação de água. ....	296
Tabela 8.2: Possíveis programas integrados de eficiência energética e de conservação de água	297
Tabela 8.3: Indicadores do sistema de água da SANECAP, em 2009. ....	300
Tabela 8.4: Indicadores energéticos e volumes de água tratada produzidos por sete Estações de Tratamento de Água, em Cuiabá, no ano 2007. ....	301
Tabela 8.5: Dados de produção da Usina de Álcool Alcopan, em 2005. ....	303
Tabela 8.6: Balanço do centro de transformação da Usina Alcopan, em 2005. ....	303
Tabela 8.7: Demanda de água e captação necessária por processo na Usina Alcopan. ....	304
Tabela 8.8: Demanda de energia térmica para calor de processo, na Usina Alcopan, em 2005. .	304
Tabela 8.9: Parâmetros relativos a máquinas de lavar roupas no setor residencial da bacia do rio Cuiabá. ....	309
Tabela 8.10: Demanda de energia elétrica e potencial estimado de economia devidos às máquinas de lavar roupas, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, no ano de 2006. ....	310

## **Lista de Abreviaturas**

AGER	Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados de Mato Grosso
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BEEMT	Balanco Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões
BEU	Balanco de Energia Útil
BID PANTANAL	Banco Interamericano de Desenvolvimento – Programa Pantanal
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CEMAT	Centrais Elétricas Mato-Grossenses S/A
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente – MT
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
DEA	Disponibilidade Específica de Água
DoE	Department of Energy
EIA	Estudos de Impacto Ambiental
EIA	Energy Information Administration
ELETOBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A.
EMAE	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
ENGEPOLI	Consultoria e Engenharia Ltda
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
FAMATO	Federação da Agricultura do Estado de Mato Grosso
FCO	Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste
FECOMÉRCIO	Federação do Comércio no Estado de Mato Grosso
FIEMT	Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso
FMI	Fundo Monetário Internacional

FUNDEIC	Fundo de Desenvolvimento Industrial e Comercial
GEE	Gases de Efeito Estufa
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRH	Índice de Comprometimento dos Recursos Hídricos
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency
IEI	International Energy Initiative
IMEA	Instituto Mato-Grossense de Economia Agrícola
JUCEMAT	Junta Comercial do Estado de Mato Grosso
MME	Ministério de Minas e Energia
Mm <sup>3</sup>	Milhões de metros cúbicos
NIEPE	Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético da UFMT
ONGS	Organizações Não-Governamentais
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDMA	Plano Diretor das Ações de Meio Ambiente do Setor Elétrico
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	Produto Interno Bruto
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
POLOAMAZÔNIA	Programa de Desenvolvimento da Amazônia
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
POLONOROESTE	Programa de Desenvolvimento Integrado para o Noroeste do Brasil
PPH	Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
PROCAFÉ	Programa de Incentivos à Indústria de Beneficiamento, Torrefação e Moagem do Café de Mato Grosso
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROCEL SANEAR	Programa de Eficiência Energética no Saneamento Ambiental
PROCOURO	Desenvolvimento da Cadeira Produtiva do Boi
PRODEAGRO	Projeto de Desenvolvimento Agroambiental
PRODEI	Programa de Desenvolvimento Industrial
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PROMADEIRA	Programa de Desenvolvimento do Agronegócio da Madeira em Mato Grosso
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANECAP	Companhia de Saneamento da Capital
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral de Mato Grosso.
SICME	Secretaria da Indústria, Comércio, Minas e Energia de Mato Grosso
SICT	Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo de Mato Grosso
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINDALCOOL-MT	Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado de Mato Grosso
SIPOT	Sistema de Informação de Potenciais Hidráulicos da Eletrobrás
SNRH	Sistema Nacional de Recursos Hídricos
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USAID	United States Agency for International Development
VA	Valor Adicionado

## Capítulo 1

# OS DESAFIOS SINÉRGICOS DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E ÁGUA

## 1.1 OS LAÇOS SISTÊMICOS E A BUSCA DE SINERGIA ENTRE OS RECURSOS ENERGÉTICOS E A ÁGUA

Um dos principais compromissos ao se buscar o pleno desenvolvimento e o bem-estar humano é a coexistência das preocupações sociais e ambientais com a utilização dos recursos naturais, o crescimento econômico e o domínio da tecnologia.

A visão dos dias atuais mostra que, no mundo em desenvolvimento, há poucos indícios de uma crise global de recursos, com a única exceção da má distribuição da água doce no tempo e no espaço, com sinais de tensões regionais. Nesse contexto, os países que souberem proporcionar a seus cidadãos um estilo de vida confortável, com um mínimo de demanda de recursos, irão prosperar; em especial, em sua produção de alimentos, energia e água.

Entre os fatores determinantes de um desenvolvimento sustentável<sup>1</sup>, inclui-se, no contexto geral dos sistemas de infra-estrutura – entendida como bens e serviços disponibilizados ao ser

---

<sup>1</sup> O conceito de sustentabilidade é muito mais rigoroso do que o tratamento dado ao termo para as finalidades deste trabalho; de forma ampla, ele considera, em boa parte, os problemas da pobreza, da saúde, da alimentação e da habitação. Aqui ele é usado para correlacionar as necessidades de utilização de energia e água que interagem com o componente ambiental.

humano para integrá-lo socialmente – o tratamento conjunto da energia com a questão da água<sup>2</sup>. Uma forte interação ocorre entre esses dois componentes de infra-estrutura e entre eles e o meio ambiente, conforme mostra o esquema no Apêndice 1.

A questão da água é indissociável da energética, não somente pela realidade física de sua correspondência com o setor energético, a conectividade com a produção de biomassa, mas também pela necessidade de gestão integrada dos recursos na perspectiva da conservação dos bens naturais e dos potenciais de utilização. Conseqüentemente, abre-se a oportunidade de buscar a auto-suficiência energética juntamente com o equacionamento hídrico numa abordagem regional, por bacia hidrográfica, e também na gestão desses recursos em sistemas produtivos.

De acordo com Reis e Cunha (2006) a energia, particularmente a energia elétrica, está no centro das discussões globais que originaram o conceito de desenvolvimento sustentável; e a energia elétrica participa de forma significativa da vida do ser humano, através de uma cadeia que é, talvez, a que apresenta a maior intercambialidade com o meio ambiente, em sinergia com o uso da água:

- na geração hidrelétrica e na dependência da disponibilidade hídrica para manter a energia firme;
- na produção de energia elétrica a partir de resíduos;
- na produção de vapor na geração termelétrica e resfriamento de termelétricas;
- nos processos de bombeamento de água em sistemas de distribuição de água, de esgoto e de irrigação, que utilizam eletricidade;
- no uso final: equipamentos elétricos para aquecimento de água, água gelada em sistemas de refrigeração, equipamentos de lavar roupas, domésticos e industriais, e equipamentos de lavar utensílios, domésticos e industriais.

Esforços têm sido empreendidos para se encontrar e estudar as relações entre energia e água em equipamentos de usos finais, na análise de modelos de projeção da demanda energética e de água no setor residencial, explorada por White S. et al. (2004). O modelo proposto, baseado na variação de estoques de aparelhos, apresenta melhoramentos na análise de usos finais –

---

<sup>2</sup> Neste trabalho, a terminologia “água” coincide com “recursos hídricos” tal qual na Lei nº 9.433/97, à luz do direito administrativo brasileiro. Assim, o elemento natural “água”, contido nos corpos hídricos (rios, cursos d’água, correntes, lagos, lagoas, aquíferos subterrâneos), torna-se um recurso, quando necessário, destinado e comprometido com uma utilização específica, de interesse para as atividades humanas, adquirindo valor econômico.

estimando a demanda de equipamentos eletrodomésticos que também utilizam água – e importantes conclusões sobre a posse de utilidades, com destaque para a consideração das interações e possíveis sinergias entre energia e água.

Outro estudo, de Turner et al. (2007), investiga métodos para implantação de programas de gerenciamento de demanda de água em regiões áridas da Austrália, considerando opções de combinação de medidas eficazes no uso de energia e de água para máquinas de lavar roupas e chuveiros elétricos no setor residencial, e, entre outras vantagens, captando as sinergias entre os recursos e reduzindo os custos de gerenciamento integrado.

A demanda de recursos pela crescente população mundial e o aumento nos padrões de qualidade de vida tornam cada vez mais forte e íntima a conexão entre energia e água no contexto da infra-estrutura, exigindo a expansão dos sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto, a construção de represas de usos e objetivos múltiplos (geração de energia, irrigação, transporte), com uma transferência contínua de sinergia. Essa sinergia determina relações complexas em todos os setores da sociedade, e deve ter um tratamento adequado em relação aos efeitos sobre o meio ambiente, para propiciar benefícios econômicos e socioambientais, evitando ou minimizando esses efeitos, como mostra a Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Efeitos decorrentes do uso sinérgico entre energia e água.

<b>Recurso envolvido</b>	<b>Efeito</b>
Energia e água	Escassez e indisponibilidade de água para uso humano e de animais
Energia e Água	Uso e poluição da água superficial e subterrânea, degradação do solo e da terra (reservatórios múltiplos)
Energia e Água	Alteração nos padrões de precipitação
Energia e Água	Alagamentos, deslocamento de áreas agriculturáveis; migração de população (grandes barragens)
Energia e Água	Desflorestamento, desertificação; migração de população
Energia e Água	Perdas excessivas em sistemas de energia, e em sistemas de saneamento e de adução e distribuição de água
Energia e Água	Gastos vultosos com a gestão dos resíduos tóxicos, com a proteção das espécies ameaçadas, e com a saúde da população
Energia	Declínio da qualidade do ar urbano (combustíveis fósseis); aumento de dióxido de carbono atmosférico e outros gases do

	efeito estufa; chuva ácida; aquecimento global; derretimento das calotas polares; aumento do nível dos oceanos
Energia	Produção de resíduos sólidos e perigosos

Fonte: Elaboração própria.

Assim, os problemas ambientais comuns decorrentes do uso dos recursos energéticos e hídricos, sob a ótica da infra-estrutura, envolvem a poluição do ar e da água, a produção de lixo, a geração de áreas de aterro, os sistemas de reciclagem e sistemas de reúso, como questão não só técnica, mas também econômica e política.

Deve-se pensar em desenvolvimento equilibrado, portanto, segundo os pressupostos da sustentabilidade, considerando a conexão entre energia e água; e ter em mente uma atitude única na condução do tratamento e na resolução dos problemas sociais, econômicos, técnicos, ambientais, de demanda e de conservação desses recursos.

Nesse quadro de interação, a tendência atual é a de se procurar esse equilíbrio entre as diversas utilizações da água e dos recursos energéticos, de forma que se obtenham resultados não só técnicos, mas também sociais e ambientais, notadamente em relação aos aproveitamentos hidrelétricos, às necessidades agrícolas, industriais e municipais de abastecimento humano. Disponibilizar – em quantidade e qualidade adequadas – água tratada, saneamento e energia para as pessoas, é, ao mesmo tempo, condição essencial de um modelo integrado sustentável, tornando, também deste ponto de vista, estes recursos indissociáveis.

## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do trabalho é resgatar o Planejamento Integrado de Recursos - PIR como um instrumento efetivo para o desenvolvimento sustentável e propor um modelo integrado que estenda os Planos de Recursos Hídricos para um Planejamento Integrado de Recursos por Bacia Hidrográfica, reunindo três indutores do desenvolvimento: energia elétrica, combustíveis e água, e também um modelo de gestão integrada de recursos energéticos e hídricos, além do âmbito macro de regiões como as de bacias hidrográficas, também no âmbito micro da indústria. A filosofia, as estratégias e as formas de implementação dos planos integrados são um processo necessário que se aplicam nos dois âmbitos, para os quais são propostos modelos neste trabalho.

Para as bacias hidrográficas, a oportunidade de se efetuar o planejamento integrado dos recursos energéticos e hídricos num mesmo fórum; para a indústria, a oportunidade de reunir as vantagens da gestão dos recursos com as diretrizes do planejamento integrado.

Os objetivos específicos, dentro da proposta geral de um modelo integrado, implicaram a realização das seguintes atividades:

- (i) Elaboração de metodologia de um planejamento integrado de recursos para níveis locais, nas unidades administrativas das bacias hidrográficas, sob as bases dos Planos de Recursos Hídricos.
- (ii) Desenvolvimento de um modelo de projeção integrado das demandas de energia e de água em bases municipais, circunscrito na região de uma bacia hidrográfica, como decorrência do PIR proposto neste trabalho. Este modelo, aplicável para qualquer bacia hidrográfica, é empregado num estudo de caso da região da bacia do rio Cuiabá, utilizando-se uma base de dados municipais e uma planilha de cálculo especialmente construída para este estudo. Esta aplicação é realizada através de estudos retrospectivos sobre as demandas energética e hídrica da região e utiliza uma estrutura de cenários escolhida para a evolução da economia e para as demandas energéticas e de água, vis-à-vis cenários de referência nacionais e também cenários de eficiência técnica.
- (iii) Identificação da forma como são consumidos os recursos energéticos e a água no âmbito dos processos industriais e elaboração de modelo de gestão integrada, baseando-se na premissa de que a gestão é necessária e tem seus benefícios, mas ela terá mais eficácia se combinada com as ações do PIR. Através desse modelo são criadas as necessárias condições para se estimarem os potenciais de economia desses recursos, impactantes nos níveis regionais, tornando-se elementos úteis nas ações de planejamento. Três estudos de caso no setor industrial são realizados, evidenciando a necessidade da implementação desse modelo: na indústria de saneamento e distribuição de água, na indústria sucroalcooleira e na indústria siderúrgica.
- (iv) Análise e proposta de programas integrados de eficiência energética e de conservação de água no âmbito de bacias hidrográficas e na indústria, no contexto do PIR por bacias.
- (v) Proposição de novas políticas energéticas e de recursos hídricos com programas de eficiência energética e de conservação de água simultâneos para serem implantadas no

âmbito da bacia hidrográfica do rio Cuiabá, e avaliação dos prováveis impactos nas demandas desses recursos.

As três principais contribuições do trabalho são:

1) A proposta metodológica de PIR por bacias hidrográficas, cujo modelo engloba tanto as questões de oferta como as de demanda para aplicação a qualquer bacia hidrográfica. Neste trabalho destacaram-se somente os estudos da demanda, detalhando-se a análise nos usos finais, e não se propôs estudar a oferta, componente igualmente importante, constante do fluxograma de processo de um PIR.

2) A metodologia de projeção integrada das demandas de energia e de água, como resultado natural do PIR por bacias hidrográficas.

3) O estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Cuiabá, onde se aprofundam os estudos prospectivos sobre as demandas de energia e de água na região.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esta tese é composta por nove capítulos, incluindo este capítulo introdutório, dedicado à abordagem dos aspectos sinérgicos entre energia e água, das suas repercussões no meio ambiente e dos desafios que se colocam para a modelagem de um planejamento integrado desses recursos.

O capítulo dois traz considerações sobre o PIR, discutindo-se sobre a sua evolução nos últimos trinta anos e o indica como alternativa ao planejamento energético vigente, com capacidade de contribuir para um modelo equilibrado de desenvolvimento e crescimento econômico. O capítulo faz, ainda, reflexões e valoriza o PIR como instrumento para o desenvolvimento sustentável, distinguindo-o do planejamento energético tradicional. Segue-se, na terceira seção, com importante consideração sobre a importância do planejamento regional que norteia as ações do PIR por bacias hidrográficas, sobretudo no que se refere à necessidade de descentralização e integração com as áreas ambiental e de recursos hídricos. Ainda, neste capítulo, apresenta-se uma síntese das bases conceituais e características do PIR – o tratamento de riscos e incertezas no planejamento e os conceitos-chave de conservação de energia e de água no uso final – seguida de uma breve análise sobre programas de eficiência energética e de

conservação de água. Ao final, o capítulo mostra as principais experiências de PIR no mundo recentemente, bem como as produções acadêmicas no Brasil sobre este tema.

O modelo de planejamento integrado de recursos por bacia hidrográfica é descrito no capítulo três, onde se examinam, inicialmente, as propostas não implementadas no País sobre este tipo de planejamento, as justificativas e a forma como se deve aplicá-lo, atualmente. Por meio de uma integração do PIR aos Planos de Recursos Hídricos de Bacia, estabelecem-se as indicações metodológicas gerais para um modelo integrado por bacias hidrográficas, descritas após a análise retrospectiva recente da gestão dos recursos hídricos e saneamento no Brasil.

O capítulo quatro remete ao modelo de projeção integrada das demandas dos recursos energéticos e água, decorrente da estrutura de PIR por bacia proposto e da clara aplicação nesse contexto. Na primeira seção do capítulo faz-se uma revisão dos diversos tipos de modelos de projeção de longo prazo das demandas de energia e de água e analisam-se suas vantagens comparativas e limitações que permitirão, na seção seguinte, detectarem-se similaridades e diferenças entre os modelos para apoio à elaboração da metodologia de projeção integrada. Neste capítulo também se discutem as variáveis aplicáveis e a sua representatividade em modelos de projeção. O modelo de projeção da demanda é descrito na terceira seção. Estruturado sob um mesmo arcabouço metodológico para energia e água, são analisadas as suas vantagens e limitações, e a utilização das variáveis envolvidas nas projeções das demandas desses dois recursos. O capítulo é encerrado com uma discussão sobre estruturas e tipos de cenários empregados em projeções de demandas no âmbito do PIR, e considerações sobre os métodos de avaliação de impactos de programas de eficiência energética e de conservação de água.

O capítulo cinco inicia-se com uma discussão sobre a necessidade e a importância de uma gestão integrada de energia e água na indústria. Em seguida, propõe-se um modelo de gestão via planejamento integrado de recursos e apoiado pelos conceitos das Normas ISO 14000, com o objetivo de prover uma orientação para as plantas industriais integrarem ações e práticas de eficiência energética e de uso eficiente da água. Três estudos de caso nas indústrias de distribuição de água e saneamento, sucroalcooleira e siderúrgica (em Apêndice) ilustram a indispensabilidade da implementação dessa gestão integrada e encerram o capítulo.

O capítulo seis traz um estudo exploratório da bacia hidrográfica do rio Cuiabá que serve de base para os estudos prospectivos do capítulo sete. Fazem-se, inicialmente, uma análise histórica e da situação atual da gestão institucional da bacia e, em seguida, a caracterização fisiográfica, socioeconômica. Uma base de dados municipais especialmente construída para o estudo exploratório da bacia hidrográfica do rio Cuiabá é apresentada neste capítulo, analisando-se as fontes das informações e a qualidade dos dados mediante um critério de classificação proposto. Estudos retrospectivos do setor energético e do uso da água e do consumo energético da bacia são realizados nas seções seguintes do capítulo. Apresenta-se, também, uma avaliação dos programas de eficiência energética desenvolvidos sob supervisão da ANEEL na região, recentemente – pano de fundo para análise de novas proposições de programas integrados locais.

Com base no modelo de projeção de demanda energética e de água desenvolvido no trabalho, nos estudos retrospectivos realizados no capítulo seis, e, com o auxílio da base de dados municipais construída, da análise da evolução histórica das variáveis envolvidas – PIB, valor adicionado dos grandes setores da economia, população, número de residências com ligação de energia elétrica, número de ligações residenciais de água, número de empregados no setor comercial, intensidade energética, consumos específicos de água para irrigação e dessedentação de rebanhos, consumos energéticos específicos, participações relativas dos principais energéticos em cada setor e em cada uso final analisado – efetuam-se, no capítulo sete, as projeções das demandas energética e de água para a região da bacia do rio Cuiabá, em um horizonte de 14 anos. As projeções são feitas por município, por setor da economia e por uso final, utilizando-se os cenários escolhidos à luz dos cenários econômicos adotados recentemente pelo Fundo Monetário Internacional (FMI).

No capítulo oito são discutidos os benefícios da conservação simultânea de água e de energia e o planejamento de programas de conservação integrados nos setores industrial e residencial. Propõem-se, também, programas de conservação integrados de recursos para a região da bacia do rio Cuiabá e são apresentadas projeções de demandas energética e de água utilizando-se cenários de conservação no setor residencial.

As conclusões gerais e principais recomendações do trabalho encontram-se no capítulo nove, destacando-se a retomada do PIR e a oportunidade de sua implementação no Brasil, com cunho indicativo, descentralizado, por bacia hidrográfica e associado aos Planos de Recursos

Hídricos de Bacia. Além de se assinalarem propostas de novas políticas públicas na área de eficiência energética e de uso da água, bem como de medidas para uma gestão integrada de recursos sob as diretrizes do PIR.

## Capítulo 2

### O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

- Como alternativa ao modelo tradicional de planejamento energético (uma síntese histórica do PIR)

A forma de utilização de recursos naturais até fins do século XX registrou um conceito de desenvolvimento baseado na assertiva de que o domínio dos interesses de hoje prevalece sobre os do futuro.

Nem o modelo econômico vigente – em que a natureza generosamente fornece recursos, cujo valor é medido pelo mercado e recebe os rejeitos indefinidamente – nem o modelo convencional – em que os recursos estão à disposição no meio natural e os rejeitos são devolvidos a ele num ciclo contínuo – são mais desejáveis; o que se busca hoje é uma síntese econômica que incorpore a preocupação com a alocação e a distribuição de recursos e com os desdobramentos sobre o sistema biofísico (CAMARGO e TEIVE, 2006).

Orientado pelo planejamento tradicional, esse desenvolvimento não seria possível sem a utilização de recursos – energia e água – e conduziu a subprodutos indesejáveis e a três grandes ordens de impactos que hoje vivenciamos – sem quantificá-los e atribuir-lhes valor: na saúde das pessoas, nos ecossistemas e no aquecimento global, “aumentando exponencialmente as preocupações da humanidade com o meio ambiente” (BAJAY et al., 2008).

A forma de planejamento energético na década de 1970, assentado na oferta e no atendimento imperativo à crescente demanda por energia, mostrou sinais de grande dependência

ligada à disponibilidade de recursos e domínio de sistemas energéticos e à desarticulação entre os setores energéticos e políticas centralizadoras, sem almejar as questões ambientais e de pleno desenvolvimento social e humano. Essa forma de planejar, quase sempre restrita aos setores de eletricidade, carvão e petróleo, apresentava-se, para o setor elétrico, como capaz de garantir a expansão da oferta através da construção de centrais elétricas, conjuntamente com redes de transmissão e distribuição (UDAETA, 1997), de forma a minimizar os custos da expansão.

Em meados da década de 1980, os órgãos reguladores de alguns países como a Dinamarca, os Estados Unidos e o Canadá passaram a exigir um tratamento adequado para o lado da demanda. Esses países adotaram, para o setor de serviços de energia elétrica e de gás canalizado, o planejamento da expansão da oferta a custo mínimo (“least-cost planning”), que significa, de acordo com Jannuzzi e Swisher (1997), “integrar uma gama mais ampla de opções tecnológicas, incluindo tecnologias para eficiência energética e a gestão de carga no ‘lado da demanda’, assim como fontes de geração descentralizadas e produtores independentes”, ou seja, o planejamento que “considera novos programas de eficiência energética em pé de igualdade com as alternativas disponíveis de expansão da oferta” (BAJAY et al., 1996).

Esse modo de planejamento em que as iniciativas de eficiência energética são implementadas mais efetivamente, o suprimento das necessidades de energia é feito de modo mais barato e com menor impacto ambiental, com a incorporação de fontes renováveis, é o Planejamento Integrado de Recursos – PIR.

O PIR, nesse período, constituiu-se numa importante ferramenta de avaliação estratégica do provimento de recursos, auxiliando as concessionárias de serviço público, verticalmente integradas, na determinação do mix ótimo de recursos para atendimento de seus clientes, com maior flexibilidade e diversidade para lidar com elevados graus de incerteza e atenção com o meio ambiente.

Na década de 1990, uma fase neoliberal trouxe o desejo de eficiência econômica e de expansão do setor energético pela iniciativa privada, retirando o Estado da concorrência nos setores de infra-estrutura. No Brasil, a liberalização do setor elétrico ensejou um ambiente de empresas concessionárias do setor desverticalizadas, o que inviabilizava o PIR tradicional. Nessa

conjuntura, ainda, o conceito de sustentabilidade influenciou fortemente o planejamento energético para promover a prestação de serviços de modo eficiente e responsável.

O PIR, nessa transição, passou a considerar as questões ambientais como um objetivo primário e incorporou metas mais complexas como a contabilização de custos sociais e ambientais; renasceu como um método através do qual se estima a demanda de serviços de energia, combina custos baixos de oferta e medidas eficientes nos usos finais, enquanto inclui fontes renováveis, e preocupações como a equidade, a proteção ambiental, a confiança e outras metas específicas (BAJAY, 2004). Nessas condições, o PIR permite um aperfeiçoamento do planejamento energético, que garante a expansão da geração, da transmissão e da distribuição de energia, de forma articulada com as políticas energéticas de diversas vertentes, com as políticas setoriais de desenvolvimento e de meio ambiente, de recursos hídricos e com o sistema de regulação e de controle social.

#### □ A retomada do PIR e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável

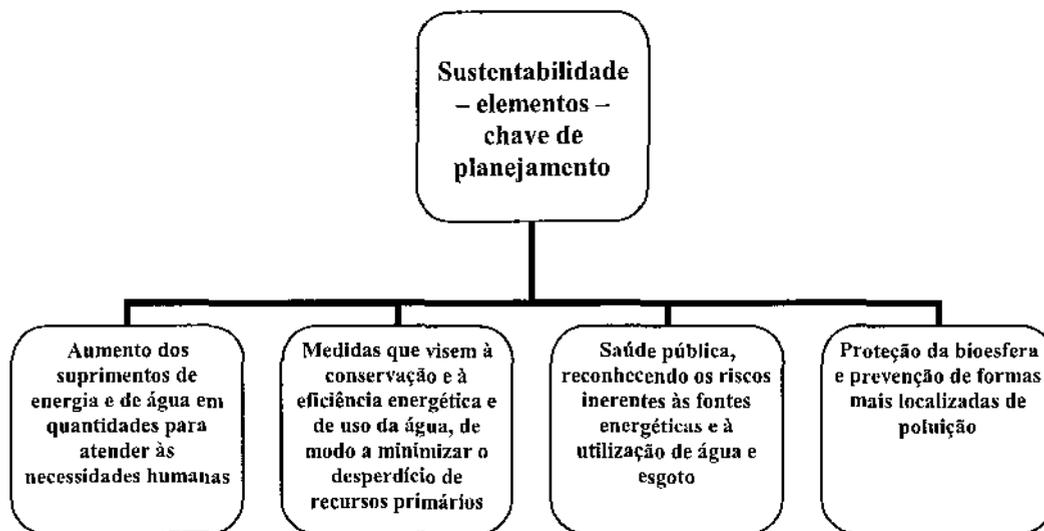
Na organização mundial atual, o tratamento abrangente das questões energéticas acrescidas às premissas tecnológicas, legais e da água, deve levar em conta todas as relações da energia no contexto da infra-estrutura – dos bens e serviços disponibilizados ao ser humano.

Falar em meio ambiente e sustentabilidade é, portanto, também falar em necessidades de energia e de água para as atividades humanas – recursos que mantêm entre si uma relação de causa e efeito. Nesse contexto, em que se busca a sustentabilidade, as questões do setor energético e da água demandam uma abordagem global e um planejamento integrado, uma vez que comprometem as necessidades desses recursos para o crescimento econômico (infra-estrutura) e as causas da proteção ambiental e conservação, além de compreenderem cadeias que geram emprego, desenvolvimento e efeitos ambientais. Esta abordagem incorpora as seguintes diretrizes (SOUZA, 2003):

- amplo leque de proposições, em que estejam incluídas também opções relativas à demanda e ao meio ambiente;
- cenários futuros; e
- objetivos (nas mais das vezes conflitantes) dos diferentes grupos interessados e/ou afetados pelo processo, tais como: capitalistas, políticos, governantes, consumidores, entidades e associações de classe profissionais, grupos de preservação do meio ambiente, igrejas, agências de regulação etc. constituindo um conjunto de entidades e

pessoas que direta ou indiretamente são afetadas pelo planejamento das organizações, os “stakeholders”.

Sob esse ponto de vista, existem, portanto, elementos-chave de planejamento que devem ser conciliados para que possam ser atingidas as metas de sustentabilidade no domínio de um Planejamento Integrado de Recursos – PIR, como pode ser esquematizado na Figura 2.1.



Fonte: Elaborada a partir de Goldemberg et al. (1987).

Figura 2.1: Elementos-chave para se atingir as metas de sustentabilidade no domínio do PIR.

A sustentabilidade, entendida como “uma relação não predatória com a natureza e a manutenção ao longo do tempo de uma determinada maneira de utilizar os recursos com o intuito do bem-estar [...] como um todo” (UDAETA, 1997), encontra no PIR, por consequência, além do “planejamento a custo mínimo”, o envolvimento dos objetivos sociais, ambientais e dos elementos do planejamento estratégico, constituindo-se num referencial tanto em relação ao melhor emprego dos recursos disponíveis e sua gestão racional e equitativa, como nos esforços para otimizar técnicas e tecnologias englobando processos de reengenharia, qualidade total, análise de ciclo de vida etc.

O PIR, portanto, como instrumento para o desenvolvimento sustentável, distingue-se, com muitas vantagens, do planejamento energético tradicional, cujas diferenças conceituais separam a aplicação desses tipos de planejamento que apresentam rotas diferentes para atingir os objetivos relacionados à sustentabilidade, como está sintetizado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Rotas dos modelos de planejamento frente às necessidades do desenvolvimento sustentável.

Planejamento tradicional	Planejamento Integrado de Recursos
<p>Corporativo e limitado, pouco flexível para adequação a uma abordagem mais ampla, de caráter holístico. As questões socioeconômicas, não ignoradas, são tratadas em âmbitos decisórios isolados, extremamente centralizadores, que detêm o controle do plano.</p>	<p>Proporciona uma tríade de benefícios: 1) desenvolvimento das regiões atrasadas (c.g: aplicação de recursos e promoção de iniciativas renováveis com benefícios de redução de pobreza; provê serviços de energia às pessoas sem acesso, em áreas geograficamente dispersas); 2) instituição de um modelo de integração regional e social; 3) ajustamento da sociedade industrial aos limites dos recursos do planeta.</p>
<p>A orientação estratégica de expansão e segurança da oferta a custos mínimos baliza as ações ao longo do processo, de forma determinativa, gerando subprodutos indesejáveis como estimativas muito elevadas de crescimento da economia, grandes projetos em capacidade instalada, pressão social e ambiental sobre os projetos.</p>	<p>Incorpora aspectos globais e particulares (convencionais e não), enfatizam alternativas energéticas não tradicionais e permite, através de uma constituição orgânica regulamentada, a real participação dos interessados-envolvidos, proprietários e não proprietários dos recursos, dos organismos envolvidos no plano de recursos, e nos critérios de seleção das alternativas (recursos energéticos, hídricos e aqueles que possibilitam a condução dos setores energético e de água no tempo e no espaço) com decisões tomadas em “livre arbítrio”. Por consequência, apresenta-se flexível frente às forças de pressão exógenas e às participações na discussão dos projetos de interesse comum e permite antever a sustentabilidade com facilidade. Pode ser o âmbito da instituição da graduação da importância que a sociedade deseja para a limitação dos efeitos ambientais da produção e uso da energia e da água.</p>
<p>Neste modelo, o mercado de energia é vulnerável a conflitos macroeconômicos como metas de inflação, déficit público, interesses regionais ou subsídios a determinados setores.</p>	<p>Permite encontrar a realização continuada do ótimo, ao longo do tempo, no curto e no longo prazo, com análise equilibrada dos fatores socioeconômicos.</p>
<p>O desenvolvimento do plano, sem a participação da sociedade, é pouco flexível, quando considerada a aplicação dos investimentos, os quais conduzem ao aumento da participação de certa fonte de energia de custos mais elevados (por motivos políticos, técnicos, ambientais ou macroeconômicos), com a obrigatoriedade de torná-la viável dentro da dinâmica de mercado e com possível concessão de subsídios financeiros (maximizar a confiabilidade e minimizar custos) – barreira para a entrada de novos ofertantes de energia renovável.</p>	<p>Considera a premissa de que todos os envolvidos (dimensões política, econômica e social, cultural e ambiental) devem ter um ganho específico, respectivamente, liberdade, renda e emprego, educação e saúde e conservação do meio físico e biótico</p>
<p>Os cenários de projeção da demanda são</p>	<p>Os cenários de planejamento são dinâmicos e levam em</p>

<b>Planejamento tradicional</b>	<b>Planejamento Integrado de Recursos</b>
preponderantemente macroeconômicos para todas as variáveis e fatores cuja evolução está ligada a escolhas e decisões políticas e não necessariamente ao setor energético: PIB, taxa de crescimento da população, número de habitantes e de domicílios etc.	conta, além dos fatores socioeconômicos, os hábitos de uso, a preservação ambiental, os custos sociais, os custos completos, a eficiência energética e a conservação dos recursos.
A seleção dos recursos é baseada numa escolha de uma opção específica, com a diversidade pouco encorajada.	Este modelo é indicativo e descentralizado, e convive com as várias formas de geração de energia (com custos e riscos díspares), contemplando os objetivos do governo e sociedade quanto à composição da matriz energética e da distribuição regional da população.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa perspectiva, o PIR, tal qual se conhecia originalmente, orienta-se atualmente, sob o imperativo da consciência social e ecológica, para estratégias e aplicações, orientadas com foco na sustentabilidade, de gestão integrada de recursos energéticos e hídricos, tanto no âmbito macro de regiões como as de bacias hidrográficas, como no âmbito micro de indústrias e da agricultura, por exemplo.

No âmbito “macro”, consideram-se as questões técnicas e infra-estruturais como o estudo e a avaliação da oferta, dos potenciais e das demandas energéticas e hídricas; a eficiência no uso e utilização produtiva dos recursos; o desempenho energético das distintas tecnologias de uso final e de geração descentralizada; a substituição de energéticos, paralelamente à identificação, à avaliação e à mitigação dos impactos ambientais resultantes dos usos de energia e da água.

No âmbito “micro”, a gestão integrada, como meta do PIR, intervém nos modelos de consumo graças a diferentes estratégias, de forma contínua, mudando hábitos, processos, estilos de vida, otimizando técnicas e ações para alcançar eficiência no comportamento e no desempenho energético e de uso da água das tecnologias de uso final, e na co-geração. Essa gestão, nos complexos núcleos de cada setor da economia, deve ser entendida como parte de uma política global de natureza social, política e ambiental, assumindo as questões energética e da água como intrínsecas à procura da sustentabilidade.

## **2.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO REGIONAL COMO APOIO À MODELAGEM DO PIR NOS NÍVEIS LOCAIS**

O PIR pode ser implementado tanto no nível nacional como no regional, ou mesmo em setores específicos (distribuição de energia elétrica, gás ou de água, por exemplo). No nível regional, no entanto, é possível elaborar um planejamento para um conjunto de municípios, fortalecendo o PIR com aproveitamento dos recursos locais entre outras motivações. O planejamento integrado de recursos descentralizado requer, nesse caso, fundamentalmente, sua aplicação num quadro geográfico, onde os recursos tenham a sua unidade – rios, fontes energéticas e um aglomerado de municípios.

Um dos argumentos fundamentais para o planejamento integrado de recursos no âmbito de bacias hidrográficas é considerar “a disponibilidade, custo e qualidade da água, energia elétrica e gás canalizado como importantes vetores de desenvolvimento regional” (BAJAY, 2004).

De maneira geral, o planejamento visando o desenvolvimento regional procura, entre outras questões, responder se a concentração espacial da atividade econômica ou a utilização de recursos é sustentável em razão das diferenças locais, da existência dos recursos, das simetrias, das interações entre economias, do transporte, da mobilidade, do tratamento do ambiente, da exploração e consumo dos recursos, da política etc. Busca, ainda, o necessário equilíbrio, combinando as variáveis demandadas pelo lado da oferta (potencialidades) com as do lado da demanda (mercado), considerando os fatores característicos e a tipologia das regiões. Nesse modelo deve prevalecer, ainda, a negociação entre as partes concorrentes, apoio sem reservas da opinião pública e conhecimento de causa para que esse plano integrado tome a frente de toda e qualquer ação de desenvolvimento econômico e social – necessidade e característica do PIR.

Ainda do ponto de vista do desenvolvimento econômico regional, Monteiro (1990) ressalta que:

as características atuais de produção exigem que municípios de uma mesma região geoeconômica promovam a integração de suas respectivas estruturas de produção. Assim, a articulação regional (reunião dos interesses representativos dos setores produtivos dos municípios da região) e a coordenação institucional (relações com as outras instâncias de governo) são atividades essenciais para o melhor aproveitamento das potencialidades locais de crescimento. (p.25)

A economia tradicional tem, ao longo dos anos, negligenciado a localização da atividade econômica e a interrelação dos seus elementos, sem o alcance geográfico que pudesse ser capaz de criar uma análise útil e proveitosa e que abrangesse toda a economia como um sistema de cidades, neste caso, de uma bacia hidrográfica.

Podemos adaptar o modelo de paisagem de Bertrand (1972) a um modelo de bacia atual:

É uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da [bacia] um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (p. 27)

O planejamento espacial numa bacia prevê metas que possam se materializar para todo o conjunto da região, considerada um recorte espacial de referência para estabelecimento de objetivos estratégicos, neste caso, o da gestão dos recursos hídricos e energéticos, e pode ser elaborado para três horizontes temporais: curto, médio e longo prazos, num processo contínuo, incluindo as correções e atualizações em todas as fases de implantação do plano.

No contexto do PIR, uma vez adotadas soluções locais para a questão da sustentabilidade, é imprescindível a delimitação geográfica. De acordo com Reis et al. (2005), trata-se de soluções que,

integradas por soluções regionais e de caráter global, e condicionadas pela forte interdependência dos diversos atores na teia da vida, permitem a visualização de uma solução global formada pela integração adequada de soluções regionais e locais. ( p. 5)

O cenário de planejamento é, então, a unidade geográfica, quer um município, quer uma bacia, que apresenta abrangência e capacidade para modelagem e tratamento de aspectos qualitativos e quantitativos de forma descentralizada. Os conhecimentos qualitativos e quantitativos dos recursos combinados gerarão cenários integrados importantes para apoio ao planejamento regional sustentável. Sobre essa questão, Bajay (1989) já acentuava que:

A necessidade de qualquer planejamento regional está obviamente vinculada à necessidade que uma sociedade sente de descentralizar as suas atividades políticas, econômicas e sociais. O grau dessa descentralização e o necessário esforço de

coordenação da estrutura descentralizada constituem grandes questões de nossa época, que muitos países, em geral, através de um processo de tentativas e erros, tentam responder, no afã da busca de maior eficiência no funcionamento da economia e uma maior participação da população nos destinos da nação. É claro que quanto mais complexa for a estrutura econômica de um país, maior for a sua extensão territorial, maiores forem as disparidades regionais e mais desenvolvido for o seu setor energético, mais se justifica a existência de um bom planejamento energético regional. (p. 2)

São, portanto, os objetivos estratégicos de um planejamento energético regional vinculados às principais questões envolvidas com a problemática dos recursos, guardadas as suas características particulares como uso e conflito por recursos, fontes de poluição, distribuição e compatibilidade entre oferta e demanda.

Para um PIR efetivo por bacias hidrográficas, um dos elementos de apoio é o referenciamento espacial dos recursos hídricos e energéticos ou da caracterização dos recursos relacionados com a energia e a água, constituindo-se num instrumento de informação geográfica que permite a análise integrada da oferta e da demanda desses recursos. Desta forma, há uma interação entre alguns conceitos principais que norteiam o planejamento espacial de recursos, conforme Galvão et al. (2004):

- O Gerenciamento Integrado de Recursos, que determina ações estruturadas para regular o uso dos recursos, visando ao planejamento, seu controle e proteção através de um Sistema de Gerenciamento de Recursos, e com apoio de um Sistema de Informações sobre os Recursos.
- O SIG (Sistema de Informação Geográfica) que se constitui numa ferramenta de análise e processamento de dados e de apoio aos tomadores de decisão. A partir da estruturação de uma base de dados dos recursos de uma região, relacionam-se com a energia dados econômicos, energéticos não elétricos, geográficos, populacionais, agrícolas, ambientais, de recursos hídricos, “no sentido de complementação visando à compreensão energética [e hídrica] da região em estudo”.

O SIG tem contribuído nos processos de avaliação ambiental e gestão de bacias hidrográficas com informações relevantes para a avaliação da qualidade da água, uso e ocupação do solo e análise da distribuição espacial de poluentes. Libos et al. (2005) realizaram um trabalho denominado “Sensoriamento remoto (SR) e sistema de informações geográficas (SIG) para modelagem de qualidade da água. Estudo de caso: bacia do rio Cuiabá” e concluíram que:

1. [mapas oriundos] dos passos metodológicos do processo de classificação de imagens de satélite originaram uma importante ferramenta para realização da simulação de concentração de poluentes, de maneira bastante satisfatória;
- [...] 2. esta metodologia pode ser aplicada a qualquer bacia para poder estimar as cargas que escoam para os cursos de água, inclusive, para bacias que possuem poucos dados de monitoramento [...].

Com o levantamento de informações utilizando-se o georreferenciamento, torna-se possível a criação de mapas com diferentes camadas, possibilitando melhores análises da integração espacial de recursos energéticos (e hídricos). O emprego dessa técnica de análise espacial para porções micro de território projeta e apresenta melhores resultados do que aqueles relacionados a outras unidades geográficas de referência como estados, regiões de um país etc. Sobre a aplicação dessa técnica nas atividades de planejamento energético, Bajay e Barone (1992) salientam a necessidade de implantação, em conjunto com um Sistema de Informações Espaciais – SIE, de uma ferramenta SIG, que permita o desenvolvimento de uma base de dados histórica mais completa. Essa base de dados vai possibilitar o uso de modelos computacionais para projeção da demanda e oferta de energéticos (e hídricos) mais sofisticados, bem como tornar mais ágeis e precisas as ações de planejamento, otimizando o processo decisório.

Abordagens das relações espaciais que podem refinar projeções de demanda regionalizada já têm sido utilizadas. Nessa análise, as variáveis tradicionais PIB e população, por exemplo, antes intangíveis pelas condições das regiões sob estudo, agora sofrem mudanças no seu comportamento, uma vez que as regiões não são homogêneas. Essas regiões apresentam uma gama de variáveis componentes e que alteram a decisão sobre a alocação de suprimento energético (e de água) “de forma localizada quanto à busca de vantagem competitiva, exploração dos potenciais energéticos (e hídricos) e conseqüente prospecção de oportunidades de negócios de um determinado mercado”.

## **2.2 BASES CONCEITUAIS E CARACTERÍSTICAS DO PIR**

### **2.2.1 Tratamento de riscos e incertezas**

A quebra do paradigma de modelos ultrapassados de planejamento conduz ao PIR, que, por sua vez, incorpora, além das opções relativas à oferta e à demanda e ao meio ambiente, a análise dos aspectos sociais e econômicos, considerando os objetivos dos diferentes grupos e entidades interessadas.

Uma vez que o PIR considera a conservação e a eficiência no uso dos recursos nos mesmos níveis que as opções de oferta, avaliar os riscos de escassez de recursos e quantificar a margem apropriada de segurança a ser mantida entre demanda e oferta torna-se um desafio. Constituem também uma análise de risco a busca do equilíbrio entre estes níveis e a determinação do ponto de intercepto oferta-demanda e do instante em que a demanda excederá a oferta.

Dadas estas características, o PIR, constitui-se num processo de planejamento sob condições de incerteza, e requer que se empreguem práticas de análise e gerenciamento estratégico que considerem e monitorem elementos como (SOUZA, 2003):

- demanda futura dos bens e serviços;
- preços vigentes na economia;
- regulamentação e desregulamentação da economia;
- pressões ecológicas crescentes;
- obsolescência e recapitalização dos sistemas;
- dimensão social-política-econômica do País;
- disponibilidade futura de pessoal técnico qualificado;
- nível de conhecimento científico referente aos limites sustentáveis de emissões e lançamentos de poluentes;
- grau de confiabilidade dos prognósticos do tempo e clima; e
- dados climatológicos.

Sob estes aspectos, várias formas de se tratar incertezas em modelos de planejamento podem ser utilizadas (BAJAY, 2004 apud Carvalho, 2005):

- análise de sensibilidade;
- análise paramétrica;

- métodos de otimização empregando álgebra nebulosa ou lógica Fuzzy;
- emprego de distribuição de probabilidades em modelos de otimização ou de simulação;
- emprego de modelos estocásticos de otimização ou de simulação;
- construção de cenários alternativos de desenvolvimento;
- pesquisas de opinião Delphi;
- uso de técnicas de inteligência artificial; e
- emprego da teoria de jogos e leilões.

Em sua tese de doutorado, Carvalho (2005) abordou estes modelos ao avaliar criticamente o planejamento energético de longo prazo no Brasil. Conforme esse autor, a análise paramétrica é útil para se conhecer os intervalos de realização dos principais parâmetros da modelagem com alto grau de incerteza. Com a programação linear é possível obter-se as faixas de variação dos parâmetros sem se alterar uma determinada solução ótima. A álgebra nebulosa trata dos conjuntos não totalmente verdadeiros nem tampouco totalmente falsos, portanto, de certas grandezas que apresentam muitas dificuldades para uma quantificação precisa (SATOH & SERIZAWA, 1984 apud CARVALHO, 2005). Os métodos de distribuição de probabilidades em modelos de otimização ou de simulação permitem prever qual é a probabilidade de obter-se um dado evento após um particular número de ocorrências (distribuição discreta de probabilidade e probabilidade para uma variável aleatória – discreta ou contínua), particularmente muito usados nos setores elétrico e de gás. Quando não se ajusta esta distribuição com um razoável grau de confiabilidade, empregam-se os métodos estocásticos nestes modelos cujo tipo de processo a ser aplicado à variável desejada esteja bem definido.

As técnicas de cenários procuram responder à questão: se medidas M1, M2, M3,...Mn forem implementadas, por exemplo, para o crescimento da economia, ou para se testar novas políticas públicas nas áreas econômica, tecnológica, energética ou ambiental, quais serão os resultados? Conforme Reddy et al (1995), estas medidas particulares, que constituem as bases

para um cenário, devem derivar dos objetivos e estratégias desejadas para o sistema energético (e de água e saneamento) sob análise:

Objetivo(s) → Estratégia →  $\sum$  Medidas → Cenário de Demanda

Segundo os mesmos autores, os cenários são, conseqüentemente, completamente diferentes das projeções que relacionam o futuro com o presente com o auxílio de relações matemáticas. A construção de cenários de demanda para o PIR deve ser focada no desenvolvimento (reduzir a pobreza e a desigualdade, meio ambiente são e seguro), orientada no uso final e dirigida e tratada em termos dos serviços de energia e de abastecimento de água. Para o lado da oferta deve-se considerar a conservação, a geração distribuída e a geração centralizada para obtenção de um mix de oferta ao menor custo.

Em estudos de planejamento, na análise da projeção da demanda de forma conjunta com alternativas do lado da oferta, “é comum empregarem-se modelos de otimização [como o modelo de programação linear DESELP] que minimizam o máximo arrependimento associado às possíveis combinações de cenários de demanda e de oferta” (CARVALHO, 2005).

A pesquisa Delphi procura formar um consenso, através de técnicas estatísticas, sobre projeções, previsões de acontecimentos ou evolução futura de variáveis de interesse (estudos exploratórios) ou ainda sobre a fixação de objetivos (estudos normativos), utilizando uma série de questionários encaminhados a especialistas.

O algoritmo genético e as redes neurais são técnicas de inteligência artificial utilizadas em estudos de operação (ALMEIDA et al., 1999 apud CARVALHO, 2005) e de expansão (ALMEIDA, BAJAY & SANTOS, 1997; ALMEIDA, 1998; ALMEIDA, SANTOS & BAJAY, 2000, apud CARVALHO, 2005) de sistemas energéticos, envolvendo, em geral, horizontes de curto ou de médio prazo.

A utilização das teorias de jogos e de leilões tem permitido tratar as incertezas relativas às parcelas de mercado e da oferta global de empresas concorrentes de energia, água e saneamento, e “se simular estratégias para diminuí-las, seja do ponto de vista do governo, em termos de formulação de políticas [...] e práticas regulatórias adequadas (CORREIA, BAJAY & CORREIA,

2004), seja do ponto de vista das estratégias a serem assumidas pelos agentes setoriais” (CARVALHO, 2005).

Segundo Souza (2003), o uso de um plano de contingência, proposto num PIR para o setor de abastecimento de água e saneamento da cidade de Fortaleza, CE, pode auxiliar o planejamento, comutativamente, lidando com as incertezas de modo adequado, quando, entre as alternativas avaliadas e não escolhidas no plano, uma ou algumas delas passam a integrar um plano de contingência, corrigindo uma “situação irrealista e sem valor”.

No PIR, a análise detalhada da ambiência também se constitui num tratamento de incertezas, ao rastrear as externalidades, mudanças comportamentais e de ações no ambiente externo, nos valores e necessidades, quer no âmbito dos agentes, quer na sociedade, na política, na economia ou na evolução tecnológica. A previsão da demanda contém muitos parâmetros variáveis, como a evolução da taxa de crescimento da economia e a distribuição da renda gerada. Gorestein (1995) destaca ainda que, além disto, fatores sociais e comportamentais podem ter impactos diretos no consumo de bens e serviços.

Neste caso, o mapeamento dos impactos, benefícios e riscos das alternativas energéticas e de fornecimento de água, e das conseqüências financeiras, permitirá uma avaliação mais clara de riscos e oportunidades no curto, médio e longo prazo e a tomada de decisão através de uma sociedade participativa.

## **2.2.2 Conservação e eficiência no uso final – aspectos conceituais**

### **Conservação de energia**

Entre as principais ações a serem avaliadas no PIR<sup>3</sup> estão a redução de perdas e a promoção de eficiência energética.

Uma forma importante de responder às necessidades de serviços, ao menor custo possível, tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta, é a conservação de recursos. A

---

<sup>3</sup> Como já comentado na seção 2.2, outras ações incluem a introdução de produtores independentes na indústria de oferta de eletricidade, a internalização de custos ambientais e riscos e a consideração da energia como “recurso” público (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

conservação de energia<sup>4</sup> envolve medidas que reduzem o consumo global através de alterações no processo ou em determinados equipamentos e sistemas. Essas medidas devem ser avaliadas segundo três critérios básicos (IPT, 1990):

- deve ser tecnicamente viável;
- deve ser viável economicamente e os benefícios devem ser reais e quantificáveis;
- deve ser confiável, a ponto de eventuais equívocos operacionais não colocarem em risco a segurança e a produtividade [...].

Além disso, a internalização dos custos ambientais decorrentes do uso do recurso – uma das questões centrais ao PIR – é um dos requisitos fundamentais para medidas de conservação, representando o efeito causado pela ação econômica e energética sobre os ecossistemas e a sociedade. Os benefícios da conservação tornam-se, portanto, maiores, ao evitarem danos ao meio ambiente e investimentos significativos, ao postergarem a execução da ampliação de sistemas ou de infra-estrutura para atender às necessidades de serviços.

A Figura 2.2 esquematiza o fluxo de energia desde o estágio sob a forma primária até o estágio de uso final – após sofrer modificações e gerar perdas nos processos de transformação para energia secundária e para utilização nos serviços de energia. De acordo com a estrutura de uso de energia mostrada na Figura 2.2, as fontes primárias de energia são definidas como aquelas disponíveis na natureza, e estão divididas em formas não renováveis tais como petróleo, gás natural, carvão, lenha, urânio, e formas renováveis: cana de açúcar, energia hidráulica, energia solar, energia eólica, energia das marés etc.

---

<sup>4</sup> Os termos “eficiência energética”, “conservação de energia” e “uso racional da energia”, muito utilizados na literatura técnica, possuem o mesmo significado, sendo, por conseguinte, empregados indistintamente ao longo deste trabalho.

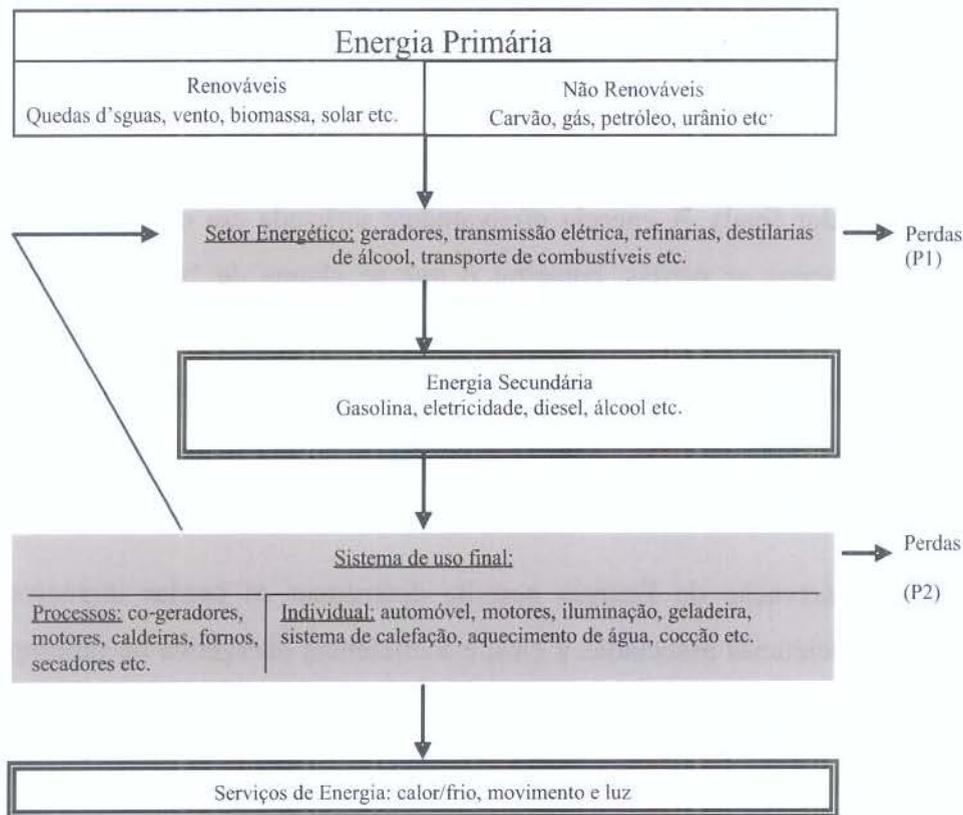


Figura 2.2: Estrutura do uso de energia

As fontes secundárias de energia resultam da conversão, em centros de transformação, de fontes primárias ou de outras fontes secundárias de energia. Os derivados de petróleo, por exemplo, são produtos oriundos do processamento do petróleo em refinarias. O gás natural, que pode ser encontrado na natureza associado ao petróleo ou não, passa, usualmente, por unidades de tratamento que retiram os seus componentes mais pesados – para a produção, sobretudo, de gasolina e GLP – e geram o gás seco, uma fonte secundária de energia. O álcool combustível, hidratado ou anidro, origina-se da cana de açúcar em usinas de açúcar ou destilarias. A eletricidade é uma fonte secundária de energia que pode ser produzida em usinas ou centrais geradoras, a partir de fontes primárias como as energias hidráulica ou eólica, ou de outras fontes secundárias como óleo combustível ou gás natural seco (BAJAY, 2008).

A demanda por energia é derivada da necessidade de realizar atividades produtivas ou de lazer na sociedade, e as fontes de energia são essenciais para a obtenção de calor, frio, luz e movimento, através das tecnologias de uso final. Essas formas mais básicas de energia,

efetivamente utilizadas em cada setor da economia, são denominadas “usos finais”. No setor industrial, “força motriz”, “aquecimento direto”, “calor de processo”, “processos eletroquímicos” e “iluminação” são os principais usos finais da energia. No residencial, “iluminação”, “refrigeração”, “cocção” e “aquecimento direto” são os mais representativos.

Há perdas na conversão da energia primária (setor energético) ou secundária nos diversos usos finais (consumidor final). A energia efetivamente utilizada em cada uso final, ou seja, a energia consumida menos as perdas, constitui o que se chama de “energia útil”, e pode ser estimada através da multiplicação da energia consumida no uso final pelo rendimento da conversão. Logo, o que se tem são demandas por “serviços de energia” nos vários usos finais, que usualmente podem ser satisfeitas por vários energéticos, com diferentes eficiências de conversão e diferentes custos (BAJAY,2008).

A Lei da Conservação de Energia permite determinar as perdas inerentes aos fluxos energéticos e/ou ineficiências associadas a eles, e a eficiência energética ou desempenho desses sistemas, em regime permanente, i.e.:

$$Energia_{útil} = Energia_{consumida} - Perdas \quad (2.1)$$

$$Eficiência\ energética = Energia_{consumida} - Perdas / Energia_{consumida} \quad (2.2)$$

ou ainda

$$Eficiência\ energética\ (\%) = (Energia\ útil / Energia_{consumida}) \times 100 \quad (2.3)$$

A conservação de energia busca reduzir essas perdas “evitáveis” sem afetar as necessidades de energia útil para as atividades produtivas, de conforto ou de lazer, e o aumento da eficiência de conversão no uso final.

Conforme o Instituto Nacional de Eficiência Energética (1998), conservar ou usar mais eficientemente todas as formas de energia [e outros recursos] é também uma estratégia para reduzir emissões de GEE sem prejudicar o desenvolvimento econômico, e cujos benefícios sociais e econômicos mantêm-se atrativos sob quaisquer circunstâncias. Dessa forma, o uso racional de energia, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios são o eixo principal de ação junto aos processos de transformação de energia primária e em suas diversas formas de utilização final pelo consumidor.

## Conservação de água

A conservação de água compreende as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água, podendo ainda ser definida como qualquer ação que:

- reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento;
- reduz o consumo de água;
- reduz o desperdício de água;
- reduz as perdas de água;
- aumenta a eficiência do uso da água (melhoria do rendimento dos equipamentos);
- aumenta a reciclagem e o reúso da água;
- evita a poluição da água.

As perdas físicas de água constituem toda a água que é subtraída do sistema e que não é consumida pelo cliente final (PNCDA, 1999). De acordo com esse documento, as principais perdas físicas são sensivelmente diferentes nos diversos componentes de um sistema de abastecimento de água, e estão discriminadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Perdas físicas de água em sistemas de captação, estação de tratamento, reservação, adução e distribuição.

PARTE DO SISTEMA	ORIGEM DA PERDA	MAGNITUDE
Captação	Vazamentos na adução; limpeza poço de sucção; limpeza desarenador	Variável; função do estado das instalações.
Estação de Tratamento	Vazamentos na estrutura; lavagem de filtros descarga de lodo	Significativa; função do estado das instalações e de eficiência operacional.
Reservação	Vazamentos na estrutura Extravasamentos limpeza	Variável; função do estado das instalações e da eficiência operacional.
Adução	Vazamentos na tubulação de descarga	Variável; função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
Distribuição	Vazamentos na rede; vazamentos em ramais de descargas	Significativa; função do estado das tubulações e principalmente das pressões.

Fonte: PNCDA, 1999.

A redução das perdas permite diminuir os custos de produção de água, mediante redução do consumo de energia e de produtos químicos, além de evitar a expansão do sistema produtor para

aumentar a oferta. Entre as medidas de conservação de água e redução de desperdícios, a redução do consumo predial – tanto residencial quanto comercial – tem sido visada, buscando-se um emprego cada vez maior de aparelhos poupadores de água. Ação peculiar, essa redução na demanda permite a disponibilização dos volumes poupados às áreas com demanda reprimida, representando um resultado econômico financeiro positivo e um substancial benefício sócio-ambiental e à saúde pública.

O uso racional de água, sua utilização eficiente e a redução de desperdícios constituem a ação principal junto aos grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas (nível “macro”), aos sistemas públicos e tecnologias de abastecimento de água (captação, estações de tratamento, redes, reservação, adutoras e distribuidoras, ramais prediais e equipamentos – com ações concomitantes a sua efficientização elétrica), e junto às edificações e usos finais (nível “micro”).

A eficiência no uso final da água num determinado equipamento pode ser dada como:

$$\text{Demanda de água}_{\text{útil}} = \text{Água}_{\text{consumida}} - \text{Perdas} \quad (2.4)$$

$$\text{Eficiência no uso da água} = (\text{Água}_{\text{consumida}} - \text{Perdas}) / \text{Água}_{\text{consumida}} \quad (2.5)$$

ou ainda

$$\text{Eficiência no uso da água (\%)} = (\text{Demanda de água}_{\text{útil}} / \text{Água}_{\text{consumida}}) \times 100 \quad (2.6)$$

A eficiência de uso da água mede até que ponto a água captada de determinada fonte é utilizada de modo otimizado para a produção eficaz do serviço desejado, nos setores urbano, agrícola e industrial (enquanto a eficácia mede até que ponto os objetivos definidos são realizados).

A demanda de água útil refere-se ao consumo mínimo necessário num determinado setor, através de um equipamento correspondente a um referencial específico para essa utilização, de forma a garantir sua eficácia. Esse referencial pode ser estimado, para a situação atual e para cenários futuros, com base na evolução da tecnologia e da respectiva vazão mínima necessária.

A demanda real corresponde ao volume efetivamente utilizado, mais as perdas. Esse volume pode ser estimado com razoável rigor para a situação atual, com base nos registros

existentes, e pode ser estimado para cenários futuros também, com base na evolução tecnológica e vazão mínima necessária.

A conservação de água, do ponto de vista da eficiência no uso final, portanto, busca reduzir essas perdas “evitáveis” sem afetar as necessidades de água útil e o aumento da eficiência no uso final. Essas ações de “uso eficiente ou racional” de água na escala dos equipamentos utilizadores de água são, basicamente, ações de combate ao desperdício quantitativo, como a priorização, no setor residencial, por exemplo, do uso de aparelhos sanitários e outros, economizadores de água.

### **2.3 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA**

A utilização eficiente de recursos – energia e água – deve ser, sempre, um dos componentes mais importantes da política energética e de recursos hídricos de qualquer país. Entre as principais ações do PIR está o estabelecimento de “programas de eficiência energética e de conservação de água” e o gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) e das reduções de perdas, objetivando mudanças nos padrões de uso final energético e de uso final da água.

Conforme Jannuzzi e Swisher (1997, p. 83)

chamamos de Programas de Eficiência Energética [e de Conservação de Água] ações organizadas e implementadas por agentes outros que não as companhias de eletricidade [e de distribuição de água e saneamento]. Programas de DSM (*Demand-Side Management*) ou GLD (Gerenciamento do Lado da Demanda) são ações concebidas, implementadas e fundamentadas no contexto de companhias de eletricidade [e de distribuição de água e saneamento].

Constitui-se num Programa, portanto, o conjunto de ações organizadas, orientadas por um plano estratégico que promove as mudanças requeridas e a implementação efetiva das medidas destinadas ao cumprimento das metas de introdução de novas tecnologias, de uso eficiente e de redução de desperdícios<sup>5</sup>.

Assim, os Programas podem ter vários objetivos: o de disseminar informações sobre tecnologias eficientes nos diversos setores da economia; o de incentivo de uso de fontes renováveis; o de substituição de equipamentos, para estabelecer padrões de desempenho

---

<sup>5</sup> O PIR também inclui projetos específicos que são um componente individualizado do Programa (Jannuzzi e Swisher, 1997). Por exemplo, um projeto de marketing e informação pode constituir um programa de chuveiros eficientes para o setor residencial; ou incentivos financeiros ou “leasing”, para a substituição de motores ineficientes na indústria.

energético ou hidráulico de equipamentos, e, ainda, o de induzir, por uma política de preço, a compra de energéticos de origem renovável.

Uma das vantagens dos programas de GLD é a de que podem ser levados a efeito para atingirem um melhor impacto num determinado período estabelecido e podem ser alterados nesse intervalo, enquanto que investimentos e projetos de infra-estrutura devem ser feitos com antecedência e difíceis de serem alterados para se adaptarem às mudanças.

De uma forma sintética, as ações voltadas para ganhos de eficiência energética e de conservação de água podem ser divididas em duas grandes categorias: as de cunho tecnológico e as de caráter comportamental (MME, 2007). As ações podem ser classificadas, ainda, em cinco categorias: substituição de equipamentos, reformas (“retrofitting”) de instalações e/ou equipamentos, substituição de fonte de energia, gestão da carga e otimização de processos, e mudança de hábitos e padrões de utilização.

Entre as principais medidas de fomento à conservação e ao gerenciamento do lado da demanda de energia estão (IEA, 2000 e MARTINS et al., 1999 apud BAJAY, 2007):

- Divulgação de informações
  - Etiquetas com informações sobre consumo energético
  - Selos de qualidade concedidos aos equipamentos mais eficientes do mercado
  - Campanhas de *marketing*
  - Manuais
  - Panfletos
  - Exposições e demonstração de equipamentos eficientes
  - Realização de projetos de demonstração e divulgação de seus resultados
- Capacitação
  - Oferecimento de disciplinas sobre uso eficiente de energia em cursos formais
  - Palestras
  - Cursos de treinamento
- Realização de diagnósticos energéticos
- Otimização da gestão energética

- Uso de tarifas binômias, ao invés de tarifas monômias
  - Uso de tarifas horosazonais
  - Emprego de limitadores de demanda
  - Elaboração e aplicação de planos de gestão energética
  - Utilização de *softwares* que otimizam a gestão energética
- Realização de contratos de desempenho com ESCO's
  - Concessão de incentivos fiscais
  - Facilidades creditícias
    - Para consumidores
    - Para ESCO's
  - Descontos tarifários ("*rebates*") para a aquisição de equipamentos eficientes
  - Doação de equipamentos eficientes
  - Projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de equipamentos eficientes
  - Eficiências mínimas obrigatórias, garantidas por legislação
    - Para equipamentos
    - Para veículos
    - Para edifícios
  - Substituição de fonte de energia, com ganhos sistêmicos de eficiência
  - Adoção de métodos de regulação tarifária para empresas concessionárias que permitem recuperar, nas revisões tarifárias, o investimento em programas de eficiência energética e – com o desacoplamento entre receita e venda, possível, por exemplo, com a regulação tarifária por teto de receita ("*revenue cap*") – até a obtenção de lucros com tais programas
  - Adoção do Planejamento Integrado de Recursos (PIR)
  - Imposição de que as compras do governo sejam de equipamentos eficientes
  - Imposição de cotas de redução do consumo de um determinado energético, durante crises de abastecimento desse energético, por classes de consumidores
  - Realização de acordos voluntários entre classes de consumidores, em geral consumidores industriais energo-intensivos, e o governo, visando a reduções do consumo energético específico
  - Realização de leilões de eficiência energética

- Programas de oferta-padrão de medidas de eficiência energética
- Criação de um sistema de “Certificados Brancos”, que são papéis que comprovam que determinada quantidade de energia foi economizada

Em relação à conservação de água, as principais medidas são:

- Divulgação de informações
  - Etiquetas com informações sobre consumo de equipamentos utilizadores de água
  - Selos de qualidade concedidos aos equipamentos mais eficientes do mercado
  - Campanhas de *marketing*
  - Manuais
  - Panfletos
  - Exposições e demonstração de equipamentos eficientes
  - Realização de projetos de demonstração e divulgação de seus resultados
- Capacitação
  - Oferecimento de disciplinas sobre uso e conservação de água em cursos formais
  - Palestras
  - Cursos de treinamento
- Realização de diagnósticos de perdas físicas de água em sistemas de distribuição
- Otimização da gestão da produção e da distribuição de água
  - Implementação de macromedição
  - Implementação da setorização da distribuição
  - Utilização de *softwares* que otimizam a gestão da distribuição de água
  - Redução de pressões das redes
  - Automação dos sistemas
  - Elaboração e aplicação de planos de gestão para grandes consumidores
  - Manutenção preventiva de hidrômetros
  - Cadastro de hidrômetros e de consumidores
- Realização de integração e troca de experiências entre as empresas de distribuição e saneamento
- Descontos tarifários (“*rebates*”) para a aquisição de equipamentos eficientes
- Doação de equipamentos eficientes

- Projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de equipamentos eficientes
- Eficiências mínimas obrigatórias, garantidas por legislação
  - Para equipamentos
  - Para sistemas de distribuição em edifícios e plantas industriais
  - Específicas para equipamentos de irrigação
- Adoção do Planejamento Integrado de Recursos (PIR)
- Imposição de que as compras do governo sejam de equipamentos eficientes
- Imposição de cotas de redução de captação de água para plantas industriais e irrigação
- Realização de acordos voluntários entre classes de consumidores, em geral consumidores industriais hidro-intensivos, e o governo, visando a reduções do consumo específico de água
- Programas de oferta-padrão de medidas de conservação de água
- Criação de um sistema de “Certificados Brancos”, que são papéis que comprovam que determinada quantidade de água foi economizada

A par dessas medidas, o controle das águas subterrâneas deve ser prioridade, com ações específicas, quer sejam no setor industrial e na agricultura, quer no abastecimento público e autônomo.

## **2.4 AS APLICAÇÕES RECENTES DE PIR NO MUNDO, A EXPERIÊNCIA E AS PRODUÇÕES ACADÊMICAS NO BRASIL**

A promoção de um planejamento integrado que ofereça segurança no fornecimento, eficiência econômica, proteção ambiental, uso eficiente e racional de recursos energéticos e hídricos, não é prerrogativa de concessionárias, devendo ser necessárias ações do governo – ações conscientes em busca de soluções socialmente eficientes – através de legislação e políticas sólidas e adequadas para favorecer a sociedade como um todo.

Nos Estados Unidos da América a Lei “*Clean Air Act*”, de 1970, já tratava o setor energético dependente das questões ambientais. Este ato conduziu a Agência de Proteção Ambiental (EPA) local a promover ações de controle sobre o meio ambiente em todo o país. A

Lei “*Public Utility Regulatory Policies Act*” (PURPA), de 1978, encorajou as concessionárias de energia a investir em conservação e eficiência energética.

O “*Energy Policy Act*”, de 1992, recomendava ao DoE (*Department of Energy*) dos EUA, o desenvolvimento de uma política energética baseada numa estratégia de custo mínimo, incorporando os custos ambientais, sociais e tecnológicos das várias fontes de energia de forma ampla, incluindo os custos ambientais decorrentes da produção e transmissão da energia elétrica (DoE, 2006).

Em anos recentes, organizações, especialmente companhias de água e saneamento e de eletricidade têm estabelecido, em vários estágios, o gerenciamento integrado de água e energia, desenvolvendo uma capacidade institucional correspondente.

Importante aspecto do PIR, o GLD (Gerenciamento pelo Lado da Demanda), apresenta, atualmente, cerca de 1.300 programas nos Estados Unidos que, incorporados ao PIR, recebem incentivos regulatórios do setor elétrico. Mecanismos de incentivos para minimizar custos operacionais, perdas por redução nas vendas de energia e para recuperação de eventuais prejuízos devidos à adoção de programas de GLD são freqüentemente incluídos, sob a ótica da avaliação global, o que transcende as metas das empresas concessionárias.

Ainda nos EUA, várias experiências de PIR no setor de água e saneamento têm sido realizadas no nível de governo, desde 1996, mas existem restrições por parte de empresas. Nos estados de Connecticut e do Texas os planos de conservação de água são acompanhados de planos suplementares (*Connecticut Water Supply Planning Program*), e separados do aumento de oferta, raramente integrados sob uma abordagem do PIR. No relatório principal comentava-se que “se um plano de conservação de água for elaborado apenas por ‘amor a planos’, então o plano será um monte de papéis, um desperdício de árvores, arquivos cheios e empoeirados, agravando nossas alergias”.

O Departamento de Esgoto Metropolitano de San Diego, EUA (MWWD) elaborou no início desta atual década, um plano estratégico para 10 anos, com o objetivo de reduzir a energia consumida nos departamentos de esgoto da Califórnia em, pelo menos, 7% e reaproveitamento de água para processos industriais e irrigação de jardins. A MWWD implementou também um

sistema de co-geração de energia para suas unidades usando o gás metano das estações de tratamento de esgoto.

A *Columbus Water Works*, da cidade de Columbus, Geórgia, EUA, propôs à Prefeitura um programa de gestão de energia para assegurar a redução de custos de operação, integrando ações de produção de água limpa e uso de energia.

A Companhia de Tratamento de Esgoto de Fairfield, Ohio, EUA, tem implementado um gerenciamento de demanda de energia em horas de pico, e um grupo “ad hoc” da Companhia discute regularmente novas tecnologias e idéias de efficientização de energia nos sistemas de tratamento.

Desde 1995, as agências de governo da China têm procurado encorajar o PIR no país com:

- estímulo às empresas de energia para adotarem este modelo e realizarem programas de GLD;
- oferecimento de suporte financeiro às empresas para cobertura dos custos iniciais com o PIR e GLD;
- revisão de leis, regulamentos e resoluções que não considerem o PIR e o GLD, modificando-as.

Vários estudos na China, desde então, têm conduzido programas de GLD, objetivando reduzir o uso de eletricidade e o pico de demanda em aproximadamente 20 a 40%, com benefícios para o setor residencial, empresas comerciais e indústria.

A experiência de outros países asiáticos em desenvolvimento mostra que é possível financiar o PIR e programas de GLD através de taxas nas contas de energia elétrica viabilizadas pela redução no consumo. É possível também regular a remuneração da empresa de maneira que os esforços de PIR e GLD maximizem, ao mesmo tempo, seus lucros e os benefícios para a sociedade.

A empresa nacional de geração elétrica da Tailândia implementou com sucesso, desde 1997, um PIR e um programa de GLD para cinco anos, investindo US\$ 189 milhões para alcançar

uma meta de economia anual de 1.427 GWh (1,5% do consumo total de eletricidade do país) e uma redução na demanda de pico de 238 MW, já naquele primeiro ano do programa ([www.aceee.org/pubs/i953.htm](http://www.aceee.org/pubs/i953.htm)).

O Quadro de Companhias Públicas de Água (PUB) de Cingapura adotou a dupla abordagem oferta-demanda do PIR para administrar uma demanda de 124 milhões de m<sup>3</sup> de água por dia; além disto, adotou um gerenciamento eficiente de seus suprimentos de água desde a fonte até o sistema de distribuição, e o aperfeiçoamento das medidas de conservação de água.

Na Índia, a Corporação Municipal de Ahmedabad (AMC) planejou estabelecer mudanças institucionais com um gerenciamento de energia e desenvolvimento de um plano de gestão abrangente que permitiria a economia de energia nos sistemas de bombeamento de água da cidade. Outras cidades como Vadodara, Pune, Faridabad e Indore têm acompanhado este modelo. A Corporação Municipal de Pune (PMC), Maharashtra, com o apoio da USAID e da Parceria Ambiental Asiática dos Estados Unidos, tem implementado um planejamento de água e energia cujos principais objetivos são ([www.punecorporation.org](http://www.punecorporation.org), 2007):

- dar suporte e institucionalizar células de gerenciamento de energia na PMC;
- desenvolver e avaliar *benchmarks* de eficientização de água e energia para a futura expansão de indústrias;
- estudar melhorias potenciais em taxas estruturais e recolhimento de mecanismos para água;
- estabelecer e alcançar objetivos de curto e longo prazos para economias de água e energia baseados em sistemas amplos de controle de energia.

A “Economics Commission for Africa” (ECA) das Nações Unidas tem realizado, nos últimos dez anos, estudos e tem treinado membros das “Regional Economic Communities” (REC’s) da África para desenvolvimento do PIR na região. A crise energética na África subsaariana e as severas secas durante a década de 1990 estavam aliadas a um frágil planejamento energético que no passado não investiu, tempestivamente, na capacidade de geração e na expansão da transmissão. O Zimbábue e a África do Sul (Cape Town) experimentaram blecautes e racionamento de energia devido ao adiamento destes investimentos. A criação da SAAP (Southern Africa Power Pool), em 2001, tem tratado estas questões sob a

ótica do PIR, ao capacitar “experts” para utilizar ferramentas analíticas que permitem aplicar corretamente os princípios do PIR. Foi constatado que o planejamento de caráter regional poupou substanciais investimentos em relação ao planejamento nacional.

Nessa esteira, os países do Leste da África, através da “The East African Community” (EAC), com apoio da IAEA (International Atomic Energy Agency), também elaboraram, no final da década de 1990, um Plano denominado “East African Power Plan”; esse plano identificou projetos com custos mínimos para produção de energia garantindo a oferta de eletricidade naquela região, que também sofreu, naquela década, secas e um desequilíbrio na geração hidrotérmica de energia.

Na África do Sul, desde 2002, a ONG Rand Water, localizada em Gauteng, Johannesburgo, investe num programa de GLD – para conservação de água - chamado “*Water Wise*” direcionado para o caso de escassez da água<sup>6</sup>, obtendo resultados positivos em termos de desenvolvimento de tecnologias de efficientização de água.

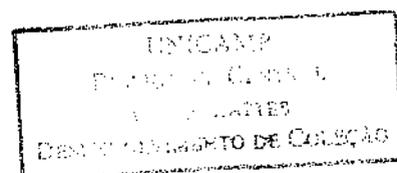
Os altos custos de energia, deficiência no serviço de energia, e uma frágil infra-estrutura de produção e distribuição motivaram a Companhia de Água de Gana (GWC), apoiada por consultores e ONGs, a implementarem um plano integrado objetivando o fornecimento de água limpa e energia com preços acessíveis à população a partir de privatizações nos setores – objetivo central para seus planos de desenvolvimento.

Na Colômbia, as empresas públicas de Medellín (EEPPM) desenvolveram “um planejamento integrado com programas para adiar investimentos em projetos de expansão, prevenir fornecimento de água inadequado, melhorar a imagem comum das empresas e reduzir vendas subsidiadas de água em diferentes níveis socioeconômicos (ACE, 2002). Os resultados apontaram para uma redução do consumo em 3% por ano, no período de 10 anos, e, ainda, o desenvolvimento de um sistema de medição e monitoramento de consumo de água e a criação de uma equipe de gerenciamento integrado de energia dentro das companhias.

A *Sidney Water*, Sidney, Austrália, realiza sistematicamente ações de efficientização em seus sistemas de fornecimento de água potável e serviços de esgoto para mais de quatro milhões

---

<sup>6</sup> [www.randwater.co.za/waterwise/water\\_wise\\_Default.as](http://www.randwater.co.za/waterwise/water_wise_Default.as).



de pessoas, através de um plano integrado, adotando medidas voltadas para o gerenciamento pelo lado do fornecimento.

#### □ Experiências e produções acadêmicas sobre PIR, no Brasil

O governo brasileiro, no segundo semestre de 2002, através da Secretaria de Energia do MME, iniciou estudos pioneiros de PIR nas bacias dos Rios Piracicaba, Jundiá, Capivari e Alto Tietê, na região Sudeste, Rio São Francisco, na região Nordeste, e Rio Xingu, na região Norte, constituindo-se nas primeiras iniciativas governamentais (e também em relação ao setor privado), infelizmente descontinuadas pelo governo presente, deste enfoque de planejamento.

A produção acadêmica no Brasil, abordando o PIR, tem sido fomentada no âmbito da Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. O trabalho de tese de Máximo Luiz Pompermayer intitulado “O gerenciamento da demanda de eletricidade em centros urbanos da região amazônica: possibilidades e estratégias para o setor residencial”, finalizado em 1998, explorou as possibilidades e mecanismos de melhoria na eficiência no uso final de energia, particularmente a eletricidade, através dos programas de gerenciamento do lado da demanda, no âmbito do planejamento integrado de recursos. Seu trabalho avaliou tais possibilidades no setor residencial das regiões urbanas das cidades de Manaus, AM, Porto Velho, RO e Macapá, AP.

A tese de doutorado de Guilherme de Castilho Queiroz, defendida em 1999, denominada “Uma metodologia para a tomada de decisão combinando princípios do PIR e critérios de estudos de impactos ambientais” desenvolveu uma metodologia de tomada de decisão procurando enfatizar aspectos que contribuem para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, agregando três ferramentas: planejamento integrado de recursos, estudos de impactos ambientais e avaliação de múltiplos objetivos. Essa metodologia foi aplicada na região da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Capivari.

Outro trabalho é a tese de doutorado de Álvaro Afonso Furtado Leite, defendida em 2006 e intitulada “Prospecção de mercados regionais de energia, associada a planos energéticos nacionais e projeções estaduais, como contribuição a um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas”. O trabalho apresentou um estudo para um PIR de cunho indicativo nas bacias hidrográficas do País, centrado em torno da disponibilidade, custo e qualidade da água,

energia elétrica e gás canalizado. Foram realizados estudos prospectivos para o Estado de São Paulo e para a região da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRH-PCJ).

Recentemente, em 2008, a dissertação de mestrado de Ricardo da Silva Manca “O Planejamento Integrado de Recursos do setor energético como base para o gerenciamento dos recursos hídricos: aplicabilidade para o setor de abastecimento público de águas em áreas urbanas” inseriu uma discussão acerca da aplicabilidade do planejamento integrado de recursos voltado para a água. O trabalho também levantou o estado da arte do PIR e se apoiou nos seus conceitos para propor um modelo capaz de gerenciar as opções praticáveis para melhor aproveitamento das fontes alternativas que possam aumentar a oferta de água em direção a um PIR da Água.

A Universidade de São Paulo, através do GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica, também apresentou um trabalho interdisciplinar - a tese de doutorado denominada “Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)”; defendida por Miguel Edgar Morales Udaeta, em 1997, o trabalho demonstrou os fundamentos e uma primeira etapa de implementação de processos relativos ao PIR. Esses fundamentos estabelecidos ao longo do tempo, entre outras atividades desenvolvidas no período de realização do trabalho, permitiram criar uma linha de pesquisa específica em PIR e a sua aplicabilidade na região do Médio Paranapanema, no Estado de São Paulo.

No ano de 2003, na Universidade Federal de Santa Catarina, realizou-se o trabalho de tese de doutorado de Roberto Sergio Farias de Souza, intitulado “Planejamento Integrado de Recursos no fornecimento de água tratada para o sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza: proposta e metodologia”. Esse trabalho foi uma primeira iniciativa de PIR para o setor de abastecimento de água no País, aplicando-se os processos e as diretrizes deste modelo de planejamento.

Este trabalho traz várias inovações em relação ao PIR. A primeira delas é a associação do PIR aos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, estabelecendo-se um modelo – no âmbito macro - que permite o tratamento integrado dos recursos energia elétrica, combustíveis e

água - três importantes vetores de desenvolvimento regional. O trabalho apresenta também uma metodologia de projeção integrada das demandas de energia e de água em níveis municipais, para a região de uma bacia hidrográfica, utilizando uma mesma estrutura para os dois recursos. Outra inovação importante é o tratamento das relações funcionais entre energia e água no âmbito micro de plantas industriais, desenvolvendo-se, igualmente, uma abordagem de integração na gestão desses recursos via planejamento integrado. Essa gestão considera a determinação de parâmetros indicadores de eficiência energética e de uso da água, pouco ou não utilizados pela indústria, que possam auxiliar na exploração dos potenciais de economia existentes e na implementação de medidas de efficientização. A tese contribui, ainda, com a sistematização de programas integrados de conservação de energia e de água formulados simultaneamente, através de políticas com objetivos recíprocos.

## **Capítulo 3**

### **O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS POR BACIAS HIDROGRÁFICAS: MODELO DE INTEGRAÇÃO DO PIR AOS PLANOS DE BACIAS**

Neste capítulo apresentam-se, primeiramente, as iniciativas do governo brasileiro para a aplicação do PIR no país, em 2002, quando havia – e ainda há – uma oportunidade histórica para implantar-se um planejamento de cunho indicativo envolvendo o setor energético e o de recursos hídricos. Em seguida, justifica-se o PIR por bacias hidrográficas, em vista dessa oportunidade, da importância e das necessidades do modelo para esses dois setores brasileiros. Na seção seguinte, descreve-se historicamente a situação da gestão dos recursos hídricos no Brasil, a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – e dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias - base sobre a qual será assentado o Planejamento Integrado de Recursos por Bacias Hidrográficas. O capítulo encerra-se com a modelagem de integração entre o PIR e os Planos de Recursos Hídricos, delimitando-se as indicações metodológicas gerais para o modelo integrado.

#### **3.1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS**

Como comentado no Capítulo 2, na seção 2.4, o governo brasileiro, no segundo semestre de 2002, através da Secretaria de Energia do MME, juntamente com parceiros, iniciaram estudos de PIR nas bacias dos Rios Piracicaba, Jundiaí, Capivari e Alto Tietê, na região Sudeste (EMAE, no caso do Alto Tietê); do Rio São Francisco, na região Nordeste (CHESF e CODEVASF), e do Rio Xingu, na região Norte (Agência Nacional de Águas – ANA e ELETRONORTE), mas descontinuadas pelo governo presente.

Naquela oportunidade, havia razões, que se mantêm, para tal proposição:

- i) a necessidade de realizar, regularmente, estudos de inventário e de viabilidade de novos empreendimentos hidrelétricos;
- ii) a expectativa de se construírem termelétricas, especialmente a gás natural, no médio e no longo prazos;
- iii) a implantação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, incluindo a criação dos comitês de bacias hidrográficas e agências de águas.

De acordo com Bajay (2004), no caso do Rio Xingu previam-se importantes atualizações de estudos de inventário e viabilidade sob a ótica do PIR. Para as bacias da região Sudeste, seriam destacadas as questões de localização de novas usinas termelétricas e o uso da água para fornecimento municipal e saneamento, enquanto na bacia do Rio São Francisco seria considerado o uso da água para a atividade de irrigação.

A posição do governo atual contrapõe-se à necessidade de uma formulação integrada de políticas públicas nas áreas de energia, meio ambiente e recursos hídricos, existindo, não obstante, elementos para esta formulação. Nesse contexto, a idéia central é a de que o PIR deva ser incorporado no Brasil como um processo que permita integrar as estratégias de produção, transmissão, distribuição, uso da energia e a produção, distribuição e uso da água, levando em conta os Planos de Recursos Hídricos de Bacias. É desejável, também, que os programas de conservação de energia e de água sejam integrados, como se faz hoje em quase todos os países desenvolvidos em relação aos setores elétrico e de gás canalizado.

Em função de apresentar forte convergência entre suas etapas de execução, o PIR expandido, para considerar a utilização adequada de recursos naturais e os Planos de Bacias, pode encontrar, de forma integrada, “a realização continuada e monitorada da exploração ótima [dos recursos] ao longo do tempo no curto e longo prazo” (UDAETA, 1997).

### **3.2 A PROPOSTA DE PIR POR BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Atualmente, a implementação de um planejamento indicativo descentralizado deve ser alicerçada pelo PIR, no Brasil, em uma conceituação mais ampla no âmbito das bacias hidrográficas. Segundo Bajay et al. (apud BAJAY e LEITE, 2004):

O PIR é a forma mais avançada de planejamento que se conseguiu estabelecer para os setores elétrico e de gás canalizado. Esta abordagem permite um tratamento equiparável dos recursos 'do lado da oferta' e do 'lado da demanda', e a seleção [...] da 'carteira' de recursos a serem implementados é feita através de uma análise multiobjetivo, que permite se buscar soluções de compromisso entre objetivos conflitantes. (p. 1407)

Dependente cada vez mais das políticas ambientais e da utilização dos recursos hídricos descentralizadas, o planejamento do setor energético deve encontrar no âmbito das instâncias de meio ambiente e de recursos hídricos a melhor forma de envolvimento dos governos municipais agregados por bacia hidrográfica. Em todo o mundo, o planejamento participativo, envolvendo diversos níveis governamentais, e a iniciativa privada, através de suas instâncias mais representativas, é o que mais se aproxima da forma sustentável. Como expressa o Grupo Parceria Mundial pela Água - GWP, esse tipo de planejamento para os recursos hídricos "é um processo que favorece o desenvolvimento coordenado da água, do território e dos recursos associados, a fim de maximizar de uma maneira equânime o bem-estar econômico e social, sem comprometer a perenidade dos ecossistemas vitais". (GWP, apud Camdessus et al., 2005, p. ). Sob esse enfoque sistêmico, o planejamento passa a unir dinamicamente as dimensões ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais.

Há circunstâncias favoráveis para se implantar um PIR por bacias hidrográficas:

- O setor energético tem sérias preocupações com o meio ambiente em problemas de diversas ordens para definir critérios e procedimentos para a formulação de políticas energéticas, para o planejamento da expansão da oferta de energia do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, bem como para a implementação de grandes projetos como hidrelétricas, reservatórios e tratamento de áreas alagadas;
- A necessidade de promoção e da elaboração de estudos conjuntos com os órgãos ambientais e de recursos hídricos levando em conta as interfaces existentes entre os setores;
- A necessidade de articulação do setor energético com outras instituições e setores ambiental e de recursos hídricos, com vistas à identificação, discussão e proposição de soluções para questões de sustentabilidade ambiental do setor energético;

Além disso, o PIR por bacias hidrográficas é uma forma descentralizada de planejamento, e pode encontrar, nos Comitês de Bacia Hidrográfica, o seu pleno desenvolvimento, com as

condições essenciais para a implementação de planos que incorporem as necessidades energéticas, além das ambientais e de recursos hídricos e as dimensões sociais do planejamento participativo. Assim, o modelo proposto neste trabalho oferece uma ferramenta de integração entre o PIR e os Planos de Recursos Hídricos de Bacia, com o envolvimento de tais planos.

Nessa abordagem, ao se planejar os recursos hídricos, planejam-se os recursos energéticos, simultaneamente, no mesmo fórum; e, se existe o desafio do planejamento energético descentralizado, o PIR por bacias hidrográficas é uma resposta para esse desafio. É uma contribuição para o equacionamento do impasse existente entre o desenvolvimento energético e a preocupação ambiental, aproveitando-se da peça jurídica da PNRH que permite essa homogeneização de procedimentos, reduzindo-se as limitações e dificuldades institucionais e, do ponto de vista operacional, fazendo-se os Comitês de Bacia funcionarem efetivamente.

O efeito natural é que a proposta permite elaborar-se um planejamento indicativo por agregados de municípios pertencentes àquela região geográfica, pois a demanda por bens e serviços pelo cidadão ocorre nos níveis locais, valorizando a forma descentralizada. Proporciona, ainda, a superação de dificuldades e de barreiras intransponíveis de pequenos e médios municípios para se atingir o desenvolvimento socioeconômico, associando-se a outros maiores, de forma que a soma de esforços e de recursos possibilite a organização completa de uma instituição para exercício das atividades de planejamento integrado com autonomia.

Nesse modelo, os estudos de inventário e de viabilidade dos empreendimentos de geração elétrica compreendem tanto os economicamente mais atraentes como os de interesse estratégico, os planos de recursos hídricos das bacias em que estarão localizadas as usinas, e não somente os empreendimentos em questão. Por sua vez, as atividades políticas de fomento a uma maior difusão do gás natural, geração distribuída de energia elétrica, novos programas de eficiência energética, programas de universalização do acesso ao fornecimento de energia elétrica, e o seu correspondente planejamento, podem ser executados com eficácia pelos governos estaduais, explorando, com melhor conhecimento de causa e facilidade de interações com agentes públicos, privados e interessados, as potencialidades locais (BAJAY, 2005).

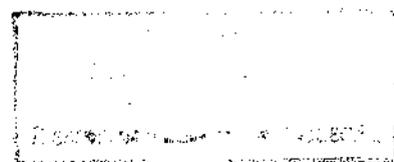
Para que se atinjam as metas do PIR por bacias hidrográficas, esses agentes devem articular-se com uma visão coletiva, sob um arcabouço legal e regulatório, pressupondo as esferas

estatais interagindo com a sociedade civil sob as vistas de uma eficiente organização política local. Sob esse aspecto, o papel do Estado na utilização dos recursos não pode prescindir de uma abordagem a partir da forma de sua organização e dos principais instrumentos legais que regem o assunto.

Modelar o PIR por bacias hidrográficas, abrangente quanto aos recursos – energia e água –, quanto à oferta e à demanda, quanto aos supridores e consumidores, quanto ao tempo e à região (território, ambiente cultural, socioeconômico e político), requer, portanto, necessária e suficientemente, o tratamento dos tópicos que definem o PIR e os Planos de Recursos Hídricos de Bacia, especialmente sob os termos e condições destes.

Visando à integração, os tópicos principais a serem cumpridos são:

- Previsões de demanda de energia e de água.
- Estudos do suprimento, da transmissão, distribuição e alternativas de precificação de energia e de água.
- Análise da gama de recursos de suprimento disponíveis com exame das tecnologias de eficiência energética e de conservação de água e de gerenciamento pelo lado da demanda.
- Estabelecimento da carteira de recursos alternativos.
- Consideração da relação dinâmica energia-água – esta deve obedecer à gestão dos recursos hídricos que deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e, em situações de escassez, atribuir prioridade de uso dos recursos hídricos ao consumo humano e à dessedentação de animais.
- Análise do plano de ação, adequando as necessidades de energia e de água do curto e do longo prazo, de forma detalhada, mostrando claramente o comprometimento do planejamento com as diferentes ações que conduziram o processo do PIR por bacia hidrográfica.



- Apresentar a co-participação concreta do Comitê de Bacia e das entidades de planejamento, representadas pelos atores envolvidos nas atividades da bacia hidrográfica, responsáveis e interessados, no momento de elaboração do plano e na revisão final.
- Dar transparência e abrangência ao plano, e permitir a intervenção, com o objetivo de aplicá-lo à bacia hidrográfica em estudo.
- Na esfera institucional, identificar as tarefas específicas, as atribuições organizacionais conjuntas, as datas das execuções dos trabalhos, e os orçamentos básicos e complementares.

### **3.2.1 A gestão de recursos hídricos e saneamento no Brasil – perspectiva histórica e situação atual**

O traçado de uma linha de tempo dos fatos socioculturais ocorridos no Brasil basta para constatar que, nos últimos vinte anos, a legislação ambiental brasileira evoluiu sobremaneira, motivada, na essência, pelas crises do modelo desenvolvimentista da década de 1970, pela crise geral de uma matriz energética, de um modelo industrial e de uma estrutura de insumos e matérias-primas.

O Estado Brasileiro tem, aos poucos, vencido o modelo burocrático – sensível ao Código das Águas, de 1934, que não promoveu um gerenciamento integrado de bacias hidrográficas – e a submissão às políticas que não estabelecem o planejamento estratégico e a negociação política direta, como a experiência vivida com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF, em 1948<sup>7</sup>.

De maneira geral, no ordenamento jurídico brasileiro, a proteção legal ao ambiente tem apresentado uma evolução normativa a partir do Código de Águas, do Código Florestal (Lei nº 4.771/65), do Código de Pesca, de 1967, e do marco que inseriu no direito brasileiro o conceito legal de meio ambiente e a água como recurso ambiental: a lei nº 6.938, de 31 de julho de 1981.

---

<sup>7</sup> O uso dos recursos hídricos dava prioridade à geração de energia elétrica, numa abordagem incapaz de promover um gerenciamento integrado da bacia hidrográfica e a proteção ambiental. A CODEVASF foi criada para promover o desenvolvimento e a revitalização dos rios São Francisco e Parnaíba. Hoje, essa empresa pública está vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

A constitucionalização da proteção ambiental no Brasil, a partir de 1988, consignou um nível de amparo e de conscientização jamais alcançado, passando a sociedade a dispor de uma tutela jurisdicional e de instrumentos significativos para promover a defesa do ambiente, tal como hoje a entendemos. A Constituição Federal de 1988 alterou o Código das Águas, inicializando as bases de uma efetiva gestão de recursos hídricos, e estabeleceu que os corpos d'água fossem, todos agora, de domínio público, extinguindo o domínio privado<sup>8</sup>.

Assim, a competência legislativa neste assunto, segundo a Constituição Federal, pode ser privativa da União (art. 22), concorrente entre União, Estados e Distrito Federal (art. 24), dos Estados (art. 25, § 1º), dos Municípios (art. 30, I e II) e do Distrito Federal (art. 32, § 1º) (GRANZIERA, 2006). Ainda, o mesmo artigo 22 em seu parágrafo único confere aos Estados, através de lei complementar, uma competência para legislar sobre a matéria: “os Estados podem dispor sobre o aproveitamento de seus bens e a utilização dos recursos hídricos sob o seu domínio, nos termos da competência que lhes conferem os artigos 25, § 1º, (competência remanescente) e 26, incisos I e II”.

A inércia do Congresso Nacional, entretanto, não tem permitido avançar nesse tema, objeto apenas de alguns esboços de normas, mantendo a competência privativa da União, extremamente centralizadora.

O papel do Estado e da administração pública, no entanto, foi definido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), através da lei nº 9.433/97, fundamentando a descentralização da gestão dos recursos hídricos com a participação do Estado, usuários e sociedade civil nos comitês de bacia hidrográfica – os novos fóruns de decisão no âmbito de cada bacia. Segundo a lei, o Estado é responsável pelo gerenciamento interinstitucional e pela supervisão do gerenciamento ambiental.

Nesse panorama, instituições, organizações públicas e privadas que estão envolvidas com a administração dos recursos hídricos, atuam em diferentes esferas do poder público, configurando

---

<sup>8</sup> A Constituição Federal de 1988 indica que os corpos d'água podem ser de dois tipos: 1) de domínio da União (para os rios ou lagos que banhem mais de uma unidade federada ou que sirvam de fronteira entre o território brasileiro e o de um país vizinho ou que dele provêm ou para ele se estendam); 2) como bens dos Estados e do Distrito Federal (rios que nascem e tem foz dentro do mesmo Estado, e ainda, águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, salvo as decorrentes de obras da União).

um quadro político-institucional complexo e, pela natureza dos problemas de recursos hídricos, passam a exigir a participação direta da sociedade para a sua solução.

Esse processo de amadurecimento resultou em significativos avanços na legislação de recursos hídricos, mas a política atual não estabelece ou pouco favorece os mecanismos de mobilização e organização da sociedade civil. Tornou-se um desafio para o Estado a inclusão dos grupos sociais nos processos de decisão geridos sob pressões políticas e pela praxe arraigada de gestão centralizadora de poder, informação e recursos.

A criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos em 1997, com a promulgação da lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, levou a administração federal a dividir a coordenação da gestão dos recursos hídricos no País entre a SRH – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente e a ANA – Agência Nacional de Água. À SRH compete implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, propor normas, definir estratégias, implementar programas e projetos, nos temas relacionados com: I – a gestão integrada do uso múltiplo sustentável dos recursos hídricos; II – a implantação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos; III – a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e IV – a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre eles a outorga de direitos de uso de recursos hídricos de domínio da União, de lançamento de efluentes em cursos d'água de domínio da União, exceto para aproveitamento de potenciais hidráulicos, e em conformidade com os critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. A SRH exerce, ainda, as atividades de secretaria executiva do CNRH.

A lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, dispõe sobre a criação da ANA e estabelece, no rol das suas competências, a de

Artigo 3º:

I – supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;

II – disciplinar em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;

III – vetado;

IV – outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos hídricos de domínio da União, observado o disposto nos artigos: 5, 6º, 7º e 8º;

V – fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água da União;

VI – elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos na forma do inciso VI do art. 38 da Lei nº 9.433, de 1997.

E ainda, no artigo 4º, XII: “definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios de agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas”.

A outorga para aproveitamento hidrelétrico da água é atribuição da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, ao passo que o Ministério da Integração Nacional é responsável pela implementação do PRONID – Programa Nacional de Irrigação e Drenagem, cujo objetivo é o de promover e consolidar o desenvolvimento sustentável de áreas irrigadas e irrigáveis. Para fins de irrigação, o aproveitamento das águas e solos rege-se pela Política Nacional de Irrigação, fixada na lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979, alterada pela lei nº 8.657, de 21 de maio de 1993, e regulamentada pelo decreto nº 89.496, de 29 de março de 1994 e alterado pelo decreto nº 2.178, de 17 de março de 1997.

Sujeitos à outorga pelo poder público, o abastecimento público de água potável e o saneamento, que afetam a qualidade e a quantidade existentes, são garantidos pela lei nº 9.433/97, no art. 12, incisos I, II e III:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

No Brasil, os serviços de saneamento são prestados por empresas estaduais e concessionárias de serviços públicos de saneamento; estas, sob contratos previstos nas leis nº 8.987/95 e nº 9.074/95, que regulamentaram o art. 175 da Constituição Federal e da lei nº 11.079,

de 30 de dezembro de 2004, que institui, por sua vez, normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública (GRANZIERA, 2006).

No que concerne à formulação da política e da execução das ações de saneamento básico, a Constituição Federal, em seu artigo 200, assegura ao Sistema Único de Saúde a participação nessas ações; e a lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, que regula as ações e os serviços de saúde, incorpora o saneamento básico e o meio ambiente como fatores determinantes e condicionantes de saúde (art. 3º), estabelecendo competências à União, aos Estados e ao Distrito Federal e aos Municípios, para participarem da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico e colaborarem na proteção e recuperação do meio ambiente.

Em meio aos principais documentos legais que disciplinam a matéria, a Medida Provisória nº 2.166 de 24 de agosto de 2001, entre outras disposições, conceitua a Área de Preservação Permanente (APP) como de relevada importância na preservação dos recursos hídricos. As Resoluções CONAMA nº 302 e nº 303, de 20 de março de 2002, exercem papéis fundamentais nos processos de licenciamento ambiental e dispõem sobre os parâmetros, as definições e os limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Não há, entre os Estados brasileiros, um modelo único para a administração dos recursos hídricos. Atualmente, 17 Estados e o Distrito Federal já aprovaram suas leis sobre a Política e o Sistema Local de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que permitiram a criação, até julho de 2007, de 104 Comitês de Bacias Hidrográficas, conforme Tabela 3.1, sendo 97 em rios de domínio estadual e 7 em rios de domínio da União: São Francisco, Verde Grande, Paranaíba, Doce, Pomba Muriaé, Paraíba do Sul e Piracicaba-Capivari-Jundiá.

Tabela 3.1: Comitês criados em Estados brasileiros até 2007.

SP	MG	RS	SC	CE	PE	PR	ES	SE	GO	PB	RJ	Total
21	18	16	15	8	8	4	3	1	1	1	1	104

Fonte: ANA, 2007.

Os comitês são órgãos públicos colegiados formados por representantes da sociedade civil e do poder público, com caráter normativo, deliberativo e jurisdicional, mantidos por recursos públicos e vinculados organicamente à estrutura administrativa de um estado, do Distrito Federal

ou da União e de municípios, conforme a abrangência da bacia. São organizações que materializam a descentralização da política de águas (CARDOSO, 2003). O art. 8º da lei nº 9.433/97 determina que os Planos de Bacia Hidrográfica, que estão no âmbito de atuação dos comitês e aprovados por estes, sejam elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o país; e o art. 37 define a área de atuação dos comitês (incisos I, II e III):

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

É no comitê, portanto, por meio de decisões que representem o desejo predominante de seus integrantes, que se garante a efetividade de toda a política de recursos hídricos com a aprovação e o cumprimento dos planos de recursos hídricos, na forma do art. 6º da lei nº 9.433/97, que tem por objetivo “fundamentar e orientar a implementação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos”.

As Agências de Águas integram o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e sua criação está condicionada à solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica, autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Comitês Estaduais de Recursos Hídricos, conforme preconiza o art. 42 da lei nº 9.433/97. Sua função é a de secretaria executiva dos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, e, no entendimento de Granziera (2006), “as Agências aptas a efetuar a cobrança pelo uso da água somente poderiam ter natureza pública, com delegação da União”, mas, conforme a mesma autora, as experiências vivenciadas na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba do Sul, na cobrança pelo uso dos recursos hídricos, “apontaram para a possibilidade de associações civis receberem delegação para atuarem como Agências de Águas” (2006). A lei nº 10.881/04 restringe a cobrança, que permanece sob a competência da ANA, e instrumentaliza as entidades civis de recursos hídricos como delegatárias do CNRH para atuarem como Agências de Bacia.

O Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos está em fase de implantação, sob a égide de uma lei principal que representa um passo inicial para um efetivo gerenciamento com vistas a alcançar os princípios e objetivos propostos (GRANZIERA, 2006). É um processo que

deve ser aperfeiçoado pelos esforços legislativo, regulamentador e controlador, com a participação de usuários, da sociedade civil e dos municípios nos Comitês, como condição fundamental para assegurar o comprometimento de cada um no cumprimento das metas iniciais e na garantia de que outras façam avançar nas decisões e soluções das questões de recursos hídricos.

### **3.2.2 O PIR e os Planos de Recursos Hídricos de Bacia – Indicações metodológicas gerais para um modelo integrado**

As necessidades de energia elétrica, o consumo de água e o uso e ocupação do solo<sup>9</sup> são as diretrizes para os estudos sobre a integração dos recursos em bacias hidrográficas.

A forma de gerenciamento concebida para o Brasil, conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos (2006),

enquadra-se no modelo sistêmico de integração participativa, que determina a criação de uma estrutura na forma de matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções específicas, e adota o planejamento estratégico por bacia hidrográfica, a tomada de decisão por intermédio de deliberações multilaterais e descentralizadas e o estabelecimento de instrumentos legais e financeiros.

Nessa estrutura, os comitês de bacias têm a função de aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia, acompanhar sua execução e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas.

Em bacias que contêm rios de domínio federal, o artigo 4º da Lei nº 9.433/97 estabelece que “a União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum”. No entanto, os estudos de planejamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas têm sido realizados sem a participação dos comitês, não se configurando, portanto, em Plano de Recursos Hídricos de Bacia, oferecendo apenas subsídios para a construção efetiva dos planos de bacia.

---

<sup>9</sup> No aspecto de ocupação do solo, na forma fixada pelo artigo 7º da Lei nº 9.433/97, o Plano de Bacia pode estabelecer indiretamente um zoneamento, ordenamento, parcelamento e ocupação do solo como pode também alterá-los. Requer solução legal para o conflito com a autonomia do município na promoção do adequado ordenamento territorial, garantida pela Constituição Federal no artigo 30, inciso VIII.

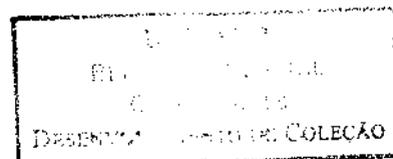
A importância desses planos, como instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, é destacada por Conejo (apud Granziera, 2006) em que:

para caracterizar a escassez atual ou futura é básica a existência de estudos de planejamento, onde se requer o conhecimento da quantidade de água para cada seção do curso d'água, da capacidade de autodepuração e da qualidade correspondente, e da demanda atual e prevista. Pode-se, então, definir metas-limite para derivação de água e usos consuntivos, uso da capacidade de assimilação, assim como hierarquizar prioridades entre seus múltiplos usos. Nesse caso está-se usando indicadores do tipo demanda, disponibilidade, carga poluidora, carga assimilável, que caracterizam o controle por objetivos. (1993, p 141)

A associação dos planos de recursos hídricos ao plano integrado de recursos requer um processo efetivo de gestão participativa dos recursos. Esse modelo de planejamento integrado “deve atender aos objetivos derivados de um processo que determine o que é realmente importante para a comunidade” (SOUZA, 2003). E um dos objetivos – a proteção ao meio ambiente – intrinsecamente ligado ao direito de proteção ambiental e a um dever fundamental de as pessoas preservarem o ambiente, caracteriza-se pela ação incumbida ao Estado e a cada um dos indivíduos partícipes de nossa sociedade em manter um ambiente saudável, sadio e equilibrado (MEDEIROS, 2004). Passos de Freitas (1998, apud MEDEIROS, 2004) salienta que “é imprescindível uma ação conjunta com a comunidade” e que “os resultados serão sempre mais satisfatórios se houver o apoio das pessoas envolvidas [...] e por isso mesmo a Constituição Federal deixou expresso, no caput do art. 225, que a proteção ambiental é um dever de todos”.

A lei nº 9.433/97, no seu artigo 7º, prevê que os Planos de Recursos Hídricos devem ter o seguinte conteúdo mínimo:

- I – diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II – análise das alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III – balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação dos conflitos potenciais;
- IV – metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V – medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implementados, para o atendimento das metas previstas;



VI – prioridades para outorga de direitos de uso dos recursos hídricos;

VII – diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;

VIII – propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vista à proteção dos recursos hídricos.

Esses planos são apoiados por estudos preliminares que os subsidiam e podem ser elaborados para o horizonte de médio ou de longo prazo, e compreendem:

- Fase 1: Estudos hidrológicos – estudos das necessidades hídricas locais e monitoramento de vazão (do rio principal e afluentes), cadastro de usuários (incluindo inspeções técnicas aos projetos de irrigação e realização de medição das vazões captadas) e verificação de conflitos de uso.
- Fase 2: Estudo de alternativas estruturais e não-estruturais para gerenciamento das águas da bacia.
- Fase 3: Se houver necessidade de implantação de barragens, elaborar o Relatório Técnico Preliminar dos aproveitamentos selecionados.
- Fase 4: Elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental e elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental, ambos realizados simultaneamente e em estreita articulação.
- Fase 5: Realização de Projetos Básicos para atendimento das necessidades como geração de energia elétrica, abastecimento das cidades, fornecimento de água para irrigação, além de possibilitar a piscicultura e o lazer.
- Fase 6: Realização do projeto executivo.
- Fase 7: Execução das obras, implementação das medidas mitigadoras de impactos ambientais e supervisão dos serviços.

Um modelo conjugado de planejamento de recursos e plano de bacia apresenta os principais elementos que constituem uma ação de planejamento integrado, cujo processo de

integração proposto consiste numa série de etapas, mostradas na Figura 3.1, que, uma vez seguidas, auxiliam na elaboração de um Planejamento Integrado de Recursos por Bacia Hidrográfica.

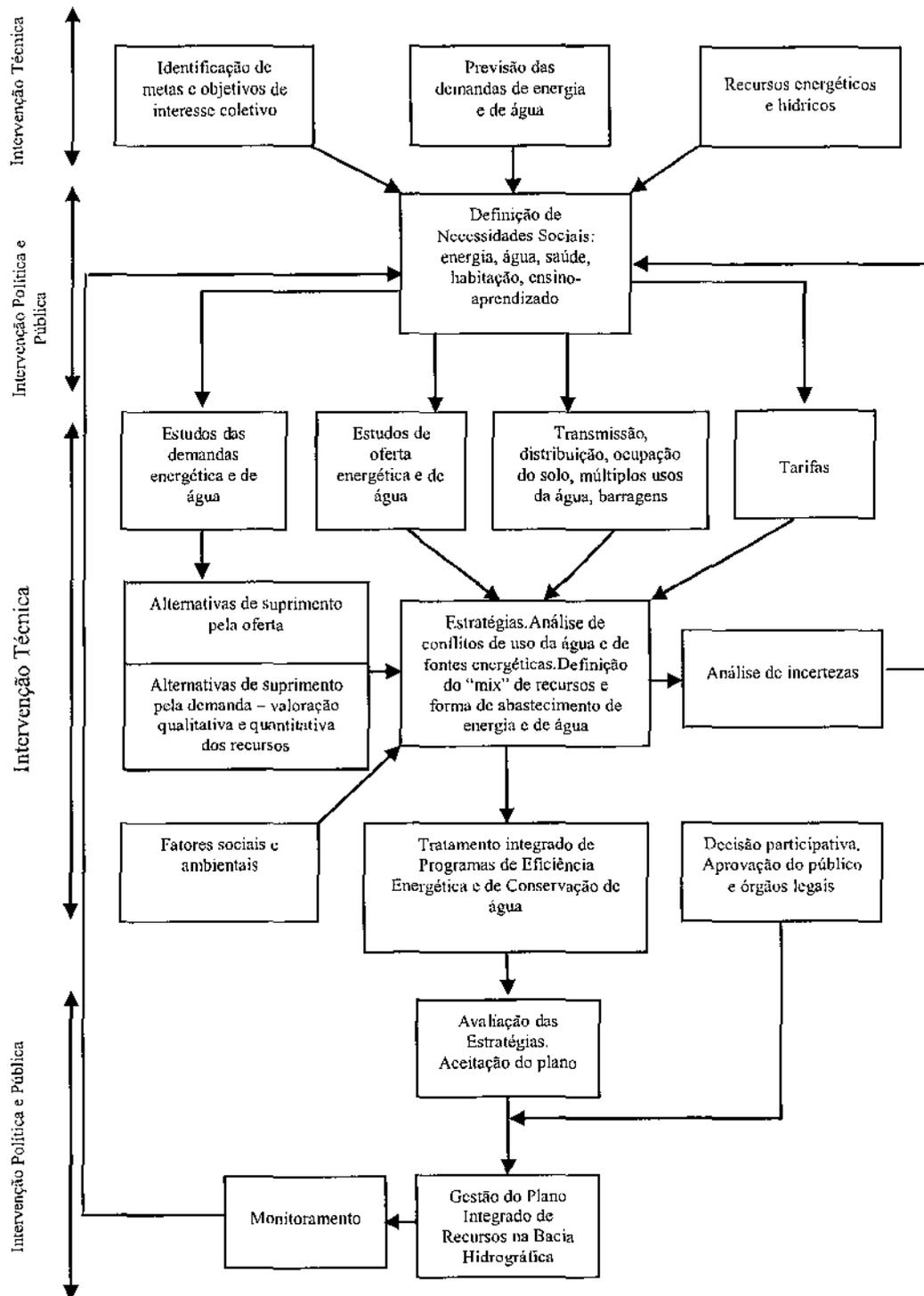


Figura 3.1: Modelo de Planejamento Integrado de Recursos por Bacias Hidrográficas.

O Plano Integrado compõe-se de elementos, essenciais na visão holística do planejamento, que abrangem os aspectos técnicos, socioeconômicos e ambientais exigidos para o desenvolvimento sustentável. Este Planejamento, quando implementado, deve permitir a análise das interferências na utilização dos recursos ao longo do tempo, deve determinar a dimensão que a demanda pode alcançar em termos sustentáveis, e estabelecer rumos claros e consistentes com referência à gestão integrada dos recursos envolvidos no fornecimento de energia e água na região de uma bacia hidrográfica. Associando o Plano de Bacia Hidrográfica às etapas construtivas do PIR, sistematiza-se, então, o processo de integração da seguinte forma:

### **Etapa 1: Estabelecimento claro dos objetivos e metas de interesse coletivo**

O modelo sustenta-se na visão coletiva (REIS e CUNHA, 2006) e a base do plano é o Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica – instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos. O seu conteúdo atem-se à extensão geográfica (a bacia hidrográfica) definida e em consonância com a legislação federal sobre Recursos Hídricos, com a lei estadual que estabelece a sua política de gestão de recursos hídricos e leis e normas municipais. Assim, o plano deve direcionar a utilização dos recursos energéticos e da água na bacia hidrográfica propondo soluções para os conflitos dos seus múltiplos usos. Deve, ainda, apreender as diferenças das sub-bacias afluentes e assegurar a simultânea percepção da unidade e a expressão da diversidade da bacia em estudo, compatibilizando essas ações com as políticas energéticas municipais e a regional, com a proteção ambiental, e com outras metas específicas de cada município.

Nas perspectivas de todos os interessados (“stakeholders”), esta etapa reúne, para definição dos objetivos de um planejamento estável e coerente, consumidores, governos (federal – incluindo o MME, a EPE, a ANEEL, a ANP, a ANA, o MMA e o IBAMA –, estadual e municipal), instituições de produção e comercialização de energia e de água. Além de agentes de financiamento, associações industriais, comerciais, agricultores e pecuaristas, organizações não-governamentais, associações e sindicatos relacionados à produção e comercialização de energia e de água, entidades e organizações produtoras e/ou fornecedoras de serviços para as concessionárias e/ou produtores independentes e entidades pastorais.

### **Etapa 2: Estudos e previsão das demandas de energia e de água**

Define-se a demanda de energia de forma desagregada por serviços de energia e, analogamente, as necessidades de água atuais e futuras; especificam-se as necessidades de energia termo e hidroelétrica e de combustíveis, e caracteriza-se o controle de cheias pelas zonas a proteger e pelo respectivo grau de proteção. Na ação de identificação de recursos existentes, a realização de inventário e de balanços de recursos e necessidades de água e energia visa a estabelecer comparação prospectiva entre água e energia disponível e os recursos necessários para diversas utilizações, sempre buscando oferecer os serviços mais confiáveis – eficientes economicamente – a distribuição e a auto-suficiência.

Os recursos de demanda são tratados com o mesmo peso que os recursos de oferta e incluem a eficiência nos usos finais, a conservação e os programas de gerenciamento de carga, redução de perdas na distribuição e fornecimento de água, adoção de equipamentos eficientes utilizadores de energia e de água; a minimização dos riscos, a avaliação dos efeitos ambientais e as questões sociais.

### **Etapa 3: Identificação dos recursos de oferta**

Na identificação e avaliação dos recursos de oferta incluem-se, além dos reconhecidos como factíveis, aqueles constantes do plano de obras, e os potenciais. Essa avaliação inclui, numa das alternativas, elementos como o tipo de tecnologia, combinação temporal e geográfica, energéticos, proprietários dos recursos, repotenciação de usinas e sistemas de captação de água, compras externas, autoprodutores, produtores independentes e melhoramentos da transmissão e distribuição de energia elétrica e das redes de água e esgoto. Neste aspecto, os juízos de valor político ganham muita relevância, pois contemplam a realização física dos projetos, devendo-se considerar as condições institucionais, de enquadramento legal e de administração, que assegurem a coerência global e a seqüência temporal do programa elaborado. No caso dos recursos hídricos, observe-se que o “caráter complexo da procura pela água impede, muitas vezes, a possibilidade de formulação de juízos absolutos sobre a demanda futura de água, mesmo em termos probabilísticos” (ANEEL, 2001, pp. 183 -184). Nesta fase, para se obter a melhor solução, devem-se considerar:

- mudanças nas regulamentações para geração e distribuição de energia e produção e distribuição de água e esgoto;

- competitividade entre energéticos e fontes de água, e também entre empresas fornecedoras/supridoradoras;
- impactos ambientais decorrentes da produção, transmissão e distribuição de energia elétrica; da captação, tratamento e distribuição de água e esgoto;
- a oposição pública aos grandes empreendimentos;
- as possibilidades de acesso das concessionárias, produtores independentes e consumidores, aos sistemas de transmissão de energia elétrica de outras concessionárias;
- a disponibilidade e os preços dos combustíveis fósseis.

#### **Etapa 4: Definição do “mix” de recursos**

Uma análise multicriterial é estabelecida entre as alternativas de oferta do recurso (existentes ou novas) e as opções pelo lado da demanda, avaliadas quantitativa e qualitativamente, comparando-se os custos marginais, custos ambientais e sociais.

As alternativas de suprimento energético e de água permitem construir as estratégias de atendimento às necessidades pré-definidas. As carteiras de recursos integrados, assim formuladas, serão constituídas pela combinação de alternativas que podem ser:

- as que aumentam o fornecimento, tais como novas fontes energéticas (incluindo-se geração distribuída de energia elétrica com ênfase nas fontes renováveis e co-geração), novos reservatórios ou reciclagem de água; e
- aquelas que reduzem a demanda, como as medidas de eficiência energética e de conservação de água, com iniciativas de educação dos consumidores, gestão dos preços e adoção de equipamentos mais eficientes.

Essas estratégias são, portanto, resultantes da demanda projetada; dependem do cálculo dos custos decorrentes das ações de GLD, e da comparação entre os custos referentes ao GLD e os custos e efeitos ambientais, quando considerado o gerenciamento pelo lado da oferta. Estabelece-

se, então, um processo iterativo entre o “mix” de recursos e as demandas por recursos, conforme se observa na Figura 3.1.

A partir dessa análise, tomam-se medidas para que se tornem e sejam exeqüíveis os estudos relativos ao impacto ambiental, junto aos órgãos ambientais. Quando não for possível incorporar os valores ambientais à função objetivo, devem-se considerá-los simultaneamente com a pesquisa da solução ótima de cada projeto que se deseja implementar.

#### **Etapa 5: Tratamento de riscos e incertezas**

As incertezas presentes no planejamento requerem a adoção do gerenciamento estratégico, e de uma postura dinâmica, ao invés de estática, monitorando continuamente o plano (CAMARGO e TEIVE, 2006). Deve haver uma inclusão explícita da consideração das incertezas no âmbito do PIR. Práticas como a exploração de cenários alternativos ajudarão a identificar o melhor conjunto de alternativas que atendam ao crescimento da demanda, conforme discutido no Capítulo 2, na seção 2.2.1.

#### **Etapa 6: Tratamento integrado de programas de eficiência energética e de conservação de água**

A implementação de medidas integradas de eficiência energética e de conservação de água é a etapa mais importante da abordagem do gerenciamento integrado, uma vez que nela serão tratadas, tanto as oportunidades para conservação e efficientização quanto as dificuldades para alcançá-las. Programas extensivos de conservação e efficientização devem ser levados a efeito, compartilhadamente. Nas companhias de água e esgoto, particularmente, o trabalho deve ser o de otimizar o uso da energia para alcançar as necessidades de água.

Deve-se elaborar esta etapa de acordo com o previsto no art. 7º da Lei nº 9.433/97, especialmente nas alíneas IV e V, citadas anteriormente nesta seção.

Os programas integrados em bacias podem ser desenvolvidos em todos os setores da economia, com o objetivo de reduzir o custo da energia e do fornecimento de água, reduzir a necessidade de construir novas usinas e sistemas de abastecimento, desviar recursos financeiros

para outros setores e minimizar os impactos ambientais, levando em conta as diferenças intra-regionais.

### **Etapa 7: Avaliação das estratégias e decisão participativa**

A análise dos grupos de alternativas (seleção das carteiras de recursos) é um aprimoramento do plano e, uma vez comparados e combinados, resultam num plano integrado de recursos de mínimo custo global. A valoração atribuída a cada recurso e a definição de alternativas conduzem à avaliação que compara os grupos; se houver um mínimo de recursos presente em todas as carteiras, esse mínimo poderá ser incluído no PIR da bacia.

A interação público-privada, nessa avaliação, satisfaz aos fundamentos do PIR, incluindo os objetivos privados, os sociais e os ambientais, levando à implementação de um plano que siga as orientações de uma gestão descentralizada e participativa, e que atenda aos interesses dos consumidores (confiabilidade, preço da tarifa e estabilização deste preço) e aos das concessionárias (lucros e riscos financeiros) de forma cristalina. Esses interesses abrangem três esferas, segundo Granziera (2006):

1. do Poder Público detentor do domínio, cujo interesse consiste no poder-dever de administrar o bem [...];
2. dos usuários da água [e dos recursos energéticos], cada qual com seu interesse específico;
3. da comunidade, na preservação do recurso, em qualidade e quantidade, para as atuais e futuras gerações, com equilíbrio das utilizações, em níveis compatíveis com as necessidades do ser humano, o que se traduz em interesse difuso.

Uma vez que o plano é integrado ao plano de recursos hídricos, o entendimento sobre aquele é de que ele é democrático, é um pacto e deve ser cumprido (GRANZIERA, 2006). O Comitê de Bacia Hidrográfica atuará como instituição central de coordenação e avaliação, segundo suas atribuições de estabelecer uma decisão, por maioria, que represente o desejo predominante de seus integrantes.

A decisão sobre as prioridades de utilização de recursos na bacia norteará, portanto, a decisão administrativa sobre a outorga do direito de uso. Para isso, um peso será dado à decisão sobre as prioridades da outorga, obedecendo ao previsto no Plano de Bacia, correspondendo a interesses públicos – como são a produção de energia elétrica e a distribuição de água potável – e

privados, e buscando o equilíbrio do desenvolvimento socioeconômico em relação à proteção ambiental.

### **Etapa 8: Implementação do plano integrado**

Nesta etapa, o plano integrado passa a ter todos os órgãos e entidades da Administração Pública Federal, Estadual e Municipal e sociedade exercitando a competência sobre a gestão dos recursos da bacia, cada qual com suas obrigações e responsabilidades, monitorando-o e fazendo as revisões necessárias, sob a coordenação do Comitê de Bacia; tomando decisões a partir de novas orientações e efetuando aprimoramentos sob novas perspectivas, quando necessário. A implementação do plano deve contemplar o modelo institucional adotado no Brasil, acompanhar diretrizes estabelecidas, antes de tudo, entre as instituições político-institucionais da bacia, que tratem do seu próprio ordenamento, e das relações sociais, econômicas e comerciais que interferem na gestão dos recursos. Além de concordar com as normas de eficiência, de controle de poluentes e descarte de resíduos, diretrizes de ocupação do solo, fatores de risco etc.

Um importante efeito do planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas é o arranjo institucional decorrente da integração que permite incluir em seu bojo:

- Integração das iniciativas das diversas instâncias governamentais que executam ou planejam a realização de projetos e programas de energia e de água na bacia.
- Integração de metas governamentais com políticas e investimentos municipais, estabelecendo requisitos de compatibilidade e vínculos de correlação entre elas.
- Estabelecimento de marcos legais e institucionais que viabilizem recomendações quanto à implementação dos instrumentos de gestão (enquadramento, outorga, cobrança e Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, planejamento energético voltado para os serviços de energia e gerenciamento da demanda, e Sistema de Informações Energéticas).
- Identificação de instituições que podem apoiar a viabilização e a implementação do Plano em âmbitos específicos com explicitação desses nichos de ação e seus pontos de conexão com o Plano. Enquadram-se aqui os Comitês de Bacia, as

Concessionárias de Energia e de Água, as Prefeituras Municipais e seus órgãos de planejamento e gestão, os Governos Estaduais, as indústrias, outras instituições públicas e privadas envolvidas com os setores energético e de água e saneamento, as organizações não governamentais e os órgãos de fomento internacionais.

## Capítulo 4

### **UM MODELO DE PROJEÇÃO INTEGRADO DAS DEMANDAS DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E DE ÁGUA**

Um modelo de projeção integrado das demandas de energia e de água tem uma clara aplicação no contexto da proposta de um planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas. Conforme mencionado no capítulo 1, um dos objetivos específicos desta tese - decorrente da modelagem do PIR por bacias hidrográficas - é o desenvolvimento de uma metodologia de projeção de demanda integrada de energia e de água, em bases municipais, para o longo prazo - uma das etapas mais importantes para se alcançar as metas do PIR por bacias hidrográficas. Além disso, a metodologia integrada traz avanços também para os modelos correntes de projeção da demanda de água, com uma abordagem semelhante às metodologias de projeção da demanda de energia - mais elaboradas, com boas vantagens comparativas sobre as de água.

Este capítulo está subdividido em cinco seções. A primeira traz uma revisão das metodologias de projeção de demanda de energia e de água abordando-se as técnicas tradicionais utilizadas até o momento, as limitações e a capacidade destes modelos em permitir a inserção de variáveis exógenas que capturem as mudanças estruturais nos setores da economia. Esta revisão permitirá, na seção seguinte, detectar similaridades e diferenças entre os modelos, auxiliando a elaboração da metodologia de projeção integrada. Na terceira seção desenvolve-se o modelo de projeção integrado almejado por este trabalho, apresentando-se as variáveis envolvidas tanto na projeção da demanda energética como na de água para os diversos setores da economia, por usos finais, em bases municipais. Em seguida, é apresentada a estrutura e

típos de cenários de projeções utilizados no âmbito de um Planejamento Integrado de Recursos, tendo em vista as variáveis socioeconômicas, os requerimentos de demanda de energia e de água e as estratégias de atendimento a essa demanda. Finalmente, são apresentadas as técnicas de estimação de impactos e avaliação de programas de eficiência energética e de conservação de água, questão intrínseca ao PIR, que serão úteis nos capítulos dos estudos prospectivos.

## **4.1 METODOLOGIAS DE PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA – UMA REVISÃO**

### **4.1.1. Modelos de projeção de demanda de energia**

#### **Modelos econométricos**

Estes modelos utilizam equações matemáticas de caráter essencialmente estático, baseando-se em indicadores macroeconômicos e setoriais como população, renda (PIB), consumo e preço de energia. Os fatores endógenos como tecnologia de uso final são considerados secundários. Simplificados, estes modelos não conseguem traduzir a complexidade da teoria econômica por apoiar-se na evolução das séries históricas, considerando que a trajetória da demanda não se desviará significativamente da tendência verificada.

Esta técnica tem grande utilidade para a compreensão da natureza agregada da demanda de energia e de dois de seus determinantes (preço e renda/PIB) (POMPERMAYER, 1998) e, num contexto de estabilidade e regularidade do crescimento econômico, pode ser aplicada no horizonte do curto prazo a par das possíveis alterações estruturais substanciais de longo prazo.

Basicamente, o requerimento de energia em qualquer setor da economia relaciona-se com fatores como a produção do setor, preços médios de energia, isto é:

$$E = f(X1, X2, X3, X4) \quad (4.1)$$

Onde E é a demanda de energia e X1, X2, X3, X4 são os determinantes da demanda.

Associando-se esta função a uma função de produção Cobb-Douglas, obtemos:

$$E = aX_1^b . X_2^c . X_3^d . X_4^e , \text{ de maneira que:} \quad (4.2)$$

$$\ln E = a + b \ln X1 + c \ln X2 + d \ln X3 + e \ln X4 + \dots \quad (4.3)$$

Onde: a , b, c são coeficientes.

### **Modelos técnico-econômicos**

São modelos “ascendentes” cujo enfoque principal são as estruturas operacional e tecnológica do uso final de energia. Nesta abordagem, procura-se expor as necessidades de energia útil da maneira mais desagregada possível, selecionadas por usos mais importantes. Incorpora-se o elemento incerteza mediante o auxílio de técnicas de cenários econômicos, combinando-se estudos técnicos e análise econômica.

Os modelos ascendentes são distinguidos segundo alguns fatores (LAPILLONE, 1993):

- O grau de flexibilidade
- O nível de agregação/desagregação
- O número de variáveis consideradas no modelo
- A abordagem do efeito preço

Assim, eles podem ser classificados como Modelos Contábeis, que são aqueles em que o efeito preço é suposto embutido nas variáveis explicativas exógenas de cada cenário econômico considerado. Também podem ser classificados como Modelos Técnico-Econômicos de Base Econométrica, que consideram as relações entre a demanda energética e os fatores macroeconômicos (renda, preço de energia) de forma mais desagregada, tornando mais aparentes as mudanças estruturais e tecnológicas; e ainda, como Modelos de Simulação, cujas variáveis explicativas endógenas são baseadas nas relações comportamentais e/ou econométricas observadas à montante do modelo, e requerem um nível considerável de desagregação (POMPERMAYER, 1998).

Os modelos de usos finais procuram identificar usos finais e os requerimentos em cada setor, em nível elevado de desagregação. Esta abordagem considera a utilização de diferentes tecnologias e as possibilidades de penetração no mercado consumidor. O grau de desagregação e a adoção de dados técnicos ou amostras para determinação de parâmetros, além do grande

esforço para coleta de dados e análise de informações, nem sempre disponíveis ou consistentes, tornam o modelo vulnerável, gerando problemas de consistência nas projeções.

A evolução dos modelos técnico-econômicos manteve a utilização dos modelos econométricos dando origem aos modelos de equilíbrio. A partir de uma adaptação da teoria neoclássica do equilíbrio geral, que estuda a interdependência quantitativa entre as atividades econômicas inter-relacionadas, desenvolveu-se o modelo de insumo-produto. É um modelo estático concebido sobre bases sólidas matemáticas e abrangem uma série de análises que combinam estatística e economia, permitindo a análise e avaliação das relações entre os diversos setores produtivos e de consumo de uma economia nacional .

### **Modelos dinâmicos**

Estes modelos buscam representar tanto fluxos físicos e fluxos de informação, quanto utilizar técnicas tradicionais. Esta abordagem faz a integração, através de relações causais e processos de realimentação, dos aspectos técnicos e os comportamentos envolvidos na projeção da demanda de energia.

Esta família de modelos inclui o MEDEE – Modele d’Evolution de La Demande Energétique, desenvolvido na França, aplicável para os horizontes de médio e longo prazos. O modelo considera as relações entre energia final e energia útil, segundo o rendimento das tecnologias de uso final e as evoluções possíveis (cenarização) no comportamento dos fatores determinantes da demanda.

O modelo MESSAGE analisa as substituições possíveis entre fontes energéticas nos diferentes centros de transformação, através do nível de consumo final e inclui os efeitos ambientais de cada setor. Utilizando a técnica da programação linear contínua dinâmica, o modelo divide em número opcional de classes de fontes de energia primária, para as quais se identificam os preços de extração, produção, a qualidade da fonte e a localização dos depósitos. Esta estratificação permite representar no modelo, relações não lineares entre os custos de extração e a quantidade disponível de recursos. Os níveis obtidos na transformação para fontes secundárias satisfazem a demanda, especificada por tipo de equipamento, desagregado por uso e tipo de fonte utilizada.

O modelo MARKAL – Market ALlocation model utiliza a técnica da programação linear dinâmica multiperiódica. O modelo requer como dado exógeno, os consumos de energia útil para todos os usos em cada um dos setores de consumo sob análise, detalhando-se as diversas tecnologias disponíveis, aplicadas nos vários processos de transformação e ainda, incluindo os efeitos ambientais estendidos ao usuário final – um avanço em relação ao modelo MESSAGE. Esta abordagem tem como função-objetivo múltipla o valor presente dos custos do sistema energético, a partir da fonte primária até a energia útil. Isto implica em considerar os custos reais das tarifas e dos preços relativos, incluindo as diversas relações interativas no processo de alocação temporal dos recursos, apropriando-se, dessa forma, os custos explícitos do controle das unidades poluidoras.

#### **4.1.2. Modelos de projeção de demanda de água**

Tradicionalmente, a projeção da demanda de água tem sido o instrumento básico de planejamento para a determinação da oferta e para o direcionamento de medidas de gestão da demanda de recursos hídricos. São usuais, para dimensionamento de sistemas produtores, projeções baseadas no consumo “per capita”. Trata-se de um indicador importante, mas sujeito a severas variações ao longo do tempo em relação à forma de ocupação e adensamento populacional das cidades.

De acordo com Jones et al. (op. cit.; HEERINGTON e GARDINER, 1986; U.S. Office of Water Research and Technology, s.d. apud PNCDA, 1999) há seis métodos principais para a projeção da demanda de água:

- i) Contabilização “per capita”
- ii) Contabilização por ligação
- iii) Modelo de Coeficientes de uso unitário
- iv) Modelos de múltiplas variáveis explicativas
- v) Modelos econométricos
- vi) Modelos de contingência

#### **Modelo de contabilização “per capita”**

Esta abordagem considera apenas a população como variável explicativa desprezando outros fatores determinantes como tipologia habitacional, área construída, clima, atividades

econômicas, renda, preço do serviço etc., tornando o modelo simplista e vulnerável, apresentando incertezas sobre o número de pessoas efetivamente atendidas.

### **Modelo de coeficientes de uso unitário**

Esta abordagem desagrega os setores da economia em categorias específicas de uso, utilizando coeficientes de uso unitário ou consumos específicos – número de empregados, número de assentos, área útil, consumo “per capita” e por aparelho no setor residencial como únicas variáveis explicativas.

### **Modelos de múltiplas variáveis explicativas**

Mais complexos, estes modelos correlacionam informações de consumo, ambientais, climáticas, urbanísticas e socioeconômicas, requerendo bases consistentes de informações sobre as regiões em estudo. A expressão matemática do modelo para variáveis que influenciam a demanda de forma independente é:

$$Q = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (4.4)$$

Onde Q é a demanda por unidade de tempo,  $X_i$  é a variável explicativa  $i$  e  $a, b_1, b_2, \dots, b_n$  são coeficientes.

Quando se consideram variáveis que influenciam de forma combinada (mantém uma relação linear), a expressão é:

$$Q = aX_1 \cdot X_2 \cdot X_n \dots \quad (4.5)$$

Onde  $a, b, g, d$  são coeficientes.

Darr et al. (1976) representaram o consumo de água residencial urbano por equações derivadas dos resultados de uma pesquisa de hábitos e uso residencial de água em Israel. O objetivo da pesquisa era analisar os impactos dos determinantes da demanda residencial de água no país e a elaboração de modelos de projeção de demanda para uma região delimitada geograficamente, a partir de dois níveis de dados: os espaciais e os comportamentais.

As relações entre as variáveis foram divididas em duas equações devido à colinearidade entre as variáveis independentes  $Ic$  (renda “per capita” por habitação ou domicílio) e  $Np$  (número de pessoas por habitação):

$$Qd = f(Ic, Nr, A, C) \quad (4.6)$$

$$Qa = f(Np, A, C, E) \quad (4.7)$$

$$Qs = f(Ic, Nr, A, C) \quad (4.8)$$

Onde:  $Qd$  é a demanda “per capita” por domicílio excluindo água de uso externo à habitação (com jardins)

- $Qa$  é a demanda de água “per capita” por domicílio incluindo o uso externo;
- $Qs$  é a demanda de água “per capita” por domicílio para uso externo;
- $Ic$  é a renda “per capita” por domicílio;
- $Np$  é o número de pessoas por domicílio;
- $Nr$  é o número de quartos por domicílio;
- $A$  é a idade do chefe de família;
- $C$  é o fator cultura (determinante das preferências de uso da água);
- $S$  é a região onde o domicílio está localizado (urbana, rural).

Um outro modelo de projeção da demanda de água cujo consumo é função de variáveis espaciais e temporais, como estação do ano, temperatura, níveis de chuva, preço, foi utilizado na cidade de Los Angeles, EUA, (ARF, 2003), expresso como:

$$\text{Demanda de água} = f(\text{Estação do ano}, \text{Temperatura}, \text{Chuva}, \text{Preço}) \quad (4.9)$$

$$\text{Demanda de água} = \mu_i + \beta_1 (\text{Estação}) + \beta_2 (\text{Temperatura}) + \beta_3 (\text{Nível de Chuva}) + \beta_4 (\text{Preço}) + \varepsilon \quad (4.10)$$

Onde cada coeficiente angular  $\beta$  representa a medida da relação entre as variáveis determinantes e o consumo de água,  $\mu_i$  é a variável independente consumo médio por

consumidor  $i$  e  $\varepsilon$  é o componente aleatório que pode indicar variáveis omitidas, imprevisibilidade do comportamento humano, variação do comportamento entre indivíduos e/ou habitações, erros de medidas da variável dependente, especificação imperfeita das relações etc.

### **Modelos econométricos**

Baseiam-se em variáveis macroeconômicas (PIB, preço do serviço) que tenham (i) expectativa de relação causal com a demanda de água e (ii) correlação direta com esta demanda, e apresentam as mesmas limitações dos modelos de projeção de energia.

### **Modelos de contingência**

Baseados nos modelos anteriores, esta metodologia incorpora vários cenários de demanda hierarquizados por probabilidade aos resultados obtidos para estimar os níveis de incertezas a eles associados. Para isto, exigem o emprego de procedimentos estatísticos e de processamento de dados bastante sofisticados, como o software utilizável IWR PLAN (citado em SOUZA, 2003).

### **Modelos de usos finais**

O modelo de usos finais, pelas limitações da disponibilidade de dados, deve ser utilizado com o objetivo de focar na análise de uso final e prover uma melhor estrutura de resultados mais robustos, os quais podem ser testados com a implementação de programas de gerenciamento da demanda. Este modelo vem sendo aplicado na Sidney Water Corporation (SWC), denominado “The Sidney Water End Use Model” (WHITE et al., 2004) com duas diferentes abordagens em relação a usos finais particulares em residências.

- Um modelo que aborda os equipamentos de usos finais existentes nos domicílios e suas eficiências variáveis ao longo do tempo (como lavadoras de roupa e de louça, por exemplo).
- Um modelo para equipamentos em que a eficiência é constante e o nível de posse de equipamentos é uma variável determinante.

O modelo desagrega os setores da economia em residencial, comercial, industrial, outros não residenciais, público e isentos de pagamento de tarifas, consumidores não medidos e consumidores não identificados. As estimativas de consumo para cada uso são feitas baseadas em parâmetros tais como: posse de equipamentos, características técnicas do equipamento de uso final, análise do comportamento de uso do equipamento, ocupação da edificação e tipologia da construção (especialmente do tipo de habitação). A Figura 4.1 mostra um esboço do modelo de usos finais para o setor residencial utilizado pela SWC.

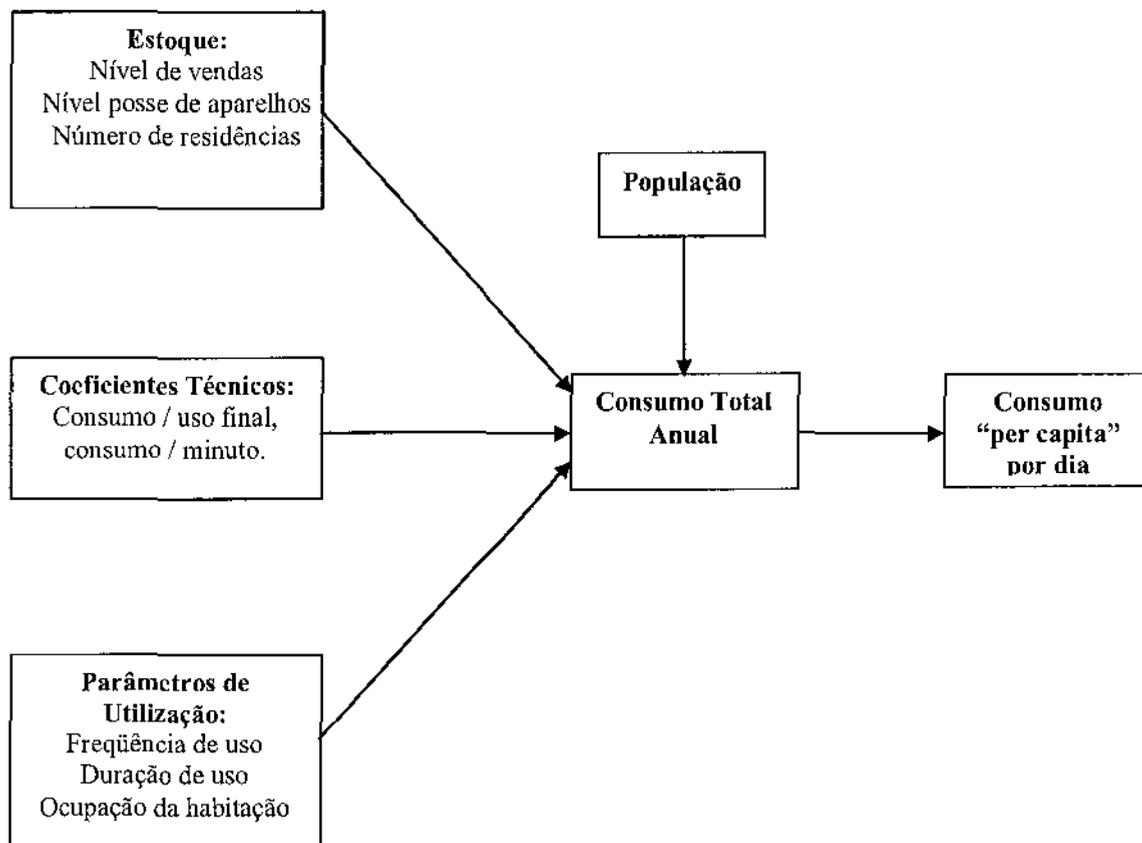


Figura 4.1: Modelo de usos finais de água da Sidney Water Corporation.

## 4.2 RELAÇÕES ENTRE AS PROJEÇÕES E VARIÁVEIS APLICÁVEIS EM MODELOS DE PROJEÇÃO DE DEMANDA

A análise dos modelos empregados na projeção das demandas energética e de água permite detectar relações e similaridades entre as abordagens correntes e as metodologias adotadas. Alguns aspectos fundamentais conferem à abordagem da integração dos modelos, com vistas ao planejamento integrado de recursos, um caráter adaptativo, de correspondência

entre seus elementos. Esses aspectos e identidades fazem parte da essência das formulações das projeções distintas e a elas aderem, admitindo sua integração:

- i. ambas consideram os aspectos sociais, ambientais, políticos e econômicos;
- ii. suas bases de dados são similares, constando de séries históricas das demandas;
- iii. os fatores determinantes da demanda são a população, o nível de atividade, nível de renda e grandezas macroeconômicas; e outras variáveis de escala como o número de empregados ou área construída do setor comercial, valor adicionado ou produção física do setor industrial e valor adicionado dos setores agropecuário e de transportes;
- iv. utilizam, basicamente, as mesmas equações para determinar as projeções de grandezas macroeconômicas como o PIB e para projetar o crescimento da população;
- v. ambas subdividem os consumidores nos mesmos setores da economia;
- vi. compartilham o envolvimento das questões do risco e da incerteza no suprimento energético e no fornecimento de água;
- vii. as finalidades das projeções tanto podem ser de curto, médio ou longo prazo;
- viii. a existência, em comum, de um potencial explanatório, graças à possibilidade de desagregação da demanda total em diversas categorias de usos finais;
- ix. os dados levantados no arcabouço dos modelos de projeção de demanda energética ou de água poderão ser agrupados nas mesmas estruturas para a determinação das curvas de projeção; e ainda, esses dados podem ser melhorados, empregando-se técnicas baseadas em informação espacial.

Sob o ponto de vista da projeção da demanda de água, deve-se mencionar que, neste caso, nunca houve disponibilização de dados, de séries históricas, de diferentes locais capazes de produzir informações estruturadas e concentradas; e, se existem, não são adequadamente

dominadas e integradas. Uma vez obtido o acesso a tais dados, é necessário organizá-los, traduzindo-os e reconstruindo-os de forma contextualizada por bacia hidrográfica, numa base municipal, com uma abordagem multisetorial.

Vários modelos, de longo prazo, de projeção da demanda energética e de água utilizados em países desenvolvidos nos últimos anos necessitam de informações e dados sobre os estoques e a utilização de tipos de equipamentos, por usos finais, estatísticas de vendas e dados de consumo e rendimento desses equipamentos. Esses dados precisam ser levantados junto a fabricantes, entidades de classe e em pesquisas de campo, cuja base nem sempre é municipal (LEITE, 2006).

A distribuição espacial da demanda, juntamente com outras características das demandas de energia e de água – como quantidade, qualidade e período de consumo –, é um importante fator que conduz as decisões sobre o gerenciamento e operação dos sistemas energéticos e de distribuição de água. Tanto para as projeções de demanda de energia quanto para as de água são necessárias pesquisas adicionais para entender as características espaciais e, em ambas, devem-se incluir (AWWA RESEARCH FOUNDATION, 2003):

1. Exame de todas as ferramentas e metodologias usadas para identificação, previsão, e alocação espacial das demandas para planejamento dos sistemas de distribuição.
2. Verificação do estado da arte das tecnologias, dados de consumo, e outros dados regionais para desenvolver descrições empíricas, mas aperfeiçoadas, da distribuição espacial da demanda.
3. Desenvolvimento de ferramentas comuns e metodologias para previsão e alocação da demanda no planejamento da distribuição e construção de modelos.
4. Descrição de métodos para quantificação de incertezas associadas com as projeções de demanda usadas para planejamento dos sistemas.

A ferramenta SIG, como descrita na seção 2.1 do Capítulo 2, é crucial para essa análise espacial, permitindo um elevado nível de desagregação geográfica dos modelos de projeção pela disponibilidade de dados espaciais, além de definir quais dados associados serão usados na modelagem e abrir a possibilidade de um grande número de formulações de modelos factíveis. As variáveis comuns de um processamento SIG para os modelos são:

- Demográficas: população, tipo de construção, número de habitações, tamanho das habitações, idade das habitações, dados de usos finais.
- Econômicas: nível de emprego, tipo de indústria, renda, extensão territorial.
- Outras: Uso e ocupação do solo, tarifas, temperatura e clima, atividades de conservação.

As projeções das demandas de energia e de água no âmbito de bacias hidrográficas necessitam essencialmente, de forma equivalente, de:

- conhecer o conjunto das atividades econômicas e sociais e de sua dinâmica;
- encontrar dependências entre os sistemas socioeconômico, ambiental, hídrico e energético;
- pesquisar os principais conjuntos de variáveis que, em pequeno número, representativo do conjunto, sintetizem esses sistemas;
- detectar e analisar as dependências entre as atividades socioeconômicas e os seus empregos de energia e usos da água;
- levar em conta a perspectiva jurídico-institucional;
- considerar a perspectiva social (dos atores envolvidos no processo);
- considerar ainda o estado da arte do planejamento e a consideração das dimensões espacial e temporal da região em estudo.

As variáveis-chaves e as inter-relações envolvidas nas projeções das demandas desses recursos devem permitir a compreensão das relações de causalidade e, necessariamente, conduzir à identificação das tendências de sua evolução, reduzindo os desvios entre a demanda projetada e a verificada. Sobre variáveis aplicáveis em modelos e suas inter-relações, Bajay (1992) afirma que “a dificuldade certamente não reside em se achar um número suficiente de

variáveis explanatórias para o comportamento dos sistemas em estudo, mas justamente em se eliminar algumas, sem prejudicar a representatividade do conjunto das variáveis”.

Dessa forma, os grupos de variáveis comuns aos modelos podem ser formados a partir de um banco dinâmico de dados regionais, adequado aos propósitos de identificar as correlações entre as informações energéticas e de recursos hídricos, com dados econômicos, sociais e ambientais relevantes, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Variáveis socioeconômicas e ambientais relevantes para as projeções das demandas de energia e de água no âmbito do PIR.

Variáveis socioeconômicas	Variáveis ambientais
População rural, urbana, economicamente ativa, por faixa etária, crescimento, migração	Indicadores geofísicos: clima, temperatura, relevo, bacias e sub-bacias hidrográficas, rios, ocupação do solo
Densidade demográfica	Nível de desmatamento
Renda: estrutura e distribuição	Áreas inundadas por hidrelétricas
Nível habitacional da população	Níveis de poluição da água, ar e solo
Emprego: salário e consumo	Níveis de poluição sonora dos espaços urbanos
Estrutura e produção industrial	
Estrutura e produção agrária	
Transporte de carga e de passageiros	
Preço da energia e da água	
Valor adicionado da atividade econômica e PIB	
Número de consumidores e domicílios com ligações ativas de energia elétrica, água e esgoto	
Área utilizada para cultivo de lavouras	
Área utilizada para manejo de rebanhos	
Número de animais por rebanho	

Fonte: Elaboração própria.

Para um planejamento integrado de recursos energéticos e hídricos, o banco de dados pode, ainda, abranger grupos de informações atualizadas de infra-estrutura regional, elementos locais motores de desenvolvimento da região, dados políticos, recursos naturais, recursos dos lados da oferta e da demanda energética e de água, que, juntamente com as demais, auxiliarão na determinação das aptidões energéticas e hídricas da região.

Há, portanto, uma paridade entre os modelos de projeção, na medida em que, uma vez identificadas e selecionadas as variáveis envolvidas, e construído um conjunto básico de informações necessárias para alimentar os modelos, estas se apresentam univocamente para satisfazer ambos, quer sejam provenientes do meio físico, do meio biótico, quer do meio socioeconômico e cultural.

### **4.3 MODELO DE PROJEÇÃO INTEGRADO DE DEMANDA DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E DE ÁGUA**

Como visto na seção 4.1, os vários modelos de projeção da demanda de energia e de água possuem características centrais comuns, diferenciando-se quanto à forma como são estruturados e melhorados e quanto aos diferentes propósitos com que serão usados.

Neste trabalho, como proposto no seu objetivo, no capítulo Capítulo 1, e discutido na metodologia do modelo integrado, a projeção da demanda de água, considerando as similaridades entre as variáveis aplicadas nos diversos modelos de projeção desses recursos, está alicerçada no mesmo arcabouço do modelo da projeção da demanda energética. Este modelo de projeção foi estruturado com alguns objetivos específicos para análise da demanda futura de energia e de água na região de uma bacia hidrográfica, em bases municipais, cuja estratégia envolve:

- Identificação clara do consumo dos micro-componentes da demanda (os usos finais pelos equipamentos), por setor da economia.
- Análise dos impactos específicos de ações tecnológicas, socioeconômicas e regulatórias sobre a demanda.
- Exploração do potencial de gerenciamento da demanda juntamente com os interessados-envolvidos neste processo.
- Identificação e exploração dos potenciais de economia de recursos.
- Identificação das oportunidades e das possíveis barreiras para a implementação das medidas de eficiência energética e de uso da água.

As projeções de demanda por município apresentam um desafio ao planejador. Municípios pequenos, por exemplo, exibem, comumente, acentuadas variações na série histórica, transgredindo a média observada - que pode ser considerada como um “centro da distribuição” dos dados, com valores extremos, diferentes de valores concentrados numa determinada faixa, dificultando a utilização de tendências.

O modelo de decomposição estrutural, a ser descrito adiante, é útil não só para detectar tendências como também permite que se realizem análises de regressão entre variáveis de interesse (no caso, de consumo energético e de consumo de água) e as macroeconômicas. Estas análises de regressão vão além do simples cálculo de correlação entre duas variáveis; elas procuram estabelecer não só a dependência, como também a forma específica (função matemática) que liga as variáveis.

Embora não fosse a proposta deste trabalho – mas somente eram as tendências, no estudo de caso (Capítulo 7), os ajustes de curvas dos consumos específicos e das intensidades energéticas, a serem aplicados na projeção do consumo energético da bacia, foram realizados também com o auxílio desse modelo estatístico. Modelos múltiplos de regressão também poderiam ser utilizados, mas são muito mais complexos do que se fazerem regressões com uma variável explanatória individual, e ainda por apresentarem problemas de multicolinearidade.

Com uma série histórica relativamente curta para as projeções de longo prazo para a bacia, outro procedimento utilizado para essas projeções foi estabelecer critérios de máximos e mínimos valores de consumos específicos e de intensidades energéticas verificados em cada município, para assegurar que as estimativas não ultrapassassem essa faixa, mas acompanhassem a tendência, mediante um teste de intervalo. A metodologia, com as equações utilizadas para os ajustes das curvas, é mostrada no Apêndice 2, com um exemplo para um município e um uso final, para a bacia.

#### **4.3.1. Descrição do modelo de projeção integrado**

Não existe nenhum modelo de projeção da demanda energética que seja o melhor em todas as circunstâncias. Todos os tipos de modelos têm vantagens e desvantagens e, usualmente, escolhe-se o mais adequado deles para as finalidades específicas de cada exercício de projeção. Logo, é comum ter-se mais de um modelo de projeção disponível, não só para se escolher o mais adequado para cada estudo, mas, também, para confrontar os resultados obtidos com diferentes modelos, ou, então, para usá-los de uma forma complementar. Em qualquer desses casos, isso permite, eventualmente, ajustar melhor os parâmetros dos modelos e, por conseguinte, obter resultados mais confiáveis e compreender melhor as alternativas de futuro e suas conseqüências sobre a demanda energética.

Os modelos mistos de projeção da demanda energética permitem a simulação de rupturas dos padrões históricos da demanda a ser projetada, por conta de mudanças estruturais na economia, novas políticas tecnológicas, energéticas ou ambientais etc., ao mesmo tempo em que requerem que se analisem esses padrões históricos, detectando-se as tendências existentes e, eventualmente, ajustando regressões econométricas aos dados históricos disponíveis. As tendências detectadas, ou as regressões obtidas, servem, então, como referências ou balizadores para a simulação das eventuais rupturas acima mencionadas.

Como, neste trabalho, é desejado que as projeções da demanda energética e de água para a região de uma bacia, em bases municipais, tenham como balizadores cenários de desenvolvimento de âmbito nacional, é essencial que a metodologia adotada para a projeção da demanda permita facilmente tal associação. O modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética é bastante flexível e atende perfeitamente a este requisito.

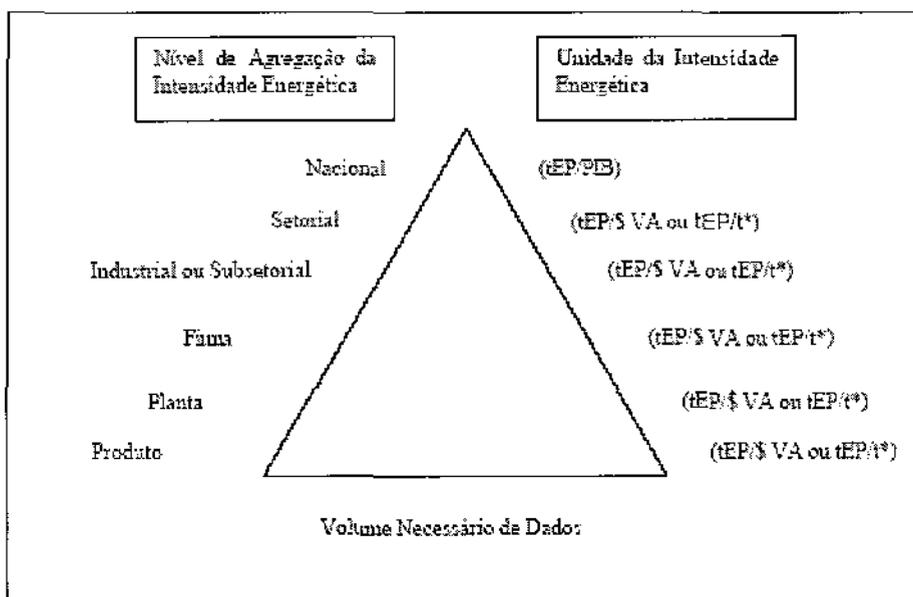
Graças a sua grande flexibilidade, esse modelo tanto pode produzir resultados facilmente comparáveis com os de outros tipos de estruturas de projeção, como pode ser usado, sem dificuldades, de uma forma complementar com outros modelos.

Três outras vantagens dessa metodologia são:

- a mesma estrutura de decomposição pode ser usada em análises retrospectivas (TOLMASQUIM et alii, 1998) e prospectivas (ANP, 2001), facilitando o uso das primeiras para prover fundamentais subsídios para os estudos prospectivos;
- as equações básicas de decomposição da demanda energética, neste método, podem ser facilmente complementadas com outras equações que detalhem a evolução dos parâmetros das equações básicas, em conexão, por exemplo, com modelos macroeconômicos, ou com modelos econométricos que “explicam” as parcelas de mercado dos vários energéticos em um setor da economia como funções dos preços relativos desses energéticos e, eventualmente, outras variáveis explanatórias; e
- o problema da competição entre os energéticos possui um papel de destaque, requerendo hipóteses de evolução futura claras e explícitas, nesta metodologia.

Essa característica é essencial em projeções para o longo prazo, em que mudanças econômicas, tecnológicas e culturais (hábitos) podem alterar substancialmente as atuais parcelas de mercado dos diversos energéticos.

Destaca-se, ainda, que o modelo de decomposição estrutural permite uma desagregação até o nível desejado ou possível, se houver informações disponíveis, utilizando na sua estrutura os coeficientes de intensidade energética ou os consumos específicos (aplicáveis a produtos com características homogêneas), conforme a Figura 4.2.



Fonte: Baseado em Martin et. al. (1994) apud ANP, 2001.

Figura 4.2: Arranjo da desagregação estrutural baseada em coeficientes de intensidade energética.

Esta lógica torna o modelo bastante versátil e maleável, pois pode ser adaptado para levar em consideração diferentes fontes de energia e variáveis de escala definidas para cada setor (toneladas produzidas, número de domicílios etc.) (ANP, 2001), permitindo análises plausíveis da reação na demanda de cada setor às variações de seus determinantes.

O modelo de projeção da demanda de longo prazo descrito a seguir baseia-se na combinação do modelo de projeção baseado na decomposição estrutural com o modelo de projeção por usos finais (ou técnico-econômico). No modelo de usos finais a demanda total é decomposta em vários usos finais nos quais as várias formas de energia podem ser usadas ou,

analogamente para a demanda de água, em diversas tarefas e/ou equipamentos nos quais a água é utilizada para produzir um serviço.

Neste modelo são aplicados coeficientes setoriais de “intensidade energética”, “consumo específico médio de energia”, “consumo específico médio de água”, e “intensidade de uso da água” às variáveis de escala ou nível de atividade, desagregados no nível ou quantidade de “serviços de energia ou de água”. Quanto maior o nível de desagregação, mais preciso será o modelo, mesmo que se constate que, de acordo com Jannuzzi e Swisher (1997), “nem sempre existem dados suficientes, ou de qualidade, para se caracterizar a estrutura de consumo segundo os usos finais”. A formulação deste modelo permitirá o ajuste das equações de acordo com a disponibilidade de dados e a finalidade do planejamento dos serviços de energia e de água.

A demanda de energia ou de água para cada atividade é considerada produto de dois fatores: o nível de atividade (a quantidade de serviço de energia ou de água) e a intensidade energética ou de uso da água (uso do recurso por unidade de serviço) ou consumo específico (uso do recurso por unidade física de escala ou nível de atividade).

O modelo de usos finais permite uma análise mais detalhada da demanda por meio de formulações analíticas bastante simples, e a consideração de mudanças nos níveis de serviço e de melhoria de eficiência energética em projeções de demanda de energia, podendo, perfeitamente, também ser utilizado nas projeções de demanda de água.

Quanto às variáveis de entrada, pode haver dificuldade em estabelecer a extensão ou nível de serviços de energia de maneira homogênea entre os vários setores, uma vez que podem ser medidos em unidades diversas tais como lúmens-horas, grau-dia-metros quadrados do ambiente aquecido ou da área construída com ar condicionado, toneladas de produtos manufaturados etc. (JANNUZZI e SWISHER, 1997). E, da mesma forma, nem sempre existem dados disponíveis.

Para os requisitos de energia pelos usos finais, serão expressas as parcelas de energia final convertidas em energia útil, como discutido no Capítulo 2 de maneira que:

$$CEU_{ij} = CEF_{ij} \cdot R_{ij} \quad (4.11)$$

Onde:

- $CEU_{ij}$  é a energia útil no uso final  $i$  utilizando um energético  $j$ ,
- $CEF_{ij}$  é a energia final, que inclui a energia primária de uso direto e as perdas,
- $R_{ij}$  é o rendimento ou eficiência de uso no processo de conversão do uso final  $i$  pelo energético  $j$ .

De maneira análoga, os requisitos de água pelos usos finais serão também expressos em parcelas de “água útil”, de tal forma que:

$$AU_i = AF_i \cdot R_i \quad (4.12)$$

Onde:

- $AU_i$  é a água útil demandada pelo uso final  $i$ ,
- $AF_i$  é a demanda de água requerida pelo uso final  $i$ ,
- $R_i$  é o rendimento ou eficiência de uso do equipamento que produz um serviço.

Esta abordagem incorpora o objetivo de determinar a parcela efetiva do volume de água demandado para consumo por uso final (água útil) a partir de um aporte de água (água final ou demanda de água requerida pelo uso final). Assim, estabelece-se que o volume não consumido pelo uso final constitui-se em perda não-física da água, i.e., a água subtraída do sistema de abastecimento ao ser consumida no uso final e que não realiza um serviço. A demanda de água requerida ( $AF_i$ ) é resultado da subtração da água fornecida pelo sistema de abastecimento pelas perdas físicas (não consumidas) decorrentes de vazamentos em tubulações, equipamentos e estruturas, por extravasamentos de reservatórios e canais, água utilizada em processos operacionais de lavagem de filtros e limpeza de decantadores e descargas em redes de adução e distribuição (PNCDA, 1999)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> A demanda de água utilizada para dimensionamento dos sistemas produtores abrange a estimativa de todas as perdas (físicas e não-físicas) incluindo as ligações clandestinas/irregulares (perdas não-físicas). Isto requererá, por parte dos operadores de sistemas de produção e abastecimento de água, a caracterização funcional das perdas, desagregando-se as ocorrências que têm lugar na adução da água bruta (incluindo a captação), no tratamento, na reservação, na adução de água tratada e na distribuição (incluindo os ramais prediais). Vários indicadores de perdas foram construídos pelo PNCDA (1999) visando ações de melhoria na capacidade de produção e combate ao desperdício de água.

## 4.4 VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA

### 4.4.1 Setor residencial

A demanda total de energia do setor residencial  $r$ , no ano  $t$ , ( $CErt$ ), é o somatório das demandas por usos finais dos micro-componentes da demanda (equipamentos):

$$CErt = \sum_{i=1}^n CErit = Cer1t + CEr2t + \dots + CErnt \quad (4.13)$$

Onde  $i$  = uso final específico.

A demanda de energia residencial é dependente, principalmente, do número de domicílios (consumidores), do número de pessoas no domicílio, do consumo individual de cada equipamento e a forma de ocupação da habitação. Nesta abordagem, para cada uso final  $i$ , no setor  $r$ , há uma quantidade de serviço requerido ( $Qri$ ) dado por:

$$Qrit = Ncit \cdot Pr it \cdot Mrijt \quad (4.14)$$

Onde:

- $Ncit$  é a variável de escala, número de residências com uso final  $i$  no período  $t$ ;
- $Pr it$  é o nível de penetração da tecnologia no uso final específico  $i$  no setor residencial no período  $t$ ;
- $Mrijt$  é a participação ( $CErijt/CErit$ ), por uso final  $i$ , por energético  $j$ , no consumo energético total do setor residencial no período  $t$ .

Se disponíveis, os níveis de serviço (ou de atividade) podem ser incorporados na equação (4.10) exprimindo os padrões de uso de energia.

O emprego de um dado energético, em detrimento de outro, está relacionado com a disponibilidade, preço e a tecnologia empregada nos equipamentos de uso final. A substituição de um energético por outro para um determinado uso final, muitas vezes implica na substituição dos equipamentos existentes, como, por exemplo, no aquecimento direto de água utilizando eletricidade sendo substituído pelo uso de aquecedores a gás. Já em outros casos, estas substituições são realizadas sem implicar na troca do equipamento, apenas realizando

pequenas adaptações, como na substituição do GLP por gás canalizado para a cocção de alimentos (CARVALHO, 2005).

A participação relativa de cada energético em um determinado período é influenciada pela disponibilidade de cada energético, flexibilidade de utilização de diferentes energéticos para um determinado equipamento de uso final, incentivos fiscais ou creditícios para a substituição de equipamentos que utilizem tecnologias diferentes para um mesmo uso final, preços relativos entre os energéticos substitutos e renda da população.

O crescimento da população urbana no Brasil tem provocado a queda do consumo de lenha e o aumento do consumo de GLP e este tende a diminuir com o desenvolvimento da malha de distribuição de gás canalizado nos grandes centros urbanos, desde que os preços do gás canalizado sejam menores que o do GLP. A penetração do gás canalizado também poderá deslocar para baixo o consumo de eletricidade utilizada para aquecimento direto de água, devido ao menor custo e ao maior conforto térmico que o gás propicia quando utilizado para este uso final. O avanço na universalização do gás canalizado pode ser maior com a concessão do serviço. O Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, apresentou, em dez anos de concessão para fornecimento de gás natural, um aumento de 32,0% em clientes residenciais desde 2000 (Correio do Brasil, 2009).

Políticas públicas, como a da busca de universalização da energia elétrica, também podem afetar de forma significativa a estrutura de consumo de uma dada região, na medida em que, a partir do momento em que se disponibiliza um dado energético, estimulam-se os consumidores a adquirirem diversos equipamentos que o utilizem.

Para se calcular o consumo de um determinado energético  $j$  utilizado no uso final  $i$ , no setor residencial,  $(CE_{j,i,r})$  utiliza-se a expressão:

$$CE_{j,i,r} = \frac{CE_{j,i,r}}{CE_{i,r}} \cdot CE_{i,r} \quad (4.15)$$

Onde  $CE_{i,r}$  é o consumo total de energia no uso final  $i$  no setor residencial

Esta expressão é, ainda, aplicada a todos os outros setores considerados neste trabalho. A relação entre o consumo do energético  $j$  utilizado no setor  $i$ ,  $CE_{j,i}$ , e o consumo total de

energéticos do setor  $i$ ,  $CE_i$ , representa a participação deste energético no setor; este quociente é conhecido como a “parcela de mercado” deste energético neste setor. Pode-se, então, buscar uma relação entre a parcela de mercado de um determinado energético utilizado em um dado setor da economia e quocientes formados entre os preços dos energéticos consumidos neste setor<sup>11</sup>, ao longo do tempo, e, eventualmente, outras variáveis explanatórias (BAJAY, FERREIRA e AGRA, 1996).

A equação de decomposição adotada para o consumo energético total do setor residencial, ( $CE_r$ ), neste modelo é:

$$CE_r = \frac{CE_r}{Nc} \cdot Nc \quad (4.16)$$

Onde  $Nc$  é o número de domicílios ou residências com ligação de energia elétrica (consumidores) que servirá, também, como variável de escala para a projeção da demanda de outros energéticos GLP, lenha e carvão vegetal.

O número de consumidores ou residências com energia elétrica ( $Nc$ ) está relacionado diretamente com a população e as suas características, tais como renda, classe social e distribuição espacial (urbana ou rural). Esta variável presta-se bem aos propósitos de se determinar a demanda de eletricidade. No caso da projeção da demanda de combustíveis no setor residencial, do GLP para cocção, por exemplo, essa variável também pode relacionar a utilização de fogões em residências. O número de consumidores está relacionado com a infraestrutura básica disponível de saneamento, eletricidade, urbanização e com o acesso a créditos para financiamento de construções e de aparelhos. Outra grandeza que influencia diretamente o consumo de energia em uma residência é o tamanho das famílias, ou seja, o número de habitantes por residência, que, por seu turno, depende de diversos fatores sociais, econômicos e culturais.

O banco de dados construído para utilização neste modelo, a ser discutido no Capítulo 6, levou em conta estes fatores, correlacionando as informações socioeconômicas dos setores com os dados de consumo tanto de energia como de água disponíveis.

---

<sup>11</sup> Conhecidos como preços relativos.

Assim, a variação do número de residências,  $N_c$ , é obtida a partir de uma correlação entre o número de pessoas por residência ( $n$ ) e a população e o PIB [ $n = f(\text{População}, \text{PIB})$ ]. Ou ainda, representada por uma taxa anual de crescimento  $g$ , no nível espacial local:

$$N_{ct} = N_{c(t-1)} \cdot (1 + g) \quad (4.17)$$

Essa taxa de crescimento dependerá de uma combinação de fatores – as tendências naturais, por exemplo, do crescimento da população, ou será aquela selecionada de acordo com o cenário considerado.

Tem-se, então, para os combustíveis e  $m$  usos finais:

$$CE_{crt} = \sum_{i=1}^m CE_{crit} = CE_{cr1t} + CE_{cr2t} + \dots + CE_{cmt} \quad (4.18)$$

e

$$Q_{crit} = N_{crit} \cdot Pr_{it} \cdot M_{rijt} \quad (4.19)$$

Onde  $CE_{crt}$  é o consumo energético total de combustíveis no setor residencial, no período  $t$  e  $N_c$  é o número de residências.

E para a demanda de eletricidade, para  $p$  usos finais:

$$CE_{ert} = \sum_{i=1}^p CE_{erit} = CE_{er1t} + CE_{er2t} + \dots + CE_{erpt} \quad (4.20)$$

e

$$Q_{erit} = N_{crit} \cdot Pr_{it} \cdot M_{rijt} \quad (4.21)$$

A demanda total de energia é então:

$$CE_{ert} = \sum_{i=1}^p CE_{erit} \sum_{i=1}^m CE_{crit} \quad (4.22)$$

Onde  $CE_{erit}$  é o consumo total de eletricidade por usos finais e  $CE_{crit}$ , o consumo total de combustíveis por usos finais.

Outra equação pode ser utilizada no modelo relacionando-a com o crescimento da economia através do PIB:

$$CE_r = \frac{CE_r}{PIB} \cdot PIB \quad (4.23)$$

A equação (4.24) mostra que a “intensidade energética” do setor residencial, não sendo um setor produtivo e não possuindo valor adicionado, refere-se ao PIB.

A partir da expressão básica

$$Crt = CErt / Nct \quad (4.24)$$

Onde

- $Crt$  é o consumo energético específico do setor  $r$ , no período  $t$ ,
- $CErt$  é o consumo energético,
- $Nct$  é a variável número de residências

O consumo específico de eletricidade,  $CErit$ , por uso final  $i$ , no ano  $t$  é:

$$CErit = CEerit / Ncit \quad (4.25)$$

Em termos de energia útil, de acordo com a equação (4.25) tem-se:

$$Ceriut = CEerit \cdot Ri / Ncit \quad (4.26)$$

Onde  $Ri$  é o rendimento de conversão energética no uso final  $i$  e

$$CEeriut = CEerit \cdot Ri \quad (4.27)$$

a energia útil no uso final  $i$  no período  $t$ .

Para os combustíveis:

$$Ccriut = CEcrit \cdot Ri / Neit \quad (4.28)$$

Portanto, a demanda total de energia, ( $CErt$ ), no setor residencial, no período  $t$ , é o somatório das demandas por usos finais  $i$ , no período  $t$ :

$$CErt = \sum_{i=1}^p Ncrit \cdot Perit \cdot Merijt \cdot Cerijut \sum_{i=1}^m Ncrit \cdot Pcrit \cdot Mcrijt \cdot Ccrijut \quad (4.29)$$

Ou ainda:

$$CErt = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m Q_{ijrt} \cdot C_{ijrt} \quad (4.30)$$

Onde

- $Q_{ijrt}$  é a quantidade de serviço de energia produzida pelo energético  $j$  no uso final  $i$ , no setor residencial, no período  $t$ ;
- $C_{ijrt}$  é o consumo específico do energético  $j$  no uso final  $i$ , no setor residencial, no período  $t$ , que também é função das condições socioeconômicas da população, podendo-se buscar correlações com o PIB, a população e o consumo [*Consumo específico* =  $g(\text{PIB}, \text{população}, \text{consumo})$ ].

Observe-se que na expressão (4.29) a projeção de  $Mrit$  é constante em todos os cenários e os consumos específicos,  $Cerit$  e  $Ccriut$ , variam com diferentes cenários de eficiência, introduzindo os objetivos de ganhos de eficiência energética.

As projeções do setor residencial podem, ainda, serem efetuadas segundo a desagregação em classes econômicas  $k$ , ou seja, pelo nível de renda:

$$CErt = \sum_{i,k=1}^{p,q} \sum_{j=1}^m Q_{ikjrt} \cdot C_{ikjrt} \quad (4.31)$$

- Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor residencial

Os principais usos finais da demanda energética do setor residencial estão mostrados na

Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Principais usos finais energéticos no setor residencial.

Serviço requerido	Micro-componente
Iluminamento de áreas	Lâmpada, aparelho de iluminação
Refrigeração	Geladeira, congelador ( <i>freezer</i> )
Aquecimento direto de água para banho e abluções	Chuveiro, torneira elétrica, boiler
Condicionamento de ar	Aparelho de ar condicionado
Calor de processo	Forno, fogão
Outros (tarefas de pequenos aparelhos eletrodomésticos)	Outros aparelhos eletrodomésticos

Fonte: Pesquisa de Posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005. Procel, Eletrobrás, 2007.

Em termos de destinação de cada energético para uso final, a distribuição é apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Destinação de energéticos por uso final no setor residencial.

Energético	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Calor de processo	Outros
Eletricidade	12,0%	28,0%	18,0%	24,4%	0,0%	17,6%
Carvão vegetal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
GLP	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Lenha	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Fonte: Pesquisa de Posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005. Procel, Eletrobrás, 2007.

O nível de penetração de usos finais no setor residencial é mostrado no Apêndice 3 juntamente com os rendimentos nos usos finais, nos setores da economia, obtidos do Balanço de Energia Útil (MME, 2007).

#### 4.4.2 Setor comercial

A demanda total de energia do setor comercial (comércio, serviços públicos e outros serviços) é determinada pela seguinte expressão:

$$CEct = \sum_{i=1}^n CEcit = Cec1t + Cec2t + \dots + Cecnt \quad (4.32)$$

Onde:  $i$  = uso final específico.

O nível de serviço, ( $Q_{cit}$ ), produzido por uso final no setor comercial, num intervalo de tempo  $t$  é:

$$Q_{cit} = N_{sit} \cdot P_{cit} \cdot M_{cijt} \quad (4.33)$$

Onde :

- $N_{sit}$  é a variável número de empregados usuários de energia, do uso final  $i$ , no período  $t$
- $P_{cit}$  é o nível de penetração da tecnologia de uso final  $i$  no período  $t$ , no setor e
- $M_{cijt}$  é a participação ( $CE_{cijt}/CE_{cit}$ ) do uso final  $i$ , por energético  $j$  no consumo energético total do setor comercial, no período  $t$ .

Se disponíveis, os níveis de serviço (ou de atividade) podem ser incorporados na equação (4.33) exprimindo o tipo de atividade econômica e os padrões de uso de energia.

Pode-se expressar a equação de decomposição para o consumo energético total do setor comercial, ( $CEc$ ), como:

$$CEc = CEc/Ns \times Ns/VAc \times VAc/PIB \times PIB \quad (4.34)$$

$$CEc = \frac{CEc}{Ns} \cdot Ns \quad (4.35)$$

Onde

- $Ns$  é a variável número de empregados do setor,
- $VAc$  é o valor adicionado do setor, e
- $PIB$  é o produto interno bruto

A variável - número de empregados, ( $Ns$ ), considerada como o total de empregados do setor comercial, inclusos os serviços, conforme IBGE (2007), é a parcela da população ocupada incorporada regularmente ao setor de comércio e de serviços caracterizado como um mercado de trabalho estruturalmente heterogêneo. O nível de emprego é a variável

macroeconômica central do modelo para o setor comercial e como tal, será utilizada como a variável de escala – como o número de usuários de usos finais do setor.

A parcela ( $Ns/VAc$ ), que relaciona o nível de emprego ao produto do setor, reflete a importância das variáveis no acompanhamento da evolução do mercado de trabalho, através da análise quantitativa e qualitativa do emprego e da demanda por trabalhadores, e no fornecimento de importantes informações para a política de emprego, para a gerência do mercado de trabalho dos setores público e privado, bem como de elementos essenciais para a tomada de decisões nas áreas econômica e do trabalho.

A razão entre o valor adicionado e o PIB ( $VAc/PIB$ ) constitui-se na participação do setor na formação do PIB.

Este modelo não subdivide, em categorias, os estabelecimentos comerciais e de serviços. As projeções da variável  $Ns$  serão baseadas em tendências de crescimento de emprego como um todo e não em cada categoria. Não obstante, se fossem subdivididos, a tendência de qualquer categoria específica poderia ser projetada por métodos como extrapolação de séries históricas ou projeções subsetoriais típicas correntes e a demanda de energia do setor comercial seria a soma das demandas energéticas das categorias.

A variação do número de empregados, ( $Ns$ ), no período  $t$ , pode ser obtida a partir de uma correlação entre o número de empregados,  $Ns$ , e o PIB [ $Ns = f(PIB, População)$ ]. E também pode variar com mudanças na taxa anual de crescimento  $g$ , observado o nível espacial local, de maneira que:

$$N_{st} = N_{s(t-1)} \times (1 + g_t) \quad (4.36)$$

Essa taxa de crescimento poderá, ainda, depender, não somente de uma combinação de fatores – como as tendências naturais do crescimento da oferta de emprego, mas daquela escolhida de acordo com o cenário considerado.

O consumo específico médio do setor comercial, no intervalo de tempo  $t$ , é definido, para este modelo, como a relação entre o consumo energético, ( $CEct$ ), e o número de empregados do setor, ( $Nst$ ).

$$Cct = CEct / Nst \quad (4.37)$$

Da expressão básica (4.37), obtemos para cada uso final  $i$ , no período  $t$ :

$$Cciut = CEcit \times Ri / Nsit \quad (4.38)$$

Onde  $Ri$  é o rendimento de conversão energética no uso final  $i$  e  $Cciut$  é o consumo específico de energia útil no uso final  $i$ , no período  $t$ .

Assim, a demanda energética total no setor comercial, no período  $t$ , ( $CEct$ ), é o somatório das demandas por usos finais  $i$ :

$$CEct = \sum_{i=1}^n Qcit \cdot Cciut \quad (4.39)$$

Ou ainda:

$$CEct = \sum_{i=1}^n Nsit \cdot Pcit \cdot Mcit \cdot Cciut \quad (4.40)$$

□ Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor comercial

Os usos finais do setor comercial considerados são os constantes da Tabela 4.4 e o Apêndice 3 mostra os rendimentos de usos finais obtidos do Balanço de Energia Útil (MME, 2007). Não há pesquisas de posse e hábito para o setor comercial e nem para os setores de transporte e agropecuário; para o setor industrial há pesquisa relacionada à classe de consumidores atendida em alta tensão, excluindo-se a baixa tensão – esta classe, com significativo número de plantas industriais. O nível de penetração é considerado 100,0% para estes setores, neste trabalho.

Tabela 4.4: Usos finais energéticos no setor comercial.

Serviço requerido	Micro-componente
Iluminamento de áreas	Lâmpada, aparelho de iluminação
Refrigeração	Geladeira, congelador, câmara fria
Força motriz	Motor elétrico, motor à combustão
Condicionamento de ar	Aparelho de ar condicionado
Aquecimento direto	Secador, torneira elétrica, boiler
Calor de processo	Forno, fogão
Outros (tarefas de pequenos aparelhos)	Outros aparelhos e equipamentos

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

Em relação à distribuição dos usos finais, por energético, considera-se a

Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Destinação de energéticos por uso final no setor comercial.

Energético	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Eletricidade	41,8%	21,0%	26,0%	8,6%	0,0%	0,0%	2,6%
Carvão vegetal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
GLP	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Óleo Combustível	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,4%	94,6%	0,0%
Óleo diesel	0,0%	0,0%	0,0%	36,9%	17,5%	45,6%	0,0%
Querosene	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lenha	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Fonte: : Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

#### 4.4.3 Setores industrial, agropecuário e de transporte

A demanda total anual de energia  $CE_t$  dos setores industrial, agropecuário e de transportes pode ser determinada a partir da seguinte expressão básica:

$$CE_t = \sum_{i=1}^{i=n} CE_{it} = CE_{1t} + CE_{2t} + \dots + CE_{nt} \quad (4.41)$$

Onde:  $i$  = uso final específico

A quantidade de serviço requerido, ( $Qi$ ), nestes setores, é genericamente:

$$Q_{it} = VA_i \times P_{it} \times M_{it} \quad (4.42)$$

Onde:

- $VA_i$  é a variável de escala - valor adicionado do setor,
- $P_i$  é o nível de penetração da tecnologia de uso final  $i$  e
- $M_i$  é a participação do uso final  $i$  no consumo total.

Como comentado anteriormente, é desejado, também para estes setores, que as projeções da demanda energética tenham como balizadores cenários de desenvolvimento econômico. Tem-se, então, para os três setores:

$$CE = CE/VA \times VA/PIB \times PIB \quad (4.43)$$

Onde:

- $CE$  é o consumo energético,
- $VA$  é o valor adicionado do setor e
- $PIB$  é o Produto Interno Bruto

Na expressão acima, a razão entre o consumo energético e o valor adicionado do setor, representa a intensidade energética deste setor, no período  $t$ :

$$I_t = CE_t / VA_t \quad (4.44)$$

O setor industrial, especificamente, é tratado, neste modelo, como um todo, homogeneamente, sem distinguir os subsetores industriais que apresentam produções físicas diferentes. Portanto, a equação (4.44) é aplicada considerando-se a mesma variável de escala, o valor adicionado, para todos os subsetores. Entretanto, a intensidade energética (ou de uso da água) pode ser redefinida quando se utilizarem variáveis de escala ou de nível de atividade unidades físicas por subsetor, ao invés de unidades monetárias, como o valor adicionado.

Da mesma forma que em (4.43), a razão entre o valor adicionado e o PIB ( $VA/PIB$ ) constitui-se na participação do setor na formação do PIB.

O Produto Interno Bruto (PIB) pode ser entendido como a mensuração da riqueza gerada por um certo espaço geoeconômico em um determinado intervalo de tempo, havendo três óticas para se estimar corretamente o valor do PIB: produção, renda e dispêndio (ANP, 2001). Pela ótica da produção, o PIB é igual à soma do valor da produção ( $VP$ ) de cada um dos bens e serviços produzidos em uma economia em um dado intervalo de tempo, denominado valor bruto da produção ( $VBP$ ), deduzido deste montante a parcela relativa à soma dos valores da produção dos bens e serviços utilizados como insumos no processo produtivo dessa economia no mesmo intervalo de tempo, ou seja, o consumo intermediário ( $CI$ ). Deste modo, tem-se:

$$PIB = VBP - CI \quad (4.45)$$

Alternativamente, pode-se estimar o valor do PIB através do somatório do valor agregado, ou valor adicionado ( $VA$ ) de cada atividade ou setor da economia. O valor agregado de um determinado setor da economia ( $VA_j$ ) é igual à diferença entre o valor da produção deste setor ( $VP_j$ ) subtraído do consumo intermediário deste mesmo setor ( $CI_j$ ) em um dado período. O PIB é a soma dos valores adicionados, a preços de mercado<sup>12</sup>, dos vários setores que compõem a economia:

$$PIB = \sum VA_j \quad (4.46)$$

Na ótica da renda, mensura-se o PIB, bem como o  $VA$  de cada atividade econômica, a partir das rendas apropriadas pelos agentes econômicos que participaram do processo produtivo no tempo e no espaço de referência. Por fim, na ótica do dispêndio, somam-se apenas os  $VP$ 's dos bens e serviços destinados à demanda final.

O crescimento do PIB depende, no longo prazo, da formação bruta de capital fixo (FBCF), que se refere aos acréscimos ao estoque de capital fixo realizados a cada ano, visando ao aumento da capacidade produtiva do País. Os investimentos podem ser classificados como

---

<sup>12</sup> ANP, Modelo de Projeção de Uso de Energia Baseado em Coeficientes Setoriais de Intensidade Energética: Princípios e Metodologia. Relatório Técnico, Superintendência de Estudos Estratégicos, Agência Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, RJ, agosto de 2001.

públicos e privados, de origem interna e externa. A taxa de investimento é definida como a razão entre a FBCF e o PIB, a preços correntes. Os investimentos na formação bruta de capital fixo estão sujeitos a variações cíclicas mais acentuadas quando estão concentrados em poucos setores da atividade econômica. Estas variações estão relacionadas às decisões de curto e longo prazos no processo de produção. No curto prazo, as empresas, quando confrontadas pelo aumento de demanda, tendem a utilizar a capacidade ociosa. No longo prazo, desde que mantidas as tendências de expansão de demanda, as empresas geralmente investem no aumento da capacidade produtiva. Quando tais investimentos ocorrem, é natural que haja, inicialmente, uma expansão da capacidade instalada, o que resulta em uma certa capacidade ociosa para fazer frente a futuras variações de curto prazo e, desta forma, o ciclo de curto e longo prazos se repete. É o que aconteceu, por exemplo, com a indústria automobilística nos últimos anos. Inicialmente ocorreram investimentos em expansão, através da chegada de novos concorrentes. Em um segundo momento, as montadoras já instaladas fizeram grandes investimentos na modernização das plantas já existentes.

Nos setores onde o aumento da produção depende de novos investimentos para aquisição de equipamentos ou modernização de plantas, pode-se tentar buscar uma relação funcional entre o PIB e a FBCF:

$$PIB_j = f_j(FBCF_j) \quad (4.47)$$

Em setores onde se opera com uma grande capacidade ociosa é possível aumentar a produção e, conseqüentemente, o PIB, mantendo-se o estoque de capital; neste caso não existirá dependência direta entre o PIB e a FBCF (CARVALHO, 2005).

No caso da intensidade energética ou de uso da água de um dado setor da economia  $(CE_j / VA_j)$  ou  $(A_j / VA_j)$ , pode-se procurar uma relação funcional com a taxa de investimento deste setor  $(FBCF_j / VA_j)$  e com o preço médio da energia neste setor, que é uma média ponderada, para o caso do consumo energético, dos preços dos principais energéticos nele consumidos e os pesos são as parcelas de mercado de cada energético (BAJAY, FERREIRA e AGRA, 1996). A dependência entre a intensidade energética e a taxa de investimento deve ser analisada para cada setor, visto que o comportamento poderá ser completamente distinto. Por

exemplo, no setor agropecuário investimentos em mecanização, em substituição à mão de obra, devem provocar um aumento na intensidade energética; já em um setor onde o investimento seria direcionado na aquisição de equipamentos mais modernos e eficientes, a intensidade energética tenderia a diminuir. Em setores onde os investimentos realizados estivessem direcionados para a expansão da produção, sem mudanças tecnológicas, a intensidade energética tenderia a manter-se constante (CARVALHO, 2005).

Para segmentos da economia onde a produção é homogênea (indústria de papel e celulose, indústria de cimento, cultura de grãos no setor agropecuário etc.) pode-se expressar a intensidade energética, lit, da seguinte forma:

$$CE_{pt} / VA_{pt} = CE_{pt} / PF_p \times PF_{pt} / VA_{pt} \quad (4.48)$$

Onde  $PF_p$  é a produção física do setor industrial  $p$ .

A relação entre o consumo energético ( $CE_p$ ) e a produção física ( $PF_p$ ) do setor/segmento  $p$  ( $CE_p / PF_p$ ) representa o consumo específico do setor/segmento e pode ser utilizado para analisar os ganhos de eficiência energética ocorridos neste setor/segmento. A relação entre o valor agregado ( $VA_p$ ) e a produção física ( $PF_p$ ) corresponde ao valor unitário de produção ( $VUP_p$ ) e é influenciado fortemente pelas condições do mercado.

Por uso final, a intensidade energética, em termos de energia útil, é expressa pela equação:

$$I_{iut} = CE_{it} \times R_i / VA_{it} \quad (4.49)$$

Onde

- $I_{iut}$  é a intensidade energética “útil” no uso final  $i$ , no período  $t$ ;
- $R_i$  é o rendimento de conversão energética no uso final  $i$ ;
- $CE_{it}$  é o consumo de energia no uso final  $i$ , no período  $t$ , e
- $VA_{it}$  é o valor adicionado do setor, no período  $t$ .

A demanda total de energia dos setores industrial e agropecuário, no período  $t$ , respectivamente,  $CE_{pt}$ ,  $CE_{at}$  é o somatório das demandas por usos finais  $i$ , em cada setor:

$$CE_{pt} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_{pit} \times I_{pit} \quad (4.50)$$

$$CE_{at} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_{ait} \times I_{ait} \quad (4.51)$$

A intensidade energética do setor agropecuário pode ser expressa por:

$$CE_{at} / VA_{at} = CE_{at} / PF_{at} \times PF_{at} / VA_{at} \quad (4.52)$$

Onde:  $VA_{at}$  é o valor adicionado do setor agropecuário e  $PF_{at}$  é a produção física do setor no período  $t$ .

Para o setor de transporte, pode-se expressar a equação de decomposição da seguinte forma:

$$CE_{tt} = CE_{tt}/Y_{tt} \times Y_{tt}/VA_{tt} \times VA_{tt}/PIB \times PIB \quad (4.53)$$

Onde  $Y_{tt}$  é a variável de escala (número de passageiros por quilômetro ou tonelada transportada por quilômetro) no período  $t$ .

Utilizando-se a intensidade energética do setor ( $I_t = CE_{tt}/VA_{tt}$ ), a demanda de energia será:

$$CE_{tt} = \sum_{i=1}^{i=n} Q_{iit} \times I_{iit} \quad (4.54)$$

- Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor comercial

A Tabela 4.6 e a Tabela 4.7 mostram os usos finais e a destinação dos energéticos no setor industrial. Os rendimentos de conversão nos usos finais estão apresentados no Apêndice 3. Os níveis de penetração são considerados 100,0%.

Tabela 4.6: Usos finais energéticos no setor industrial.

<b>Serviço requerido</b>	<b>Micro-componente</b>
Iluminamento de áreas	Lâmpada, aparelho de iluminação
Refrigeração	Geladeira, congelador, câmara fria
Força motriz	Motor elétrico, motor à combustão
Aquecimento direto	Forno, secador
Calor de processo	Caldeira
Outros (eletroquímica e outros processos)	Outros aparelhos e equipamentos

Fonte: Pesquisa de Posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005. Procel, Eletrobrás, 2007, e Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

Tabela 4.7: Destinação de energéticos por uso final no setor industrial.

<b>Energético</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Refrigeração</b>	<b>Força motriz</b>	<b>Aquecimento direto</b>	<b>Calor de processo</b>	<b>Outros</b>
Eletricidade	2,0%	7,0%	58,0%	32,0%	0,0%	1,0%
Álcool	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Carvão vegetal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Gasolina	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
GLP	0,0%	0,0%	0,7%	85,1%	14,2%	0,0%
Óleo Combustível	0,0%	0,0%	15,7%	30,3%	54,0%	0,0%
Óleo diesel	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Querosene	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lenha	0,0%	0,0%	0,0%	62,0%	38,0%	0,0%

Fonte: Pesquisa de Posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005. Procel, Eletrobrás, 2007.

A Tabela 4.8 e a Tabela 4.9 mostram os usos finais e a destinação dos energéticos no setor agropecuário. O Apêndice 3 apresenta os rendimentos de conversão nos usos finais nos setores agropecuário e de transporte. Os níveis de penetração são considerados 100,0%, como comentado.

Tabela 4.8: Usos finais energéticos no setor agropecuário.

<b>Serviço requerido</b>	<b>Micro-componente</b>
Iluminamento de áreas	Lâmpada, aparelho de iluminação
Refrigeração	Geladeira, congelador, câmara fria
Força motriz	Motor elétrico, motor à combustão
Aquecimento direto	Chuveiro, secador
Calor de processo	Forno, fogão
Outros (tarefas de pequenos aparelhos eletrodomésticos)	Outros aparelhos eletrodomésticos

Fonte: Adaptada do Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

Tabela 4.9: Destinação de energéticos por uso final no setor agropecuário.

Energético	Iluminação	Refrigeração	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Eletricidade	3,7%	10,0%	85,1%	0,0%	0,0%	1,2%
Álcool	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Carvão vegetal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Gasolina	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
GLP	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Óleo Combustível	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	80,0%	0,0%
Óleo diesel	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Querosene	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Lenha	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

A Tabela 4.10 e a Tabela 4.11 mostram os usos finais e a destinação dos energéticos no setor de transporte.

Tabela 4.10: Usos finais energéticos no setor de transporte.

Serviço requerido	Micro-componente
Força motriz	Motor à combustão

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

Tabela 4.11: Destinação de energéticos para uso final no setor de transporte.

Energético	Força motriz
Álcool	100,0%
Gasolina	100,0%
GLP	100,0%
Óleo Combustível	100,0%
Óleo diesel	100,0%
Querosene	100,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007).

## 4.5 VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NA PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

Os usos consuntivos e não-consuntivos de recursos hídricos servem às projeções da demanda de água que será estudada em cinco setores distintos: (i) residencial; (ii) comercial; (iii) industrial; (iv) irrigação e (v) dessedentação de rebanhos.

### 4.5.1 Setor residencial

Analogamente à formulação feita para a projeção da demanda energética, a demanda total de água do setor residencial,  $Art$ , no ano  $t$ , é o somatório das demandas por usos finais dos micro-componentes (equipamentos) utilizadores de água:

$$A_{rt} = \sum_{i=1}^n A_{rit} = A_{r1t} + A_{r2t} + \dots + A_{rnt} \quad (4.55)$$

Onde  $i$  = uso final específico

Nesta abordagem, para cada uso final  $i$ , no setor  $r$ , há uma quantidade de serviço requerido ( $Q'_{rit}$ ) dado por:

$$Q'_{rit} = N_{rit} \times P'_{ri} \times M'_{rit} \quad (4.56)$$

Onde:

- $N_{rit}$  é a variável de escala, número de economias no período  $t$ ;
- $P'_{rit}$  é o nível de penetração da tecnologia no uso final específico  $i$  no setor residencial no período  $t$ ;
- $M'_{rit}$  é a participação do uso final no consumo final total residencial no período  $t$ .  
e
- $M'_{rit} = A_{rit} / A_{rt}$  (4.57), onde  $A_{rit}$  é o consumo de água no uso final  $i$  no período  $t$  e  $A_{rt}$  é o consumo total de água do setor  $r$  no período  $t$ .

A equação de decomposição mais adequada para expressar a demanda de água é:

$$A_r = \frac{A_r}{N_e} \cdot N_e \quad (4.58)$$

A demanda de água residencial é dependente principalmente do consumo *per capita*, do número de economias (domicílios com ligação de água), do número de pessoas no domicílio e a forma de ocupação da habitação. O número de economias ( $N_e$ ) está relacionado diretamente com a população e as suas características, tais como renda, classe social e distribuição espacial (urbana ou rural). Esta variável também está relacionada com a infra-estrutura básica disponível de saneamento, eletricidade, urbanização e com o acesso a créditos para

financiamento de habitações. O tamanho das famílias, ou seja, o número de habitantes por residência, por seu turno, depende de diversos fatores sociais, econômicos e culturais.

Outra equação pode ser utilizada no modelo relacionando-a com o crescimento da economia através do PIB:

$$A_r = \frac{A_r}{PIB} \cdot PIB \quad (4.59)$$

Onde  $A_r/PIB$  refere-se à intensidade de uso da água no setor residencial.

A equação (4.59) mostra que a “intensidade de uso da água” do setor residencial, não sendo um setor produtivo e não possuindo valor adicionado, refere-se ao PIB.

A partir da expressão básica

$$C'rt = Art / Net \quad (4.60)$$

Onde  $C'rt$  é o consumo específico médio de água do setor  $r$ , e  $Net$  é a variável número de economias, deriva o consumo específico médio de água útil por uso final  $i$ ,  $C'riut$ , no ano  $t$ :

$$C'riut = Arit \times Ri / Neit \quad (4.61)$$

Onde:  $Ri$  é o rendimento do equipamento de uso final  $i$ .

A variação do número de economias,  $Ne$ , é obtida a partir de uma correlação entre o número de pessoas por residência ( $n$ ) e a população e o PIB [ $n = f(\text{População}, \text{PIB})$ ]. Ou ainda, representada por uma taxa anual de crescimento  $h$ , no nível espacial local:

$$Ne_t = Ne_{(t-1)} \times (1 + h_d) \quad (4.62)$$

Portanto, a demanda total de água,  $Art$ , no setor residencial, no período  $t$ , será:

$$Art = \sum_{i=1}^n Q'rit \times C'riut \quad (4.63)$$

Ou ainda:

$$i=n$$

$$Art = \sum_{i=1} Nerit \times P'rit \times M'rit \times C'riut \quad (4.64)$$

Na expressão (4.64) a projeção de  $M'rit$  é constante em todos os cenários e os consumos específicos variam com diferentes cenários de eficiência. Para cada uso final  $i$ , os parâmetros  $Ne$  – número de economias e  $C'riu$  – consumo específico introduzem os objetivos de desenvolvimento como número de domicílios com determinado uso final de água tratada, e de ganhos de eficiência, respectivamente.

As projeções do setor residencial podem, ainda, serem efetuadas segundo a classe econômica  $k$ , ou seja, pelo nível de renda, ou, ainda, pelo tipo de habitação (área, número de cômodos):

$$Art = \sum_{i,k=1}^{n,q} \sum_{j=1}^m Q'ikjrt \cdot C'ikjrt \quad (4.65)$$

- Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor residencial

Os usos finais considerados para o setor residencial são os constantes da Tabela 4.12, onde estão expressos valores médios da distribuição do consumo de água, segundo o Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) do Ministério das Cidades. Os níveis de penetração de usos finais foram considerados 100,0%. Não há pesquisas de posse e hábitos de uso detalhados de equipamentos utilizadores de água, salvo estudos isolados em estados brasileiros que realizam estatísticas socioeconômicas anuais.

Tabela 4.12: Usos finais no consumo de água residencial e sua distribuição relativa.

Serviço requerido	Micro-componente	Participação (%)
Banho	Chuveiro	23,0
Descarga vaso sanitário (banheiro)	Vaso sanitário (válvula ou caixa acoplada)	19,0
Cozinha (preparação de alimentos, bebida, lavagem de utensílios)	Pia, lavadora de pratos, filtros	18,0
Lavanderia	Lavadora de roupas, tanque	24,0
Outros (limpeza de pisos, lavagem geral, abluções, jardins, calçadas)	Torneira, mangueira, lavatório	16,0

Fonte: PNCDA, 1999.

#### 4.5.2 Setor comercial

A demanda total de água do setor comercial (comércio, serviços públicos e outros serviços) é determinada pela seguinte expressão:

$$A_{ct} = \sum_{i=1}^n A_{c_{it}} = A_{c_{1t}} + A_{c_{2t}} + \dots + A_{c_{nt}} \quad (4.66)$$

Onde:  $i$  = uso final específico

O nível de serviço,  $Q'_{ci}$ , produzido por uso final no setor comercial, num intervalo de tempo  $t$  é:

$$Q'_{cit} = N_{si} \times P'_{ci} \times M'_{cit} \quad (4.67)$$

Onde :

- $N_{si}$  é a variável número de empregados usuários de água, do uso final  $i$ ,
- $P'_{ci}$  é o nível de penetração da tecnologia de uso final  $i$  no setor e
- $M'_{cit}$  é a participação do uso final  $i$  no consumo total  $A_{ct}$ .

A equação de decomposição é:

$$A_c = A_c/N_s \times N_s/VAc \times VAc/PIB \times PIB \quad (4.68)$$

Outra equação pode relacionar a área construída no setor comercial ( $\acute{A}rea$ ) e o valor adicionado do setor ( $VAc$ ):

$$A_c/VAc = A_c/\acute{A}rea / VAc/\acute{A}rea \quad (4.69)$$

Da mesma forma que a projeção da variável  $N_s$  – número de empregados aplica-se na formulação para a projeção da demanda de água no setor comercial.

$$N_s = f(PIB, População) \quad (4.70)$$

e

$$N_{st} = N_{s(t-1)} \times (1 + g_t) \quad (4.71)$$

Da expressão básica

$$C'ct = Act / Nst \quad (4.72)$$

Onde  $C'ct$  é o consumo específico de água do setor, e  $Nst$  é a variável número de economias, deriva o consumo específico médio de água útil por uso final  $i$ ,  $C'ciut$ , no ano  $t$ :

$$C'ciut = Acit \times Ri / Nsit \quad (4.73)$$

Assim, a demanda total de água no setor comercial, no período  $t$ ,  $Act$ , é o somatório das demandas por usos finais  $i$ :

$$Act = \sum_{i=1}^n Q'ciut \times C'ciut \quad (4.74)$$

- Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor comercial

Os usos finais do setor comercial considerados são os constantes da Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Usos finais no consumo de água comercial e sua distribuição relativa.

<b>Serviço requerido</b>	<b>Micro-componente</b>	<b>Participação (%)</b>
Descarga vaso sanitário (banheiro)	Vaso sanitário	26,0
Cozinha (preparação de alimentos, bebida, lavagem de utensílios)	Pia, lavadora de pratos, filtro	24,0
Outros (banho, lavanderia, limpeza de pisos e fachadas, lavagem geral, abluções, jardins, calçadas)	Tornçira, mangueira, lavatório, chuveiro, lavadora de roupas, tanque	50,0

Fonte: PNCDA, 1999.

Pode-se, ainda, desagregar o setor comercial por segmento (tipo de serviço). Neste caso, os usos finais podem ser novamente desagregados conforme os serviços requeridos pelo segmento. Para o segmento de hotéis, por exemplo, incluir-se-iam, além da descarga de vasos sanitários, cozinha e outros, o banho e a lavanderia.

### 4.5.3 Setor industrial

A demanda total anual de água do setor industrial,  $Apt$ , é:

$$A_{pt} = \sum_{i=1}^n A_{pit} = A_{p1t} + A_{p2t} + \dots + A_{pnt} \quad (4.75)$$

Onde:  $i$  = uso final específico

As parcelas da equação (4.75) indicam a demanda de água utilizada para a produção de bens de consumo a partir da transformação e do processamento de matéria-prima. Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005),

dependendo do processo industrial, a água pode ser tanto matéria-prima, incorporada ao produto final, como um composto auxiliar na preparação de matérias-primas, fluido de transporte, fluido de aquecimento e/ou refrigeração ou nos processos de limpeza de equipamentos etc.

De maneira análoga à equação (4.29), tem-se:

$$A_p = A_p / V_{Ap} \times V_{Ap} / PIB \times PIB \quad (4.76)$$

Onde:

- $A_p$  é o consumo de água ,
- $V_{Ap}$  é o valor adicionado do setor, e
- $PIB$  é o Produto Interno Bruto

Na expressão acima, a razão entre o consumo de água e o valor adicionado do setor  $p$ , no período  $t$ , ( $A_{pt}/V_{Apt}$ ), representa a intensidade de uso da água deste setor:

$$I'_{pt} = A_{pt} / V_{Apt} \quad (4.77)$$

A razão entre o valor adicionado e o PIB ( $V_{Apt}/PIB$ ) constitui-se na participação do setor  $p$  na formação do PIB. E também a intensidade de uso da água do setor pode ser expressa por:

$$A_{pt} / V_{Apt} = A_{pt} / PF_{pt} \times PF_{pt} / V_{Apt} \quad (4.78)$$

Onde  $PF_p$  é a produção física do setor  $p$ .

A relação entre o consumo de água ( $A_p$ ) e a produção física ( $PF_p$ ) do setor/segmento  $i$  ( $A_i / PF_i$ ) representa o consumo específico do setor/segmento e pode ser utilizado para analisar os ganhos de eficiência no uso da água ocorridos neste setor/segmento.

Por uso final, a intensidade de uso de água útil é expressa pela equação:

$$I'_{piut} = A_{pit} \times R_i / VA_{pit} \quad (4.79)$$

O nível de serviço requerido,  $Q'_{pi}$ , no setor industrial é:

$$Q'_{pi} = VA_{pi} \times P'_{pi} \times M'_{pi} \quad (4.80)$$

Onde:

- $VA_{pi}$  é o valor adicionado do setor,
- $P'_{pi}$  é o nível de penetração da tecnologia de uso final  $i$  e
- $M'_{pi}$  é a participação do uso final  $i$  no consumo total.

A demanda total de água do setor industrial, no período  $t$ ,  $A_{pt}$ , é o somatório das demandas por usos finais  $i$ :

$$A_{pt} = \sum_{i=1}^n Q'_{pit} \times I'_{piut} \quad (4.81)$$

- Principais usos finais considerados e destinação de micro-componentes da demanda no setor industrial

Os usos finais considerados estão mostrados na Tabela 4.14.

Tabela 4.14: Usos finais no consumo de água industrial e sua distribuição relativa.

Serviço requerido	Micro-componente	Participação (%)
Processo	Matéria-prima	35,0
Resfriamento	Sistemas de resfriamento	60,0
Outros (limpeza de pisos e fachadas, lavagem geral, abluções, descarga de vaso sanitário, jardins, calçadas, geração de vapor)	Torneira, mangueira, lavatório, chuveiro, vaso sanitário, filtro, caldeira	5,0

Fonte: Mierzwa e Hespanhol, 2005.

#### 4.5.4 Irrigação

A irrigação é uma atividade que se desenvolve a partir de dois diferentes modelos de exploração: o privado e o público (TUCCI et al., 2001). No primeiro, o investimento depende, principalmente, do retorno assegurado pelo produto irrigado; e no segundo, como atividade

subsidiada, o empreendimento público tem o objetivo de promover o desenvolvimento regional, geralmente, com grandes problemas sociais. Desta forma, a demanda hídrica para a irrigação - muito expressiva - pode atender tanto a culturas tradicionais, como a culturas com maior valor agregado, voltadas para maior rentabilidade econômica.

A demanda total anual de água para irrigação,  $A_{gt}$  é a somatória das demandas individuais de cada cultura  $i$ :

$$A_{gt} = \sum_{i=1}^n I_{git} = I_{g1t} + I_{g2t} + \dots + I_{gnt} \quad (4.82)$$

Onde:  $I_{git}$  é a demanda de água por lavoura ou cultura  $i$ , no período  $t$ .

A demanda de água para irrigação é função do requerimento ótimo por tipo de cultura, da eficiência com que a água é aplicada e da razão entre a quantidade de água que uma cultura requer para maximizar a produção (demanda ótima) versus demanda econômica (WESTCOTT, 2004).

De maneira análoga à equação de decomposição adotada para o modelo de projeção da demanda energética, temos para a demanda de água:

$$A_{gt} = A_{gt}/S_{gt} \times S_{gt}/VA_t \times VA_t/PIB \times PIB \quad (4.83)$$

Onde  $S_{gt}$  é a área total irrigada e  $VA_t$ , o valor adicionado do setor agropecuário no período  $t$  e PIB o produto interno bruto.

A demanda de água por tipo de lavoura individual  $i$ ,  $I_{git}$ , é:

$$I_{git} = (N_{git} / S) \times S_{git} \quad (4.84)$$

Onde:

- $N_{git}$  é a necessidade de água individual da planta em [mm];
- $S$  é a área unitária em [m<sup>2</sup>] e
- $S_{git}$  é a área efetiva ocupada pela cultura  $i$  em [m<sup>2</sup>].

Como a quantidade de água suprida é medida em [mm], e 1 mm de chuva ou de água aspergida por irrigação é 1 litro/m<sup>2</sup>, resulta uma demanda em [m<sup>3</sup>], a partir das necessidades individuais em [mm/m<sup>2</sup>/período vegetativo], e

$$N_{git}/St = C_{git} \quad (4.85)$$

é o consumo específico de água da lavoura *i* por unidade de área.

Considerando a água útil demandada pela necessidade da planta, tem-se:

$$C_{giut} = N_{git} \times R_i / St \quad (4.86)$$

Onde *C<sub>giut</sub>* é o consumo específico de água útil da cultura *i* e *R<sub>i</sub>* é o rendimento de uso da água na cultura *i*. e

$$I_{giut} = (N_{git} \times R_i / S) \times S_{git} \quad (4.87)$$

A equação de decomposição pode ser ainda:

$$I_{gt}/VA_{gt} = I_{gt}/PF_{gt} \times PF_{gt}/VA_{gt} \quad (4.88)$$

Onde *PF<sub>gt</sub>* é a produção agrícola total da cultura *i* no período *t*.

A expressão *I<sub>gt</sub>/VA<sub>gt</sub>* é a intensidade de água da atividade de irrigação; e *I<sub>gt</sub>/PF<sub>gt</sub>* representa o consumo específico da atividade. A relação entre o valor adicionado (*VA<sub>gt</sub>*) e a produção física (*PF<sub>gt</sub>*) corresponde ao valor unitário de produção (*VU<sub>g</sub>*) e é influenciado fortemente pelas condições de mercado.

Para irrigação, a variável *N<sub>git</sub>* abrange as necessidades de água por cultura durante o ciclo vegetativo. As exigências ambientais de clima, solo e água para crescimento e rendimento ótimos diferem com a cultura e a variedade. Além das condições climáticas, o período de crescimento disponível é determinado pela duração de um suprimento garantido de água de boa qualidade. Para obtenção da necessidade individual deve-se levar em conta o suprimento de água disponível e as necessidades hídricas (ou intensidades de uso da água) das culturas, utilizando-se um calendário de cultivo, no qual as demandas de água estejam sincronizadas com sua disponibilidade (UFPB, 1994).

Assim, constituem-se em informações confiáveis, os seus valores mínimos, médios e máximos, relativos aos períodos vegetativos e as necessidades de água das culturas determinados pela FAO (1994) (Apêndice 4), considerando-se os rendimentos mínimos, médios e máximos ou a obtenção de alta produção. De acordo com a disponibilidade de dados, a necessidade de água individual é o consumo específico de água daquela espécie (planta).

A área irrigada é a variável de escala determinante da demanda de água por cultura temporária ou permanente, que exige uma regularização da água sem falhas durante períodos longos.

O aumento da área cultivada depende de novos investimentos para aquisição de terras, podendo-se tentar buscar uma relação funcional entre o PIB do setor agropecuário e a *FBCF*:

$$PIB_a = f_a(FBCF_a) \quad (4.89)$$

Esta formação do capital é natural indutora do progresso da atividade, uma vez que, em última análise, “a acumulação de capital [é] dirigida, em parte, à preservação do monopólio da terra, [...], já que a terra [é] a base da atividade produtiva” (BORGES apud PEREIRA, 1995).

A variação da área cultivada irrigada,  $S_{git}$ , pode ser, ainda, representada por mudanças na taxa anual de crescimento  $z$ , de maneira que:

$$S_{git} = S_{gi(t-1)} \times (1 + z_t) \quad (4.90)$$

A demanda total de água para irrigação é:

$$Agt = \sum_{i=1}^n I_{git} \quad (4.91)$$

#### 4.5.5 Dessedentação animal

A demanda de água para dessedentação animal constitui-se num uso consuntivo cuja atividade pecuária pode consistir na base da economia de uma região. Esta demanda está diretamente ligada ao efetivo de rebanhos existentes, cujas espécies manejadas possuem diferentes necessidades hídricas, correspondendo ao consumo propriamente dito do animal e à água associada ao seu manejo (limpeza etc.) na criação extensiva, semi-intensiva e intensiva.

A demanda total anual de água ( $A_{dt}$ ) para dessedentação animal é o somatório das demandas de água por tipo de rebanho  $i$  presente numa determinada região, no período  $t$ :

$$A_{dt} = \sum_{i=1}^n A_{dit} = A_{d1t} + A_{d2t} + \dots + A_{dnt} \quad (4.92)$$

A equação de decomposição pode ser expressa, analogamente à equação (5.78), como:

$$A_{dt} = A_{dt}/N_{dt} \times N_{dt}/V_{Adt} \times V_{Adt}/PIB \times PIB \quad (4.93)$$

Onde

- $N_{dt}$  é o número efetivo de animais (cabeças) no rebanho no período  $t$ ,
- $V_{Adt}$  é o valor adicionado do setor agropecuário e
- $PIB$  é o produto interno bruto.

O consumo específico de água por cabeça,  $C_{di}$ , por rebanho  $i$ , é:

$$C_{di} = N_{ai} / \text{cabeça} \quad (4.94)$$

Onde:  $N_{ai}$  é a necessidade de água unitária (por cabeça do rebanho)

Em termos de água útil:

$$C_{diut} = N_{ai} \times R_i / \text{cabeça} \quad (4.95)$$

Para a demanda de água para o manejo de rebanhos podem ser utilizadas as estimativas da ANA (2007) de valores unitários de consumo diário de água por cabeça (Apêndice 4), obtendo-se o volume de água consumido no processo por unidade de produção característica ( $n^\circ$  de animais/ano).

A demanda de água (ou necessidade de água) útil do rebanho  $i$ , no período  $t$ , é:

$$A_{diut} = C_{diut} \times N_{dit} \quad (4.96)$$

Onde:  $N_{dit}$  é o número efetivo de cabeças do rebanho  $i$ .

A equação de decomposição para a demanda de água para dessedentação animal, por rebanho, pode ser expressa, ainda, como:

$$Adt/VAdt = Adt/PFdt \times PFdt/VAdt \quad (4.97)$$

Onde:

- $Adt$  é a demanda total de água do rebanho, no período  $t$ ,
- $VAdt$  é o valor adicionado total do rebanho e
- $PFdt$  é a produção total do rebanho

A expressão  $Adt/VAdt$  é a intensidade de água da atividade de dessedentação animal; e  $Adt/Pfdt$  representa o consumo específico de água da atividade. A relação entre o valor adicionado ( $VAdt$ ) e a produção física ( $PFdt$ ) corresponde ao valor unitário de produção ( $VUdt$ ) e é influenciado fortemente pelas condições de mercado.

A variação do número de cabeças do rebanho,  $Ndt$ , pode ser relacionada ao PIB do setor agropecuário, que, por sua vez, pode apresentar uma relação funcional com a  $FBCF$ :

$$PIB_a = f_a(FBCF_a) \quad (4.98)$$

A variação também pode ser representada por uma variação na taxa de crescimento  $w$ , de maneira que:

$$N_{dt} = N_{dt(t-1)} \times (1 + w_t) \quad (4.99)$$

A demanda total de água para dessedentação animal é:

$$Adt = \sum_{i=1}^n Adiut \quad (4.100)$$

#### 4.6 ESTRUTURA E TIPOS DE CENÁRIOS DE PROJEÇÕES INTEGRADAS DE DEMANDAS NO ÂMBITO DO PIR POR BACIAS HIDROGRÁFICAS

De uma maneira geral, os modelos e as previsões de longo prazo requerem a incorporação dos efeitos de mudanças políticas, econômicas, sociais ou tecnológicas. Os modelos de usos finais não são modelos completos, admitindo-se, na sua estrutura, informações de modelos macroeconômicos para o ano base<sup>13</sup>, criando-se um cenário socioeconômico para o ano de projeção: projeções de população, número de domicílios, número de consumidores, estrutura e crescimento da economia (renda, PIB, valor adicionado etc.) até o ano alvo.

A elaboração de uma estrutura de cenários para um nível local, como as bacias hidrográficas, apresenta dois desafios: a conveniência da escolha da escala espacial e a qualidade/disponibilidade de dados. A combinação da reduzida precisão dos dados e a carência de detalhes sobre os cenários de desenvolvimento no nível local aumenta as incertezas nos resultados para as menores escalas espaciais (WESTCOTT, 2004). Uma interpretação dos dados regionais (macro escala) onde as informações são mais confiáveis, uma investigação das tendências futuras através de amplas consultas a especialistas e a utilização de dados locais mais relevantes minimizam este efeito e podem resultar num refinamento das projeções.

Os cenários de projeções integradas para as demandas de energia e de água devem ser aplicados sobre uma estrutura única, ampla e consistente que garanta uma prospecção sobre as mudanças comportamental e tecnológica, apoio à análise dos riscos e avaliação dos impactos propostos sobre a utilização desses recursos.

### **Os cenários socioeconômicos**

Os cenários de crescimento alto e baixo do PIB nacional são os panos de fundo para a avaliação dos impactos na matriz energética, uma vez que a demanda energética está associada diretamente, na maior parte dos setores da economia, ao desempenho econômico do setor. Para estes cenários, devem-se avaliar quais setores econômicos serão mais afetados por um crescimento acima (ou abaixo) do esperado da economia como um todo e quais serão as implicações na distribuição da renda e no desenvolvimento.

---

<sup>13</sup> Ano base é o ano em que existem dados e informações necessárias e a partir do qual se iniciarão os estudos prospectivos.

## Os cenários de eficiência de demanda de energia e de água

De acordo com o Planejamento Integrado de Recursos, a eficiência energética é um dos pilares dos planos integrados que visa à sustentabilidade, tendo, por consequência, que se estabelecerem cenários que se aproximem das aspirações do PIR, refletindo, de forma plausível, o melhor quadro possível, neste caso, a promoção de serviços energéticos eficientes em concorrência com os serviços energéticos convencionais ou ineficientes. Este quadro pode incluir, ainda, além da tecnologia e qualidade do meio ambiente, o efeito da regulação e da economia sobre o comportamento da demanda.

Dessa forma, pode-se explorar um cenário de baixos impactos socioambientais, mas de benefícios econômicos e tecnológicos, priorizando a eficiência energética e de uso da água, ou sejam:

- Redução de impactos ambientais causados pelo uso da energia e da água;
- Consideração dos valores sociais, com investimentos de infra-estrutura orientados à comunidade, com objetivos de longo prazo tais como equidade e desenvolvimento sustentável;
- Maior eficiência de equipamentos utilizadores de energia e/ou de água;
- Redução de despesas com energia e água;
- Redução da necessidade de obras de expansão para fornecimento de energia e de água;
- Utilização de fontes renováveis de energia e de forma descentralizada;
- Conservação ambiental.

Dois cenários exploratórios de eficiência energética e de conservação de água podem ser escolhidos e utilizados neste trabalho: o primeiro é o cenário de referência ou cenário de eficiência congelada, no qual se supõe que a penetração de equipamentos mais eficientes e os níveis de eficiência atuais são mantidos com relação ao uso de energia ou de água. Este

cenário não é realista, pois existe um processo natural de reposição de tecnologias, em vista do sucateamento de equipamentos, sem interferência de políticas de transformação de mercado de energia ou para conservação de água. Um cenário tendencial consideraria a penetração natural de tecnologias mais eficientes através de um processo que envolvesse fabricantes, fornecedores, distribuidoras e consumidores e mediria o ganho potencial de eficiência (em relação ao cenário de eficiência congelada).

O segundo é o cenário “potencial técnico de eficiência energética e de eficiência no uso de água” que considera todas as possíveis melhorias técnicas nos equipamentos de uso final, construções e processos que podem ser introduzidos no ano projetado (JANNUZZI e SWISHER, 1997). Além desses, existem mais três cenários que poderiam ser utilizados: o de potencial econômico, o de potencial de mercado e o de mercado atingível.

O de potencial econômico admite que a substituição de tecnologia ocorra apenas quando é economicamente viável, ou seja, quando seus custos são inferiores ao da manutenção do aparelho antigo. Desta forma, este cenário é função do limite de custo das medidas, levando em conta o tempo de retorno dos investimentos, a taxa interna de retorno, ou o custo de energia economizada.

O cenário de potencial de mercado captará a fração de economia que efetivamente será implementada, considerando as condições que limitam a abrangência e penetração de uma medida no mercado consumidor. É necessária a análise dos custos da tecnologia e das medidas de eficiência consideradas, incluindo-se os custos administrativos dos programas de eficiência e gerenciamento pelo lado da demanda, a possibilidade técnica e institucional das medidas, além da aceitação e participação do consumidor (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Nem sempre é possível se atingir plenamente os consumidores com medidas de eficiência, mesmo com fortes incentivos. E este potencial poderá ser captado no cenário de “mercado atingível” através de programas reais que incorporem as melhorias de eficiência disponíveis e os limites de penetração de tecnologias que levam tempo para serem absorvidas pelo mercado.

Tal como para a obtenção de ganhos de eficiência energética, as estratégias de ação em políticas de transporte poderiam procurar alternativas tecnológicas de combustíveis como o gás natural; combustíveis com menor emissão específica de carbono, compostos de nitrogênio e enxofre, ou que contribuam menos com o efeito estufa; também tecnologias “mais limpas”, resultando em menos riscos ambientais e/ou mais eficientes como o investimento em plantas térmicas com uso de ciclo combinado; o favorecimento de plantas de co-geração, pequenas barragens, incentivos à geração distribuída de energia elétrica e fomento ao biodiesel. Incluem-se também, o gerenciamento ambiental nos setores produtivos, reformas dos órgãos ambientais federais e estaduais para que eles possam atuar com maior eficácia a fim de diminuir os riscos ambientais, e uma revisão do papel do álcool como combustível automotivo, diante das suas emissões atmosféricas. São emissões renováveis as geradas por veículos a álcool, pois o balanço das emissões é considerado quase nulo, no ciclo de produção e consumo desse combustível, não contribuindo, desta forma, significativamente para o incremento de gases de efeito estufa na atmosfera. Nestas condições, o Brasil teria condições de, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, consolidar o setor sucroalcooleiro, o etanol, como o mais importante programa de combustíveis do mundo; e também negociar créditos de carbono, contabilizando as reduções líquidas de emissões de gases através do Protocolo de Quioto, valendo-se dos mecanismos de flexibilização que objetivam o cumprimento dos compromissos firmados a partir da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas: o de implementação conjunta (JI – Joint Implementation) e o comércio das emissões (Emission Trade).

A Figura 4.3 ilustra a estrutura de cenários de projeção dos serviços de energia e que podem ser aplicados para os serviços de água no PIR por bacias hidrográficas.

<p><b>Ano Base</b>          Informação requerida:          - Níveis de Serviços de Energia e de Água por usos-finais; consumos específicos e intensidades de energia e de água por usos-finais          -Indicadores sócio-econômicos de demanda de energia e de água</p>	<p><b>Cenários Socioeconômicos</b>          para o ano projetado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento populacional</li> <li>- Atividade econômica</li> <li>- Níveis de Serviços de Energia e de Água (saturação dos aparelhos, etc.)</li> <li>- Elasticidades de energia</li> </ul>	<p><b>Cenários de Energia e de Água</b>          para o ano projetado:</p>
		<p><b>Cenário de Eficiência Congelada</b>          Mantém o mesmo padrão de eficiência das tecnologias de uso-final do ano base.</p>
		<p><b>Cenário Tendencial</b>          (Pode ser também Eficiência Congelada)          Considera a evolução natural da introdução de medidas e tecnologias eficientes no mercado.</p>
		<p><b>Potencial Técnico</b>          Implementação de sucesso de todas as opções de eficiência em todos os consumidores.</p>
		<p><b>Potencial Econômico</b>          Somente as opções de custo efetivo em todos os consumidores.</p>
		<p><b>Potencial de Mercado</b>          Somente as opções economicamente atraentes.</p>

Obs.: Todos os Cenários de Eficiência de Energia e de Água consideram os mesmos níveis projetados de Serviços de Energia e de Água.

Fonte: Adaptada de Jannuzzi e Swisher, 1997.

Figura 4.3: Etapas para elaboração de cenários de eficiência de demanda de energia e de água.

A construção dos cenários de projeções desejados neste trabalho acompanhará, segundo a situação inicial, um conjunto de possibilidades capazes de atender a um dado nível de serviços de energia ou de água, em cada setor da economia de cada município da bacia hidrográfica. Para se atingir este objetivo será utilizada a técnica de cenários descrita para simular os impactos do crescimento econômico e também de melhoria da eficiência.

#### 4.7 ESTIMAÇÃO DE IMPACTOS DE EFICIÊNCIA EM PROJEÇÕES DE DEMANDA

O estabelecimento de programas de eficiência energética e de conservação de água no âmbito do PIR por bacias hidrográficas, considerando a neutralidade tecnológica<sup>14</sup>, envolve o gerenciamento pelo lado da demanda com metas de exploração dos potenciais de conservação nos usos finais, melhoramento da qualidade dos serviços e postergação de investimentos nas capacidades instaladas, como comentado no Capítulo 2, na seção 2.4. Estas ações intervêm diretamente no mercado consumidor, juntamente com outros instrumentos e com uma política de preços, por exemplo, produzindo efeitos nos cenários de demanda dos recursos.

Os resultados destas ações devem ser avaliados sob os pontos de vista econômico e técnico da melhoria de eficiência em bases relativamente iguais às opções de expansão da oferta, garantindo uma gama maior de opções de investimentos para expandir os serviços de energia e de distribuição de água.

#### **4.7.1 Estimação de impactos de eficiência energética e de conservação de água**

A eficiência energética e a conservação de água são um desafio enfrentado pelos modelos de planejamento, e, conseqüentemente, são, também, os programas relativos à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e à eficiência na utilização de água e aos serviços de água.

A estimação de impactos de eficiência é a verificação e medição sistemática da operação e do desempenho dos programas de conservação, bem como da resposta dos consumidores para diferentes tipos e níveis de informação a qual apóia os programas e pode torná-los economicamente atraentes (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

As avaliações de impactos de programas integrados de “gerenciamento pelo lado da demanda” examinam os resultados de tais programas em termos de energia ou água conservada incluindo os seguintes efeitos:

- alteração na curva de carga; em termos energéticos, a redução de carga;
- alteração no consumo e demanda;

---

<sup>14</sup> A neutralidade tecnológica, como comentada na seção 2.2 do Capítulo 2, é uma característica do PIR, que garante a disponibilidade de todas as tecnologias relevantes para se alcançar os objetivos de atendimento à demanda e de emissões de gases de efeito estufa.

- duração das medidas de conservação;
- persistência ou não das economias de energia e de água;
- número e classe de consumidores envolvidos;
- custos e benefícios para a concessionária;
- aceitação pelo consumidor;
- alterações no comportamento do consumidor;
- novos elementos para projeções do mercado de energia ou de distribuição de água.

A avaliação qualitativa do processo ao referir-se à operação do programa e ao seu desempenho, compara os objetivos projetados e os obtidos. Esta avaliação inclui, ainda, a análise das eventuais barreiras, do planejamento do programa, da eficiência do material de marketing, treinamento do pessoal envolvido, administração e gerenciamento do programa, comunicação e cooperação entre as unidades das companhias e órgãos envolvidos, qualidade dos mecanismos de controle, problemas e soluções adotadas, orçamento e custos (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Há várias oportunidades envolvidas com a aplicação de programas de eficiência energética em setores da economia com resultados consideráveis em termos de economia de energia e de impactos econômicos, sociais e ambientais e que podem também ser avaliados:

- A competitividade econômica que é fortemente dependente da eficiência energética nas modernas economias;
- A implementação da eficiência energética - um dos meios mais econômicos para reduzir as emissões de gases de efeito de estufa, com o desenvolvimento de aplicações inovadoras e mais eficazes do ponto de vista energético, e tem um impacto direto nas poupanças dos consumidores;
- A eficiência energética como responsável por um papel essencial na melhoria do desempenho, tanto no nível local como global, das economias industrializadas e emergentes (em especial, por meio de redes e edifícios inteligentes, e da melhoria

tecnológica dos processos de produção das indústrias de elevada intensidade energética); e tendo em conta o potencial de conservação, no caso da indústria de transformação e dos transportes;

- O desenvolvimento de programas e iniciativas de apoio à investigação e à inovação no setor energético (pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&DT), programas de apoio à política em matéria de tecnologias inovadoras e programas operacionais para a energia inteligente);
- A implantação de incentivos fiscais e de instrumentos adequados de auxílio estatal de ajuda financeira e de estímulo a soluções inteligentes em matéria de eficiência energética;
- O melhoramento dos critérios, abordagens e evolução do direito em matéria de eficiência energética, elegendo-a como prioritária para o aumento da produtividade, reduções de custos, para o desenvolvimento sustentável e melhoramento da qualidade de vida das pessoas;
- A adoção da abordagem integrada de conservação de recursos, incluindo orientações relativas à avaliação de impacto e uma análise do potencial de conservação de recursos resultante da utilização de soluções conjuntas para todos os recursos;
- Incentivos à utilização e implantação de soluções baseadas na tecnologia de informação e comunicação.

### **Benefícios e custos dos programas de GLD e eficiência**

As possibilidades e estratégias de gerenciamento da demanda de recursos energéticos e hídricos incluem critérios de avaliação, feitas caso a caso, na seleção de recursos e de tecnologias não somente de custos econômico-financeiros como também sociais e ambientais. Ao escolher-se um cenário de eficiência congelada ou cenário de eficiência melhorada, são impostos custos de conservação que, comparados aos custos de produção de energia, permitem-se fazer considerações tanto do lado da demanda quanto do lado da oferta.

Na elaboração do PIR existem critérios para escolher-se o cenário de atendimento à demanda que melhor represente os benefícios e os custos para o setor energético, consumidores e sociedade em geral. Estes critérios estão resumidos na Tabela 4.15.

Tabela 4.15: Critérios de análise benefício-custo de programas GLD/eficiência no âmbito do PIR.

Análise de custos e benefícios do consumidor participante	Avaliação da diferença entre os custos que um consumidor incorre ao participar em um programa GLD/eficiência e os benefícios recebidos
Análise de custos e benefícios do consumidor não-participante	Avaliação das variações nas tarifas de energia ao serem incluídos os custos de um programa de GLD/eficiência
Análise do custo total	Comparação dos custos totais do programa GLD (incluindo os custos incorridos pela companhia promotora e pelo participante) e os custos médios de oferta de energia
Análise dos custos sociais	Inclui, além dos custos totais, os efeitos das externalidades (como os custos ambientais) na contabilização dos custos e benefícios das medidas
Análise do custo da companhia promotora do programa	Comparação dos custos (administrativos, incentivos financeiros aos consumidores) e benefícios (custos evitados na produção de energia) decorrentes de investimentos em programas

Fonte: Elaborada a partir de JANNUZZI e SWISHER, 1997.

Os benefícios para os participantes advindos das avaliações são observados na forma de incentivos da companhia com redução nas contas de energia; para os não-participantes e para a companhia, são os custos de oferta evitados; como ganhos sociais, tem-se a poluição reduzida e outros benefícios de externalidades. Os custos, por sua vez, são diretos para os participantes; para os não-participantes e para a companhia são os custos do programa (incluindo os incentivos para os participantes) mais a receita líquida perdida devido às vendas reduzidas. Sob a perspectiva do custo total e do custo social, são os custos do programa para participantes e para a companhia (excluindo os incentivos).

A análise econômica é realizada associando-se os seus critérios à área de economia de energia, como taxa de atualização, taxa de descontos, valor presente e valor presente líquido, fator de recuperação de capital (FRC), taxa de inflação, custo anual equivalente (CAE); e ainda, taxa interna de retorno (TIR), simples “payback”, custo total do programa (CTP), custo de conservação de energia (CCE) e custo da demanda evitada (CDE). A mesma análise econômica de benefícios e custos também se aplica aos programas de conservação de água.

A avaliação de programas de conservação de água deve promover ações de acompanhamento efetivo de consumidores e de explicação das variações de consumo de consumidores típicos. Além disso, devem ser ações coadunadas com políticas de controle geral dos consumidores, como vistorias periódicas de ligações suprimidas e inativas ou ligações com consumo zero ou quase zero, vistoria sistemática de grandes consumidores, controle de consumo de prédios públicos e próprios e afins (PNCDA, 1999). Especificamente, a avaliação deve ser realizada e balizada pelas seguintes ações, presentes no gerenciamento, além daquelas aplicáveis aos programas de eficiência energética:

- controle de consumidores no campo e no escritório;
- acompanhamento sistemático de consumidores típicos;
- implantação de um sistema eficaz de leitura;
- a gestão do parque de hidrômetros instalados;
- a gestão de grandes consumidores;
- implantação de um cadastro atualizado de consumidores;
- implantação de um sistema informatizado;
- um acompanhamento geo-referenciado do crescimento urbano;
- um sistema de gestão de operação da rede de distribuição associado ao Sistema de Informações Geo-referenciadas (para redes de grande porte);
- monitoramento com macro e micromedição, com análises periódicas e diagnósticos das perdas em partes ou em todo o sistema;
- a consolidação e apresentação dos resultados.

Os resultados serão estimados segundo estatísticas do perfil de consumo obtidas pelo gerenciamento, quais sejam:

- distribuição do volume micromedido por faixas de consumo;
- estatística e listagem das ligações com variações significativas;

- estatística de consumo de consumidores típicos pré-estabelecidos (para programas específicos visando estes consumidores);
- distribuição das perdas físicas.

Para o procedimento de estimação quantitativa tanto da energia quanto a de água conservada, o uso de estatísticas avançadas pode gerar uma pré-avaliação ou análise ex- para o montante de economias potenciais e pós-avaliação ou análise ex- para a estimação das economias proporcionadas pelo programa (JANNUZZI e SWISHER, 1997). As análises técnicas (de engenharia) são as mais simples e envolvem informações sobre as características técnicas de equipamentos e de participação de consumidores no programa, mas não conseguem captar as mudanças no comportamento do consumidor em relação ao uso final. Uma sofisticação da análise técnica inclui o uso de modelos de simulação para as estimativas de impacto.

Métodos de análise de regressão linear podem utilizar “variáveis explanatórias” para capturar as variações observadas no consumo de energia e de água condicionado por fatores socioeconômicos, demográficos, climáticos etc. Séries temporais de dados e séries espaciais (modelo “cross sectional”) são usadas para cruzamento de variáveis entre consumidores, auxiliando o exercício de análise e previsão das demandas. Uma das vantagens deste método é a granularidade, ao permitir a desagregação do consumo por equipamento de uso final. Mas as desvantagens incluem a não aplicabilidade antes da implantação do programa e a influência no resultado de fatores que não fazem parte do programa.

Outra técnica utilizada é a medição direta da evolução do perfil da curva de carga (antes e após o programa), com uso de instrumentação e levantamento de dados de consumidores individuais por uso final da unidade consumidora como um todo. Esta medida permite a quantificação do uso energético ou de água antes e depois da adoção das ações de conservação, podendo ser realizada em participantes ou não do programa. O monitoramento de consumidores oferece maior precisão dos impactos verificados, mas é um processo caro e de difícil operacionalização, tendo em vista a instalação e a retirada de equipamentos de medição, coleta e análise de grande número de informações.

A análise estatística das contas de energia e/ou de água e respectivos dados de consumo é de baixo custo e permite a utilização de grandes amostras ou mesmo do universo todo de consumidores, devendo-se conhecer, em contrapartida, o mercado consumidor e possuir boas séries históricas de consumo (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Estimativas de impacto podem, ainda, ser generalizadas associando-se dados de consumo, nível de posse de equipamentos e informações socioeconômicas do consumidor, fazendo-se uso de pesquisas por amostragem, envolvendo participantes e não-participantes dos programas.

## Capítulo 5

### **O PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS COMO BASE DE UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE ENERGIA E ÁGUA NA INDÚSTRIA: ESTRATÉGIAS PARA USO EFICIENTE**

Neste capítulo destaca-se a importância e estabelece-se um modelo de gestão integrada de energia e água no setor industrial, como sucedâneo do planejamento integrado de recursos aplicado no âmbito de um setor econômico restrito. Para se atingir esse objetivo, são descritas as formas como são utilizados esses recursos na indústria e como podem ser geridos por meio de medidas de gestão adequadas e que possam auxiliar na elaboração de programas-padrões de eficiência na utilização desses recursos.

Além dessa abordagem, o capítulo apresenta dois estudos de caso: da indústria de distribuição de água e saneamento – dependente de energia elétrica para bombeamento – e – da indústria sucroalcooleira – intensiva em água. Outro estudo, incluso no Apêndice 5, refere-se à indústria siderúrgica - segmento intensivo em energia e água. Com esses três estudos em importantes segmentos da indústria, procura-se evidenciar a necessidade da implementação da gestão integrada via planejamento integrado de recursos, sustentar a aplicação do modelo no setor industrial e apresentam-se, como resultados, os significativos potenciais de integração e de economias simultâneas de energia e de água nessas plantas. Esses resultados serão associados e utilizados em estudos de caso nas indústrias de saneamento e distribuição de água e sucroalcooleira, indicando oportunidades de gestão integrada e de efficientização dos respectivos segmentos da região da bacia do rio Cuiabá, no Capítulo 8.

## **Os conceitos de planejamento, gestão e gerenciamento**

Os dois termos – planejamento e gestão – não são intercambiáveis, possuem referenciais temporais distintos e referem-se a diferentes tipos de atividades. Assim, planejamento é a elaboração de um plano, com antevisão de processos futuros e prognósticos da evolução de tendências, com o objetivo de coordenar ações preventivas ou necessárias sobre um sistema organizado. A gestão é o processo de administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas, incluindo ações de intervenção, regulação, mediação, condução e controle de atividades. Dessa forma, a gestão, em toda a sua abrangência, é parte da ação de planejamento e dela decorre.

Um terceiro termo – gerenciamento – é utilizado neste trabalho para designar a execução de um plano ou projeto, o acompanhamento da operação e medição de determinado nível de serviço e a ação de solucionar problemas locais.

### **5.1 A NECESSIDADE DE UMA GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS NA INDÚSTRIA**

Atualmente, a indústria global consome 40% da eletricidade produzida no mundo, 77% de carvão e 27% de gás natural, sendo o maior contribuinte das emissões de CO<sub>2</sub> (IEA, 2006 apud UNIDO, 2007). E 25% de toda a água consumida no planeta são utilizados pela indústria (MANCUSO e SANTOS, 2003). Nos países em desenvolvimento, a energia requerida por esse setor é da ordem de mais de 50%. Estão, portanto, nesses países, que vêm expandindo suas plantas industriais, as maiores oportunidades para melhorar sua competitividade através da aplicação de uma gestão integrada dos recursos e de aumentar a eficiência energética e de uso da água.

O aumento das atividades industriais e a complexidade das relações entre os recursos energéticos e água nos métodos produtivos tornam os procedimentos operacionais da indústria uma questão relevante em relação tanto à estratégia ligada às disponibilidades e reservas energéticas e de água, especificamente, quanto aos problemas ambientais de diferentes características como o descarte de resíduos.

Esses recursos, estratégicos e estruturantes, essenciais para o desenvolvimento socioeconômico, devem fazer parte de um esforço contínuo para utilização eficiente, ou para garantir elevadas eficiências no seu uso, o que deve corresponder a uma opção orientada de gestão integrada.

Há, portanto, alguns fatores que sustentam essa opção alinhada com as diretrizes do PIR:

- O imperativo ambiental, pela necessidade de uma crescente conscientização da sociedade de que os recursos energéticos e hídricos devem ser conservados, na visão do planejamento integrado de recursos, no âmbito micro das indústrias.
- O interesse econômico das entidades gestoras, em função de uma maior racionalidade de investimentos, na medida em que permite um melhor aproveitamento das infra-estruturas existentes, minimizando ou mesmo evitando, em alguns casos, a necessidade de construção de novas centrais e usinas, e sistemas de captação de água para abastecimento e distribuição.
- O interesse econômico dos interessados-envolvidos, os cidadãos, pela redução de tarifas e encargos com a utilização de energia e de água.
- As obrigações do país, em termos de política pública e legislação comunitária, com ações de conservação de energia e de água, considerando a lógica do interesse nacional, tendo em conta os inevitáveis conflitos de interesse, com a crescente aplicação de custos reais no uso da água, especificamente; com o compromisso relativo à obrigatoriedade de utilização das melhores técnicas disponíveis nos diversos segmentos industriais.
- E a necessidade de estabelecer um status legal e a delimitação de um regime regulamentar para a utilização de recursos energéticos e hídricos, enquadrando-a nas dimensões legais e regulatórias.

## 5.2 UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE ENERGIA E ÁGUA NA INDÚSTRIA VIA PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

A implantação de um modelo de gestão integrada de energia e água, única e ampla, proporciona à indústria uma visão estratégica, passando esta a agir não somente em função dos riscos, mas também da exploração das oportunidades de redução do consumo de energia e de água, utilização de combustíveis alternativos, mudanças tecnológicas, eliminação de perdas nos processos, aproveitamento de rejeitos, substituição de insumos, reúso de água etc.

Parafraseando Titi et al. (1995, apud BRASIL, MAPA, 2009), essa gestão deve constituir-se na produção de serviços de alta qualidade, mediante o uso desses recursos capazes de minimizar perdas e assegurar uma produção sustentável. É sob esses aspectos que podemos estabelecer um modelo de gestão integrada de recursos, considerando vários benefícios, conforme Moreira (2006):

- Garantia de melhor desempenho ambiental.
- Redução de desperdícios.
- Prevenção de riscos (acidentes ambientais, multas, ações judiciais etc.).
- Disseminação da responsabilidade sobre o problema energético e de uso da água para toda a empresa.
- Homogeneização da forma de gerenciamento [energético e da água] [...].

O objetivo de uma gestão integrada de energia e água na indústria é prover uma orientação para as plantas industriais integrarem ações e práticas de eficiência energética e de uso eficiente da água, com benefícios líquidos de práticas eficientes, redução de perdas, redução de resíduos e efluentes e gestão dos equipamentos.

Para se atingir as metas dessa gestão é necessário um conjunto de ações que correspondem à agregação de mecanismos afins para serem utilizados na implementação de medidas. Esse padrão de gestão integrada de energia e água na indústria inclui os seguintes requisitos:

- O compromisso obrigatório de cumprimento de normas legais e outros documentos porventura subscritos pela organização, voluntariamente (códigos de conduta da indústria, Carta para o Desenvolvimento Sustentável<sup>15</sup>, acordos com órgãos públicos, associações, organizações ou qualquer outra parte interessada) (UNIDO, 2007). As políticas das instituições públicas, pela sua capacidade de orientação, também devem promover e induzir a aplicação de soluções inovadoras no setor produtivo.
- A incorporação de sistemas de gestão de qualidade e ambiental ISO 9000/14000<sup>16</sup>.
- O compromisso da prevenção de impactos ambientais e de poluição, nos termos da NBR ISO 14001:2004<sup>17</sup>.
- Aproximação do sistema de produção e de consumo da organização com os ciclos naturais do meio ambiente, graças à melhoria contínua do processo, agregando atividades complementares entre si; o propósito é atingir o aprimoramento do desempenho ambiental geral, coerente com a política ambiental (NBR ISO 14001:2004), a partir da adoção de um plano estratégico que requer medição, gerenciamento e documentação.
- Adoção de normas e procedimentos para orientar a compra, utilização, reutilização e descarte de energia e água. Esse modelo requer o uso de fontes renováveis e o emprego em cascata da energia e dos materiais não renováveis, possibilidade de intercâmbio dos subprodutos com outras atividades produtivas, possibilidade de escoamento e novos critérios de localização e dimensionamento

---

<sup>15</sup> Carta de Princípios para o Desenvolvimento Sustentável da Câmara Internacional do Comércio (International Chamber of Commerce – ICC). Documento fundamentado nos princípios enunciados no Relatório Brundtland, contendo 16 princípios para gestão ambiental.

<sup>16</sup> Os Sistemas de Gestão da Qualidade e de Gestão Ambiental, ISO 9000 e ISO 14000, respectivamente, propõem normas que representem o consenso de diferentes países para homogeneizar métodos, medidas, materiais e seu uso, em todos os domínios de atividades, exceto no campo eletro-eletrônico.

<sup>17</sup> Esta Norma define a prevenção de poluição como o “uso de processos, práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou energia, para evitar, reduzir ou controlar (de forma separada ou combinada) a geração, emissão e descarga de qualquer tipo de poluente ou rejeito, para reduzir os impactos ambientais” (MOREIRA, 2006, p. 98).

das instalações, garantindo a conexão espacial e temporal entre produção e consumo.

- Utilização dos balanços energéticos e de utilidades e processamento das informações de forma conjunta não só sob o ponto de vista contábil, mas também sob o ponto de vista da gestão integrada de recursos – energia e água – e promoção de ações de uso e de conservação interdependentes, unívocas e simultâneas.
- Planos demonstrativos de melhoramento contínuo da eficiência no uso da energia e da água. Resultados favoráveis em termos de eficiência técnica, ambiental e econômica devem vir a partir da utilização de um mix de produtos e serviços que responda à demanda de bem-estar usando o mínimo possível de recursos.
- Criação e emissão de um Manual que contenha todas as medidas empreendidas para conservação dos recursos, ao longo do tempo.
- Identificação de indicadores de eficiência, únicos para a planta, que são rastreados para medir o progresso das ações e estabelecimento de padrões de consumo que possibilitarão o conhecimento dos consumos específicos que revelam os pontos de consumo excessivo e permitem introduzir um plano de ação. A geração de padrões de referência deve servir como base para a definição de novas e mais avançadas políticas a serem adotadas.
- Relatórios periódicos de progresso para balizar futuras medidas e avaliar a eficácia das medidas implementadas, através de medições realizadas a posteriori, comparando-as com medições anteriores.
- Possuir uma equipe híbrida conduzida por um coordenador responsável pela implementação e verificação contínua do plano.

Uma estrutura modelo pode ser obtida incluindo padrões de eficiência energética e de uso final de água, planos de ação, treinamento (capacitação de equipes de especialistas),

documentação, informação, educação, regulamentação, incentivos econômicos, financeiros e fiscais, ferramentas de avaliação e certificação, como mostra a Figura 5.1.

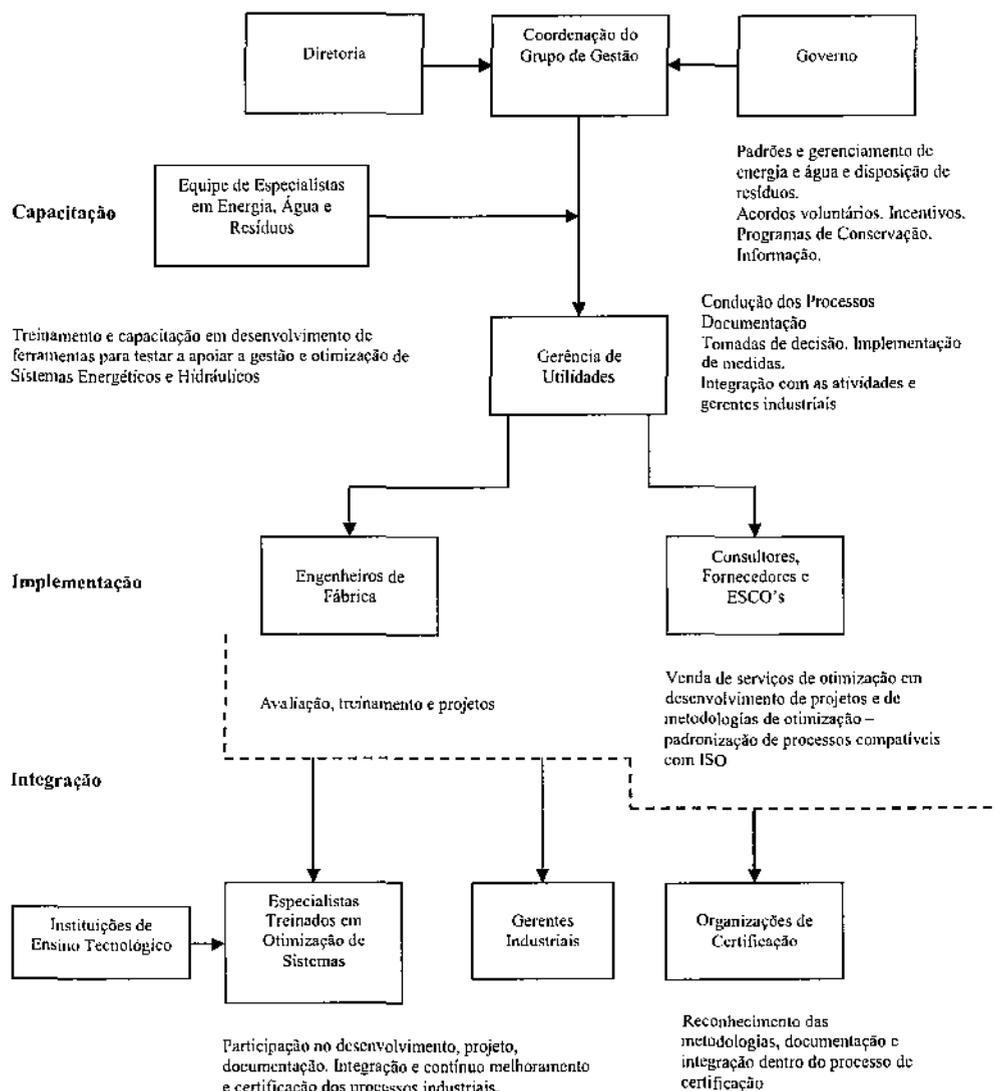


Figura 5.1: Estrutura de gestão integrada de recursos na indústria, com base nas Normas ISO 9000/14000 e sob as diretrizes do PIR.

Essa gestão deve desenvolver-se por meio de incorporação da análise dos balanços energéticos e de água da planta, recursos expressos como utilidades industriais – quantificadas através de consumos específicos – que envolvem: o consumo de energéticos, o consumo de água, de gases, de vapor, de ar comprimido, de matérias-primas, além da produção e das perdas.

Um cuidadoso e organizado controle do consumo de utilidades (pela Gerência de Utilidades) criará oportunidades e condições de exploração, através de diagnósticos com base nos dados de produção, consumo de energia e de água, vapor, tipos de processos, energéticos, equipamentos, instrumentação e sistemas de controle, das potencialidades existentes de gerenciamento dos diversos processos. A idéia é que a planta passe a considerar, além do consumo específico global, a economia de energia e de água como principais parâmetros da gestão de seus recursos.

A gestão integrada sob o conceito e informações de utilidades oferece a devida importância e a viabilidade de implementação de gerenciamento e de programas de conservação de energia e de água, constituindo-se em ferramentas úteis para a avaliação dos potenciais de economia, e determinando em que setores da planta ela pode ser obtida e como obtê-la. Não é suficiente uma análise energética por meio de fluxogramas simplificados da operação ou conjunto de operações sob análise, como se faz atualmente. O propósito é a análise de um fluxograma completo das operações juntamente com o balanço de utilidades que explicitam as inter-relações entre os processos e as fronteiras entre as várias áreas produtivas, indicando as quantidades de material, energia e água consumidos e os fluxos entre as fronteiras.

O procedimento de análise completa e o conhecimento das melhores práticas e dos custos globais envolvidos tornam possível a utilização de inovações tecnológicas em equipamentos e processos com benefícios para o sistema de forma integrada e para a economia de escala. Além disso, a existência, na estrutura da planta, de setores formais de gerenciamento de utilidades permite essa implementação, sendo necessárias, no entanto, uma reformulação e uma conscientização profunda desses setores para que reestruturarem suas ações e rotinas voltadas para uma gestão integrada.

A gestão presente nas plantas atualmente considera, por um lado, novos processos, cumprindo etapas de preparação para novas tecnologias, preparação e treinamento de pessoal e de remodelação da administração da nova estrutura. Por outro, mantém a estrutura tecnológica e administrativa com excessiva departamentalização, levando ao surgimento de interesses e responsabilidades conflitantes, tanto no nível técnico como no político-administrativo, criando barreiras que dificultam o desenvolvimento de uma gestão integrada. O resultado são medidas

individuais ou uma composição operacional extremamente ineficiente, uma vez que conta com engenheiros alocados em suas respectivas áreas, gerentes de manutenção, gerente de engenharia, representante administrativo e representante dos técnicos e operadores, os quais, atuando isoladamente, não têm dedicação exclusiva e completo envolvimento com os programas de eficiência, não representando, portanto, uma unidade de “Conservação de Recursos” ou de “Eficiência em Utilidades”.

Conforme constatado em visita “in loco”, o grupo industrial Votorantim, por iniciativa própria, tem avançado na estrutura administrativa e operacional da gestão energética das suas plantas de cimento. O grupo tem reunido capacidade técnica e administrativa para abranger os objetivos traçados no seu programa, conduzido por uma equipe dedicada às ações de melhoria e eficiência energética. Deste modo, viabiliza-se a centralização das informações relativas às diversas plantas, criando-se condições para a análise e a tomada de decisões corretas, bem como de investimentos, junto à diretoria da empresa, além de facilitar a proposição de novas alternativas e de metas futuras. A atuação da equipe, coordenada pela Gerência de Gestão ligada à Diretoria Corporativa de Planejamento e Gestão – fato que se constitui em diferencial fundamental para o sucesso do modelo –, está voltada para a conservação de energia e envolve as seguintes atividades:

- levantamento e análise dos dados das plantas organizados em bancos eletrônicos;
- atualização mensal dos dados;
- controle e avaliação dos resultados alcançados;
- avaliação e priorização de medidas de conservação e substituição de energéticos;
- acompanhamento e implementação das medidas adotadas;
- conscientização e treinamento de pessoas voltados para atitudes de eficiência energética;

- mapeamento das principais barreiras de cunho organizacional procurando superá-las, adotando medidas nos setores, cuja ação tem boa receptividade entre as lideranças internas;
- e prestação de contas à diretoria da empresa, mensalmente, através de relatórios de desempenho.

### **5.2.1 Medidas de efficientização no nível do processo de fabricação industrial**

Na atualidade, programas pontuais têm promovido em algumas indústrias a otimização de componentes individuais como motores, bombas e compressores com melhoramento na eficiência, por exemplo, de 2 a 5%, em vez de focarem na otimização dos sistemas, ou de considerarem os acoplamentos das tecnologias (UNIDO, 2007).

Diferentemente dos edifícios comerciais e residências, a utilização dos recursos e a eficiência dos componentes de sistemas industriais que usam energia e água estão diretamente relacionadas às práticas operacionais. Numa planta industrial, por exemplo, o volume de produção e o tipo de produto manufaturado variam durante o ciclo de vida da planta. Nessas condições, motores, por exemplo, perdem, em média, 55% da energia antes de realizar trabalho ou uso final; sistemas de vapor perdem, aproximadamente, 45%, sendo algumas dessas perdas inerentes aos processos de conversão (DoE, 2004). Vistos como um sistema, esses componentes tratados conjuntamente podem atingir melhor desempenho global do que quando tomados individualmente. A complexidade e as mudanças freqüentes na produção (regime de produção) são fatores que afetam não somente a sustentação da eficiência energética na indústria, mas, também, os processos de produção que, por sua vez, operam numa faixa estreita aceitável de performance.

Para que as medidas de efficientização sejam implementadas, em cada unidade industrial devem ser identificadas as oportunidades de adequação da utilização de energia e da água que, através de uma estratégia apropriada ao perfil de operação dos equipamentos, conduzem à redução dos consumos de água e da descarga de águas residuais industriais e redução dos consumos energéticos associados ao processo, à operação e ao abastecimento de água à planta, além da redução dos custos econômicos. Deficiências na gestão de recursos energéticos e de

água e na apuração sistemática de indicadores técnicos de consumo, entretanto, tornam intangíveis essa identificação, a compreensão, o monitoramento e a implementação de práticas de eficiência na indústria. Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005, p.95),

mesmo que superficial, o conhecimento das atividades industriais é fundamental para o desenvolvimento de qualquer iniciativa que busque otimizar o uso da água [e da energia], pois isso é o que fomenta a habilidade de identificar os principais pontos de consumo de água [e de energia], a quantidade e a qualidade exigidas para cada aplicação e os pontos de geração de efluentes.

O conhecimento da forma e da quantidade utilizada do recurso deve fazer parte de uma ação integrada que reúne todos os elos da cadeia produtiva, interligados, o que permitirá a medição conjunta dos consumos, a seleção de boas práticas e a verificação das oportunidades de efficientização de todo o sistema.

A determinação das demandas de energia e de água numa planta requer uma abordagem acurada para aumentar a confiança nos dados obtidos. O conhecimento dos equipamentos e dos balanços de utilidades deve ser realizado de maneira que possa ser possível detectar o quanto é consumido pelo processo/equipamento e o quanto representa no produto final.

Sob este ponto de vista, a estratégia, em busca da sustentabilidade via planejamento integrado de recursos, deve estimular o conhecimento, a capacidade de alcançar melhores resultados, e os processos de inovação capazes de gerar aumentos de produtividade, melhoria de eficiência tanto em termos de economia de energia e de água, como em termos ambientais, sociais e econômicos.

Em termos de processo, a primeira medida deve procurar reduzir o consumo de energia e de água, diminuindo o fluxo de resíduos e de desperdício, equivalendo à redução da intensidade de materiais e recursos por unidade de produto ou serviço prestado; depois, buscase melhorar a eficiência técnica (efficientização) na correlação entre consumos decrescentes e produtividade, a utilização dos resíduos, e menos impactos no ambiente, resultado de um esforço coordenado para obtenção de soluções globais úteis, “ótimas” para o final dos processos.

A partir dos requisitos do padrão de gestão integrada pode-se estabelecer uma metodologia afeita à Norma de gestão ambiental ISO 14001, para se buscar a efficientização do

uso da energia e da água na indústria, desdobrando o processo em operações ou tarefas, fazendo-se o levantamento dos consumos por usos finais e conhecendo-se as tarefas detalhadamente, conforme mostra a Figura 5.2.

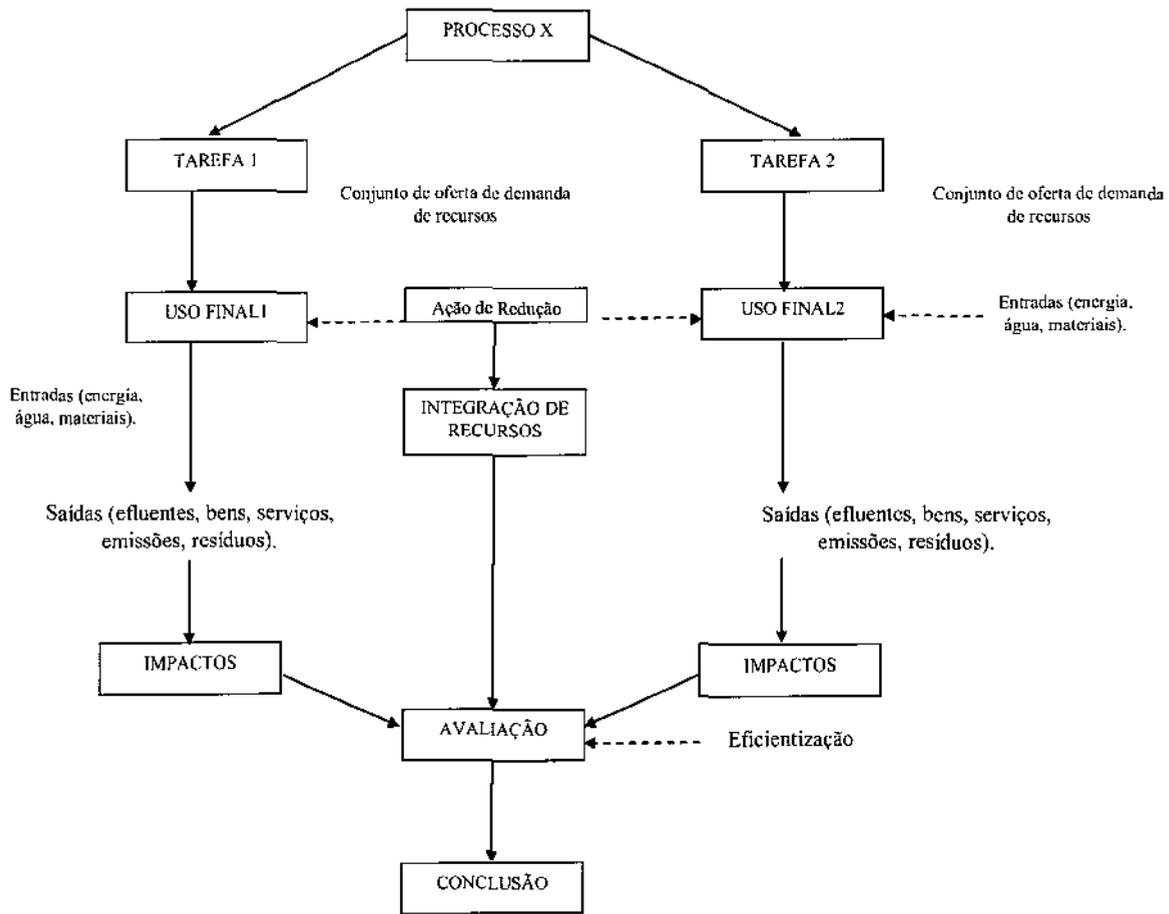


Figura 5.2: Medidas para eficiência no nível do processo de fabricação industrial, com base na Norma ISO 14001.

Os usos finais, gerados pelas atividades industriais – a causa, são fatores de desequilíbrio ambiental, e são representados pelos consumos de energia e de água específicos nos usos finais envolvidos na atividade ou tarefa, cujas entradas são os recursos energia e água. Os impactos são o próprio desequilíbrio, a alteração no meio ambiente – o efeito; neste caso, o efeito é, principalmente, o comprometimento da conservação e da disponibilidade dos recursos.

A análise de cada tarefa do processo deve especificar os componentes operacionais, as quantidades e os volumes dos recursos, no âmbito da eficiência no uso final, bem como identificar os impactos potenciais ou reais no meio ambiente, no âmbito da conservação

ambiental. Neste ponto, a avaliação percorrerá uma trajetória: da redução do consumo para a efficientização, mediante a criação de soluções, de acordo com a Figura 5.2.

Os objetivos a serem atingidos com esse modelo são, então:

- Redução de custos de gestão
- Contenção do consumo de recursos
- Economia de energia, conservação e reutilização de água
- Melhoramento da eficiência global na utilização dos recursos
- Gerenciamento integrado das demandas de energia e de água
- Tratamento integrado de medidas de eficiência energética e de uso da água
- Estratégia global para reduzir o impacto ambiental

### **Os indicadores de desempenho do modelo – “o que é medido é gerenciado”**

Para cada processo e uso final devem ser determinados os indicadores de desempenho. Os indicadores são os vetores-chave para a busca de sustentabilidade (SAVITZ, 2007) e também se prestam para auxiliar a análise do comportamento dos sistemas produtivos e para os propósitos de uma gestão integrada de recursos no âmbito de um planejamento integrado.

O padrão para mensuração e monitoramento de indicadores de consumo de energia e de água deve acompanhar algumas diretrizes como o agrupamento em categoria (energia e água), e garantir credibilidade e comparabilidade. Além disso, esses indicadores são classificados em dois tipos: os quantitativos, expressos em números, que contam, adicionalmente, com dificuldades técnicas para sua determinação, como coleta e verificação de dados; e os qualitativos, que descrevem normas, procedimentos e impactos, e tendem a ser mais subjetivos, pois se baseiam em respostas verbais, e.g.: sob o aspecto econômico, pede-se à organização “identificar externalidades referentes aos seus produtos e serviços”.

A Tabela 5.1 e a Tabela 5.2 apresentam, para as categorias “energia” e “água”, os respectivos usos envolvidos no processo e alguns possíveis indicadores; bem como indicam o nível de prioridade técnico para ações e medidas de conservação no processo que podem variar

de acordo com o potencial de economia existente e, em última análise, com o regime de produção.

## Uso de energia

Os usos finais de energia nos diversos processos correspondem a (Tabela 5.1):

Tabela 5.1: Usos finais de energia em processos industriais, possíveis indicadores de eficiência energética e níveis de prioridade técnica de ação de conservação.

Uso da energia	Indicador	Nível de Prioridade Técnica para ações e medidas de conservação na gestão integrada
<b>Força motriz</b>		
Bombas para movimentação de líquidos	Consumo de energia por volume bombeado	Máxima
Ventiladores para movimentação forçada de ar	Consumo de energia por unidade de área ou volume do recinto	Máxima
Compressores de ar para compressão de ar para diversas aplicações	Consumo de energia por volume produzido	Média
Refrigeração: equipamentos de refrigeração e condicionamento ambiental	Consumo de energia por grau de temperatura necessário	Máxima
Manuseio: equipamentos para transporte e adequação de produto ou material	Consumo de energia por tonelada de material transportado	Média
Processamento: equipamentos que modificam, de alguma forma, o produto ou material processado	Consumo de energia por tonelada de produto processado	Média
<b>Calor de processo</b>		
Utilizado através de troca de calor com vapor d'água ou fluidos térmicos gerados em caldeiras	Consumo de energia por tonelada de vapor produzido	Máxima
<b>Aquecimento direto</b>		
Utilizado em processos de aquecimento de massas líquidas ou sólidas; produzido por fornos a combustível ou fornos elétricos, quando se requer controle fino de temperatura (fornos a arco), ou por fornos a indução, quando se necessita de um aquecimento indireto e uniforme	Consumo de energia por tonelada de produto	Máxima
<b>Eletroquímica</b>		
Utilizada para redução de óxido para metal na indústria de alumínio; no processo de purificação do cobre; no processo de produção de cloro	Consumo de energia por tonelada de produto	Máxima

Fonte: Elaboração própria a partir de informações de MME, 2007.

Do ponto de vista do uso de energia, o melhoramento da eficiência pode-se dar com mudanças tecnológicas, substituição de processos e alteração no mix de matérias-primas que são utilizadas na produção ou nos processos de produção (o que pode ocorrer com a água, também).

## Uso da água

São vários os usos da água destinados aos processos de fabricação industrial, em diferentes segmentos e distintos processos e procedimentos. De uma forma geral, identificam-se os seguintes (Tabela 5.2):

Tabela 5.2: Usos finais da água em processos industriais, possíveis indicadores de eficiência de uso e níveis de prioridade técnica de ação de conservação.

Uso da água	Indicador	Nível de Prioridade Técnica para ações e medidas de conservação na gestão integrada
Incorporação em produtos alimentares	Consumo de água por tonelada de produto	Mínima
Em processos de extração física de produtos	Consumo de água por tonelada de produto	Máxima
Em processos de transformação química	Consumo de água. Consumo de água por tonelada de produto	Média
Na lavagem de produtos alimentares em bruto	Consumo de água (captada e recirculada) por tonelada de produto. Volume de descarga de água residual	Média
Na lavagem de embalagens e vasilhames de produtos alimentares	Consumo de água (captada e recirculada) por tonelada de produto. Volume de descarga de água residual	Média
Na lavagem de produtos não alimentares em bruto	Consumo de água (captada e recirculada) por tonelada de produto. Volume de descarga de água residual	Média
Para o transporte de materiais	Consumo de água por tonelada de produto. Consumo de água recirculada em sistema fechado por tonelada de material transportado	Máxima
Para a produção de vapor	Consumo de água por tonelada de vapor produzido.	Máxima
Para o arrefecimento de equipamentos e produtos	Consumo de água recirculada em sistema fechado. Consumo de água por °C	Máxima

Fonte: Elaboração própria a partir de informações de PNCDA (1999), Mierzwa e Hespanhol (2007) e ANA (2009).

As medidas relacionadas e/ou aplicáveis para um uso eficiente de água em processos industriais consistem na substituição ou adaptação do processo incluindo a aquisição ou substituição de equipamentos e dispositivos por outros mais eficientes sob o ponto de vista de utilização da água.

O nível de prioridade técnica para a tomada de decisão será definido em função das oportunidades de eficientização detectadas e cada ação escolhida terá um fator decisório segundo sua viabilidade.

A viabilidade tecnológica das medidas tanto para o consumo energético quanto para o consumo de água dependerá da disponibilidade, no mercado, das soluções técnicas (dispositivos e equipamentos) para cada setor industrial, enquanto a viabilidade funcional dependerá das alterações no nível operacional do processo (mudanças estruturais tecnológicas e/ou funcionais).

Essas alterações implicam investimentos econômicos além dos encargos adicionais com a manutenção e a reparação de novos equipamentos adquiridos no âmbito da implementação da medida. Porém, o investimento pode ser compensado pela redução nos consumos de água e pela redução do volume e da carga poluente das águas residuais geradas na unidade industrial, o que representa um benefício ambiental direto.

A intensidade energética e a intensidade de uso da água são outros indicadores que, discriminados por processo ou uso final, representam as atividades industriais e respectivos consumos energéticos e de água, em termos de despesas com os recursos, possibilitando a comparação das economias obtidas. A Tabela 5.3 mostra um exemplo de composição para essa análise.

Tabela 5.3: Exemplo de Quadro Analítico de intensidades energéticas e de uso da água, por processo industrial.

Processo/Usó final	Intensidade energética ou de uso de água (GJ/R\$) ou (m <sup>3</sup> /R\$)	Percentual de gastos com energia ou com água (%)	Percentual do total de energia ou de água consumida (%)
Máquinas de acionamento			
Geração de vapor – Calor de processo			
Aquecimento direto			
Eletrólise			
Sistemas de resfriamento			
Condicionamento de ar			
Iluminação			

Fonte: Elaboração própria.

Essa análise num sistema de gestão integrada é importante para captar o efeito das mudanças econômicas, por exemplo, do preço da água e dos preços dos energéticos; para analisar as possibilidades de uso de outras fontes alternativas, e para a avaliação da disponibilidade e do uso de cada combustível. Além disso, a análise, como disposta na Tabela 5.3, pode indicar a depreciação, custos de manutenção, trabalho e custos de operação envolvidos tanto numa situação inicial como na conversão ou substituição de equipamentos e processos. Fica claro também que o custo da energia e da água, como função do produto, pode ser identificado em cada fase, por função em cada etapa, de maneira que cada processo é analisado com seu respectivo impacto no custo final do produto. Nessas condições, um padrão de intensidade energética ou de uso de água mínimo pode ser estabelecido, por uso final, determinando um custo de referência para o produto e um indicador de oportunidades de conservação.

Significativas reduções no uso de insumos e de recursos financeiros, e, conseqüentemente, da intensidade energética, podem ser obtidas por meio de procedimentos e/ou atividades constantes de programas de conservação de energia na indústria, conforme determinaram Doty et al. (2007) e mostrado na Tabela 5.4, e que também poderão ser obtidas para a intensidade de uso de água em relação a determinados processos.

Tabela 5.4: Tempo de retorno e redução de consumo em programas de conservação de energia na indústria.

Perfil das atividades	Pay-back	Conservação
De baixo custo	1 a 2 anos	5 a 15%
Custo moderado e esforço significativo	3 a 5 anos	15 a 30%
Alto custo, mais engenharia	Longo prazo	30 a 50%

Fonte: Doty, S. et al. (2007).

A gestão integrada na forma de implementação de novas tecnologias, de novos materiais, de novos processos de fabricação e de uso de tecnologias poupadoras, além de reduzir a intensidade energética industrial, auxilia no melhoramento de sua produtividade e aumenta a qualidade do seu produto ou serviço. Esse modelo representa um papel chave para as mudanças necessárias para se alcançar simultaneamente eficiência energética e de uso da água, e pode ser realizado com altos retornos de investimento e rápidos “paybacks”, como visto na Tabela 5.4.

### 5.3 OPORTUNIDADES DE GESTÃO INTEGRADA NA INDÚSTRIA

#### 5.3.1 Caso da indústria de saneamento e distribuição de água

Os sistemas de saneamento e de distribuição de água têm sido alvo de ações de efficientização através da implementação de programas que visam ao uso eficiente de energia elétrica no processamento da água nesses sistemas. No Brasil, estas ações têm surtido maior efeito no âmbito dos programas federais do PROCEL/SANEAR da ELETROBRAS e nem tanto por iniciativas próprias das empresas municipais ou estaduais de saneamento.

A função da Estação de Tratamento de Água (ETA) é garantir à população o fornecimento de água de boa qualidade sob os aspectos físicos, químicos, biológicos e bacteriológicos. As Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT's) têm o objetivo de coletar a água de um reservatório inferior e transportá-la até o reservatório superior. O sistema de bombeamento, neste caso, deve ter potência necessária para superar o desnível e as resistências da tubulação, alcançando a vazão de projeto para distribuição de água – etapa final de um sistema de abastecimento.

As ações administrativas e operacionais no lado da oferta de água tratada visando a uma efficientização dos sistemas elétrico e hidráulico das EEAT's estimulam a conservação de recursos e a prática ambiental sustentável, uma vez que, no bombeamento, consome-se uma

quantidade de energia por unidade de massa adicionada ao líquido para uma determinada vazão. As Estações Elevatórias contribuem com cerca de 90% do custo total com eletricidade das empresas de saneamento, representando, por conseguinte, relevante potencial técnico e econômico de eficiência energética nos sistemas de bombeamento.

Especificamente, esta indústria, ao buscar a redução de custos, de uma maneira geral, tem procurado implantar ações de efficientização nas EEAT's através de medidas, nos equipamentos individuais, que modificam o funcionamento de motores elétricos e a operação das bombas. A Tabela 5.5 mostra estas e outras medidas usuais presentes atualmente nos sistemas de bombeamento de água tratada.

Tabela 5.5: Medidas de efficientização elétrica e hidráulica em sistemas de bombeamento empregadas atualmente.

<b>Nível operacional</b>	<b>Medida</b>
<b>Sistema elétrico</b>	Instalação de variadores de velocidade de rotação
	Instalação de banco de capacitores com gerenciador eletrônico de energia elétrica
	Substituição de motores antigos por motores novos de alto rendimento
	Desativação de sistemas de controle e moto-bombas Antigos
	Revisão e alteração da demanda contratada à concessionária de energia
	Revisão e alteração do tipo de fornecimento de energia à concessionária
<b>Sistema hidráulico</b>	Manutenção preventiva das bombas
	Desativação de instalações antigas e operacionalização de novos conjuntos motor-bombas
	Uso de bombas com rotação variável
	Alteração do sistema de bombeamento-reservação
	Emprego de válvula de retenção

Fonte: Mariotoni e Canadá, 1997; PROCEL, 2009;

Além dessas medidas no nível operacional, as ações administrativas incluem a correção da classe de faturamento de energia elétrica, a regularização da demanda contratada, alteração da estrutura tarifária, desativação das instalações sem utilização e acompanhamento e análise do consumo de energia.

### **Economias de energia e redução de perdas de água em algumas empresas de saneamento**

A indústria de saneamento e distribuição de água é responsável por 2,3% do consumo de eletricidade no Brasil, tendo consumido, em 2004, cerca de 7 TWh. A SABESP (Companhia de

Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e a CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro) consumiram, nesse ano, respectivamente, 26% e 14% dessa energia.

As ações de efficientização dos sistemas de saneamento em algumas empresas têm propiciado significativas reduções da demanda contratada e do consumo de energia elétrica de Estações Elevatórias, bem como a obtenção de economias financeiras. Os benefícios obtidos pelas medidas não se restringem apenas à redução das reduções das despesas com energia, mas, também, às reduções das perdas reais de água, muitas, das quais, devidas às ações de mudança do plano piezométrico noturno e à intensificação de ações para detecção de vazamentos em tubulações e equipamentos. Acrescente-se também a redução das perdas aparentes, com a instalação de macromedidores.

As informações das EEAT's apresentadas nesta seção referem-se aos projetos executados no âmbito do programa PROCEL SANEAR na SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

#### a) EEAT Santana

O Projeto Santana é parte integrante do Programa de Eficiência Energética da SABESP apresentado à ANEEL e viabilizado, em 2004, através de Contrato de Performance, na modalidade Convênio, entre a SABESP e a concessionária de energia elétrica BANDEIRANTE. As características desta EEAT estão apresentadas na Tabela 5.6.

Tabela 5.6: Características técnicas iniciais da EEAT Santana, da SABESP.

<b>Estrutura tarifária em 2003</b>	<b>Tarifa A4 Horosazonal Azul</b>
Demanda contratada no horário de ponta	480 kW
Demanda contratada no horário fora de ponta	500 kW
Bombas instaladas	2 x 200 cv e 3 x 100 cv (uma reserva)
Pressão de recalque	45 mca
Pressão de sucção (de operação das bombas)	5 mca
Consumo específico	0,10 kWh/m <sup>3</sup>

Fonte: PROCEL, 2009.

Medidas adotadas:

- separação das derivações que abastecem duas zonas, uma mais alta (necessária uma pressão de 45 mca) e outra baixa (necessária uma pressão de 5 mca), com a instalação de macromedição individualizada;
- troca dos dois conjuntos moto-bombas por equipamentos de menor potência;
- instalação de conversor de frequência para controle de velocidade em um conjunto moto-bomba;
- instalação de sistema de automação e monitoramento remoto da operação;
- desligamento de um conjunto moto-bomba no horário de ponta.

Os principais resultados estão sintetizados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização do sistema de bombeamento da EEAT Santana, da SABESP, em 2004.

<b>Estrutura tarifária em 2004</b>	<b>Tarifa A4 Horosazonal Azul</b>
Demanda contratada no horário de ponta	180 kW
Demanda contratada fora do horário de ponta	270 kW
Bombas instaladas	4 X 100 cv (uma reserva)
Pressão de sucção normalizada	25 mca
Consumo específico	0,060 kWh/m <sup>3</sup>

Fonte: PROCEL, 2009.

#### **b) EEAT Itaquaquecetuba e Booster<sup>18</sup> SAM LESTE**

Este projeto também foi realizado no âmbito do PROCEL através de convênio entre a SABESP, a concessionária ELEKTRO e a empresa VITALUX, em 2003. O Projeto engloba as duas estações, EEAT Itaquaquecetuba e Booster SAM Leste, visto que estas são tratadas como um complexo. Desta forma, as implantações previstas para o complexo só atingiriam os resultados previstos com ações integradas e complementares entre as estações, cujas economias foram decorrentes do conjunto total das implantações das medidas.

A Tabela 5.8 e a Tabela 5.9 apresentam as características iniciais da EEAT Itaquaquecetuba e do Booster SAM LESTE, respectivamente.

<sup>18</sup> Estação de bombeamento auxiliar para distribuição de água a pressão constante, melhorando a distribuição em rede, evitando rupturas.

Tabela 5.8: Características técnicas iniciais da EEAT Itaquaquecetuba, da SABESP.

Estrutura tarifária em 2003	Tarifa A4 Horosazonal Azul
Demanda contratada no horário de ponta	1.300 kW
Demanda contratada no horário fora de ponta	1.300 kW
Bombas instaladas	2 X 60 cv, 1 X 50 cv, 3 X 850 cv (uma reserva)

Fonte: PROCEL, 2009.

Tabela 5.9: Características técnicas iniciais do Booster SAM LESTE, da SABESP.

Estrutura tarifária em 2003	Tarifa A4 Horosazonal Azul
Demanda contratada no horário de ponta	1.200 kW
Demanda contratada fora do horário de ponta	1.200 kW
Bombas instaladas	3 X 600 cv

Fonte: PROCEL, 2009.

Além destas informações, a Tabela 5.10 e a Tabela 5.11 fornecem um resumo do consumo e demanda e despesas com energia elétrica da situação anterior às medidas de efficientização da EEAT e do Booster.

Tabela 5.10: Consumo e demanda da EEAT Itaquaquecetuba, da SABESP.

Consumo Médio (kWh)		
Mensal	Anual	Consumo Específico* (kWh/m <sup>3</sup> )
532.171	6.386.052	0,354
Demanda Média Registrada (kW)		
Fora de Ponta	Ponta	Demanda Específica* (kW/m <sup>3</sup> /h)
1.151	1.132	0,276
Valor Médio (com ICMS)		
Mensal (R\$)	Anual (R\$)	Custo Médio do MWh (R\$/MWh)
103.551,00	1.242.612,00	195,00

Fonte: PROCEL, 2009. \*Valores em função da vazão média da estação: 4.176 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 5.11: Consumo e demanda do Booster SAM LESTE, da SABESP.

Consumo Médio (kWh)		
Mensal	Anual	Consumo Específico* (kWh/m <sup>3</sup> )
348.609	4.183.308	0,167
Demanda Média Registrada (kW)		
Fora de Ponta	Ponta	Demanda Específica* (kW/m <sup>3</sup> /h)
881	1019	0,1516
Valor Médio (com ICMS)		
Mensal (R\$)	Anual (R\$)	Custo Médio do MWh (R\$/MWh)
83.408,00	1.000.869,00	239,00

Fonte: PROCEL, 2009. \*Valores em função da vazão média da estação: 5.800 m<sup>3</sup>/h.

#### Medidas adotadas:

- No Booster SAM LESTE:

- desligamento de dois grupos moto-bombas no horário de ponta com abastecimento apenas por gravidade nesse período;
- automatização do sistema operacional para monitoramento dos sistemas de jusante, com instalação de Controles Lógicos Programáveis e sensores de pressão, vazão e nível de reservatórios;
- deslocamento de ponta a jusante.
- monitoramento e gerenciamento automático do consumo e demanda de energia elétrica.
- reenquadramento tarifário para Horosazonal Verde

□ Na EEAT Itaquaquecetuba:

- desligamento de um dos grupos moto-bombas no horário de ponta, com abastecimento apenas por um grupo nesse período;
- instalação de válvulas automáticas de recalque, permitindo o acionamento das bombas em “shut-off”;
- substituição de conjuntos moto-bombas muito antigos por conjuntos de maior rendimento, e instalação de um inversor de frequência;
- automatização do sistema operacional para monitoramento dos sistemas de jusante, com instalação de Controles Lógicos Programáveis e sensores de pressão, vazão e nível de reservatórios.
- utilização de ferramenta de simulação de modelagem hidráulica;
- instalação de banco automático de capacitores.
- monitoramento e gerenciamento automático do consumo e demanda de energia elétrica.

Os resultados obtidos para o complexo estão sintetizados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização dos sistemas de bombeamento da EEAT Itaquaquecetuba e do Booster SAM LESTE, da SABESP, em 2004.

Parcelas da Economia	kW	kWh/mês	Tarifas c/ ICMS (set/2002)	Economia (R\$)
Redução da demanda na ponta	1.550	-	20,341	31.528,55
Redução do consumo na ponta	-	81.015	0,1333	10.799,30
Aumento do consumo fora de ponta	-	45.375	-0,0634	-2.876,78
Reenquadramento tarifário	-	-	-	8.100,00
Multas por ultrapassagem de demanda e reativo				2.000,00
Total				49.551,07
Consumo específico (sistema integrado) EEAT + Booster				0,27 kWh/m³

Fonte: PROCEL, 2009.

### c) EEAT Rio Una

Executado através do 2º Convênio entre a SABESP e a concessionária ELEKTRO, no ciclo 2003/2004 do Programa de Eficiência Energética da ANEEL e implementado em 2005 pela empresa VITALUX, o projeto avaliou o potencial de redução de consumo, demanda e custos de energia elétrica no sistema de bombeamento da EEAT Rio Una, no município de Taubaté, Estado de São Paulo.

A Tabela 5.13 apresenta as características da estação no estágio anterior à implantação das medidas de efficientização.

Tabela 5.13: Características técnicas iniciais da EEAT Rio Una, da SABESP.

Estrutura tarifária em 2004	Tarifa A4 Horosazonal Azul
Demanda contratada no horário de ponta	1.500 kW
Demanda contratada no horário fora de ponta	1.500 kW
Consumo médio na ponta	41.618 kWh/mês
Consumo médio fora de ponta	358.079 kWh/mês
Consumo médio total	399.698 kWh/mês
Bombas instaladas	3 X 600 cv, 1 X 700 cv
Consumo específico	0,118 kWh/m³

Fonte: PROCEL, 2009.

### Medidas adotadas:

- Substituição de três motores de 600 cv por motores novos de alto rendimento;

- Alteração na operação da estação, com parada total no horário de ponta; deslocamento do consumo deste período para o período fora de ponta;
- automatização do sistema operacional, instalação de Controles Lógicos Programáveis para acionamento automático das bombas instalação de softwares supervisórios.

Os resultados obtidos foram os constantes da Tabela 5.14.

Tabela 5.14: Principais resultados obtidos com medidas de efficientização dos sistemas de bombeamento da EEAT Rio Una, da SABESP, em 2005.

Redução da demanda na ponta	1.500 kW
Redução do consumo na ponta	42.450 kWh/mês
Redução do consumo fora de ponta	7.162 kWh/mês
Aumento do consumo fora de ponta	41.618 kWh/mês
Consumo específico	0,115 kWh/m <sup>3</sup>

Fonte: PROCEL, 2009.

#### **5.4 CONSUMOS ESPECÍFICOS VERIFICADOS E POTENCIAIS DE ECONOMIA EXISTENTES EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO**

Os quatro casos estudados entre as EEAT's da SABESP mostram claramente as oportunidades para racionalizar o consumo de energia elétrica e para obter economias nos sistemas de tratamento e de distribuição de água. O indicador de eficiência energética - o consumo específico de energia elétrica - serve como parâmetro para análise dos ganhos de eficiência, evidenciando melhoras do desempenho operacional do sistema elétrico e hidráulico nas Estações Elevatórias.

Outras estações da SABESP também foram incorporadas ao Programa de Eficiência Energética da ANEEL, no período 2002 a 2006, e o acompanhamento do indicador, antes da implantação das ações, apresentou os seguintes resultados (Tabela 5.15), em termos de consumo específico:

Tabela 5.15: Consumos específicos verificados em estações elevatórias da SABESP.

Estação/ Booster	Consumo específico (kWh/m <sup>3</sup> )
EEAT Itaquera	0,198
EEAT Jardim Popular	0,727
Booster Poá	0,289
Booster Suzano	0,345

Fonte: PROCEL, 2009 apud Mariotoni e Canadá, 2006.

Embora um padrão aceitável de eficiência energética em estações elevatórias de tratamento de água seja de 0,20 kWh/m<sup>3</sup> (SABESP, apud MARIOTONI e CANADA, 2006), existem potenciais técnicos de economia de energia a serem explorados ao se comparar o melhor consumo específico encontrado em EEAT's (0,06 kWh/m<sup>3</sup> da EEAT Santana) com os demais resultados obtidos, de acordo com a Figura 5.3.

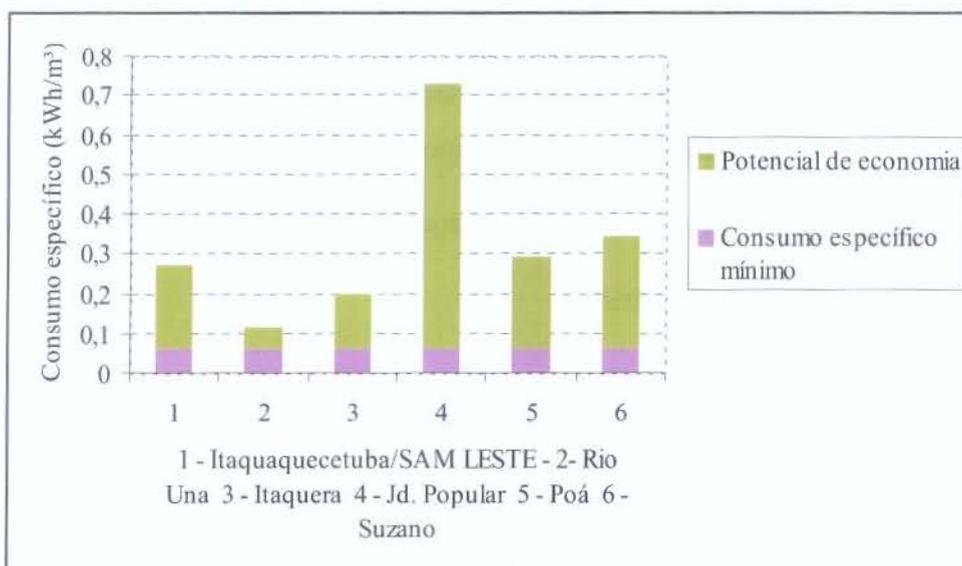


Figura 5.3: Potenciais de economia de energia em estações elevatórias de água tratada.

Observa-se que entre estas estações, este potencial existe numa faixa que varia entre 48,0% e 92,0% em relação aos menores e maiores consumos específicos respectivos obtidos.

Eletrointensiva por excelência, a indústria de distribuição de água e saneamento evidencia uma sinergia intensa com a energia elétrica também quando se observam os custos de exploração da água neste setor – 20% do total. Além disto, as perdas de água nas empresas distribuidoras são da ordem de 39,0% no Brasil (SNIS, 2006) entre perdas físicas e não medições.

As possibilidades demonstradas neste estudo mostram um necessário avanço na aplicação de programas integrados de conservação no setor. Conciliar a necessidade de expansão dos serviços de distribuição de água e saneamento com a eficiência no uso da energia e da água é questão afeta direta à gestão sob as diretrizes do planejamento integrado de recursos que deve buscar soluções para:

- a questão operacional; a forma de manejo e confiabilidade do sistema de abastecimento;
- os temas econômicos, vinculados às implicações dos custos na concessionária de água e saneamento e na comunidade;
- as questões ambientais, que interferem nos ecossistemas;
- os aspectos comunitários, que dizem respeito ao uso da água para outros fins (a recreação, a irrigação etc.), e o envolvimento das pessoas no programa;
- a questão do risco, associada à capacidade da concessionária em fornecer água; e
- a imagem da concessionária.

## **5.5 CASO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

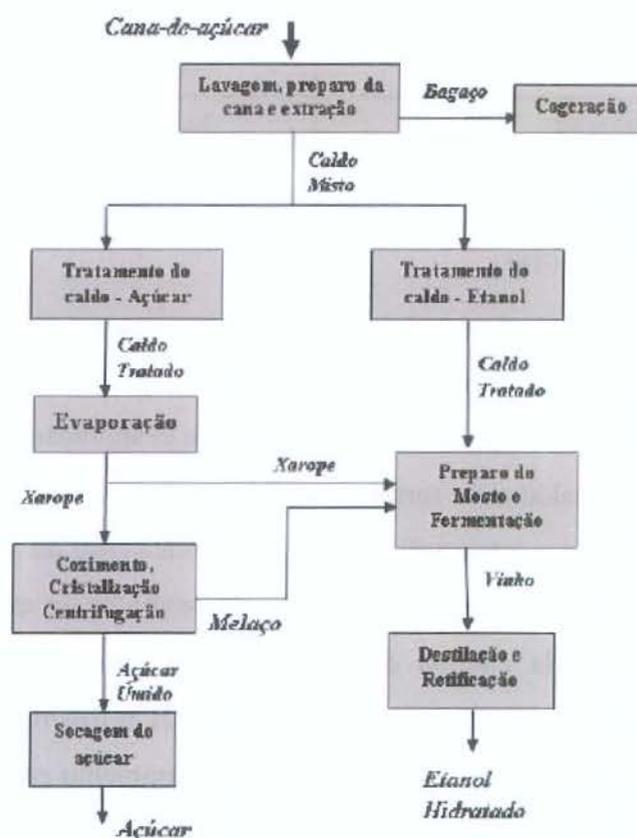
A indústria sucroalcooleira constitui-se num dos mais importantes segmentos da economia mundial, tanto pelo abastecimento de açúcar como pela produção de álcool etanol. O etanol é um combustível excelente substituto para a gasolina, o combustível mais utilizado por automóveis de todo o mundo, pesando, portanto, sobre esta indústria, além das preocupações econômicas, as preocupações ambientais, sociais e políticas quando se pretende introduzir medidas que visam a sua implantação e operação.

O setor sucroalcooleiro no Brasil destaca-se entre as indústrias do agronegócio, ocupando uma área plantada de cana estimada de 6,2 milhões de hectares (IBGE, 2007), superada apenas pela soja e pelo milho, e com uma elevada produtividade média de 73,0 t de cana/ha (MAPA, 2007). Os principais produtos são o açúcar, que atende ao mercado de alimentos, o álcool etanol anidro, como combustível adicionado à gasolina numa proporção que varia entre 20% e

26%, e o álcool etanol hidratado, que atende à frota de veículos movida a álcool e um modesto mercado de usos não energéticos (limpeza etc.).

### 5.5.1 Processo produtivo e usos finais envolvidos

A planta padrão do setor produz simultaneamente açúcar e etanol a partir de cana. As etapas iniciais da produção desses dois produtos são comuns, incluindo o recebimento da matéria-prima, a lavagem e o preparo da cana e a extração do caldo. O caldo misto extraído segue para o tratamento específico para a produção de açúcar ou etanol, sendo consumido nas etapas subseqüentes do processo de acordo com a sua destinação (ENSINAS, 2008). A produção de etanol hidratado apresenta as etapas de preparação do mosto e fermentação, além da destilação e retificação. A Figura 5.4 mostra as etapas de produção de açúcar e álcool.



Fonte: Ensinas, 2008.

Figura 5.4: Etapas do processo de produção de açúcar e álcool.

No processo global, o insumo principal é o colmo da cana-de-açúcar, constituído basicamente por bagaço e caldo. O bagaço é destinado ao sistema de co-geração que será usado como combustível, enquanto que o caldo, que contém água, açúcares solúveis, cinzas e matérias nitrogenadas, é processado para a fabricação dos principais produtos da usina, o açúcar e o álcool. Os parâmetros do processo como um todo, para uma planta padrão atual, estão mostrados na Tabela 5.16.

Tabela 5.16: Parâmetros tecnológicos de uma planta padrão de açúcar e álcool.

Parâmetro	Unidade	Valor
Moagem anual	t cana/ano	2.000.000
Moagem horária	t cana/h	500
Horas de safra	h/ano	4.000
Fator de capacidade - safra e entresafra	%	90
Produção de açúcar	kg/t cana	65
Produção de etanol hidratado	l/t cana	40
Demanda de calor de processo	kg/t cana	550
Consumo de energia mecânica	kWh/t cana	13
Consumo de energia elétrica	kWh/t cana	18

Fonte: Macedo (2005) e Ensinas (2008).

Num contexto de integração de uso de energia e de água no sistema produtivo, a indústria sucroalcooleira caracteriza-se por um processo complexo, que demanda energia térmica e elétrica e água para resfriamento, contando com sistemas de evaporação, colunas de destilação, rede de trocadores de calor, caldeiras e torres de resfriamento entre outros. Uma oportunidade de efficientização das plantas é a integração da energia térmica (uso de vapor), que representa 92,0% da demanda energética da planta, ao processo de produção de etanol, possibilitando o aumento do aproveitamento da energia das correntes do processo, evitando o consumo excessivo de vapor e minimizando a necessidade de água de refrigeração. Investimentos em sistemas modernos de co-geração têm propiciado um aproveitamento energético mais eficiente do bagaço de cana e, conseqüentemente, a obtenção de melhorias globais na operação do sistema fabril e aumento da produção de eletricidade.

## Consumo de água e integração térmica

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil tradicionalmente não utiliza a irrigação – fato de grande importância na redução de impactos ambientais (não só pelo menor uso da água como também por evitar o arraste de nutrientes, resíduos de agrotóxicos, perdas de solo etc.). A água entra nas usinas com a cana (cerca de 70% do peso dos colmos) e com a captação para usos na indústria. A água captada é usada em vários processos, com níveis diferentes de reutilização; uma parcela é devolvida para os cursos d'água, após os tratamentos necessários, e outra parte é destinada, juntamente com a vinhaça, à fertirrigação. A diferença entre a água captada e a água lançada é a água consumida internamente (processos e distribuição no campo).

Especificamente, nas refinarias, com a racionalização do consumo da água (reutilizações e fechamentos de circuitos, e algumas mudanças de processo, como a redução da lavagem da cana), a captação tem sido reduzida. Um levantamento preliminar realizado em 1995 em usinas do Grupo Copersucar indicou uma captação média de 2,9 m<sup>3</sup>/t de cana; uma revisão mais completa em 1997 voltou a indicar valores de captação de 5 m<sup>3</sup>/t de cana. Este valor é equivalente ao estimado em 1990, a partir da demanda total em São Paulo, de 5,6 m<sup>3</sup>/t de cana. Os circuitos fechados de água são os principais responsáveis pela redução no consumo por permitirem o reúso da água, ou seja, o reaproveitamento do mesmo efluente. A lavagem da cana, por exemplo, é uma das etapas da produção que consome muita água. Há duas maneiras de reduzir o consumo da água neste caso: uma é adotar o circuito fechado, a outra é, simplesmente, parar de lavar a cana. E, para que seja possível, é preciso outro avanço das usinas na proteção ao meio ambiente: a eliminação gradativa da queima da cana na colheita. A cana crua, obtida com a mecanização da colheita, não pode ser lavada porque há muita perda de açúcar no processo. Por isso, as usinas que já adotam a colheita da cana crua contribuem para a redução no uso de água na produção.

De acordo com os dados disponíveis atualmente, a Tabela 5.17 mostra como se distribuem as demandas de água, por processo, na planta padrão.

Tabela 5.17: Distribuição da demanda de água, água recirculada, perdas e captação necessária em processos de uma planta padrão sucroalcooleira.

Processo/tarefa		Total de água consumida na tarefa	Total de água recirculada	Perdas <sup>1</sup>	Captação necessária
Processo	Tarefa	m <sup>3</sup> /t	m <sup>3</sup> /t	%	m <sup>3</sup> /t
Lavagem, preparo e extração	Lavagem da cana	5,33	5,33	5,0	0,27
	Embebição	0,3			
	Resfriamento de mancais	0,05	0,05	3,0	0,0015
	Resfriamento do óleo de lubrificação	0,4	0,4	2,0	0,008
Tratamento do caldo - açúcar	Resfriamento da sulfitação	0,022	0,022	3,0	0,0007
	Preparo do leite de cal	0,016		N.d.	
	Lavagem da torta (para açúcar)	0,05		N.d.	
	Condensador do filtro rotativo	0,062	0,062	3,0	0,0019
	Secagem do açúcar	0,0	0,0		
Tratamento do caldo - etanol	Preparo do leite de cal	0,0072		N.d.	
	Lavagem da torta (para etanol)	0,021		N.d.	
	Condensador do filtro rotativo	0,027	0,027	3,0	0,00081
Evaporação	Condensação vapor vegetal evaporador 5° efeito	2,6	2,6	3,0	0,078
Cozimento, centrifugação e cristalização	Condensação vapor vegetal cozedores A e B	2,43	2,43	3,0	0,0729
	Diluição de méis e lavagem das centrífugas	0,03		N.d.	
Fermentação	Resfriamento do mosto	1,09	1,09	2,0	0,02
	Resfriamento das dornas	1,75	1,75	2,0	0,04
	Diluição do leite de levedura <sup>2</sup>	0,12	0,12	N.d.	0,12
Destilação e retificação	Condensador da coluna de destilação	0,06	0,06	3,0	0,0018
	Condensador da coluna de retificação	0,76	0,76	3,0	0,0228
	Resfriamento do etanol	0,05		N.d.	
	Resfriamento do vinhoto				
Co-geração	Lavador de gases	0,81	0,81	5,0	0,041
	Produção de vapor	0,46	0,46	4,0	0,018
Gerais	Limpeza de piso, etc. <sup>2</sup>	0,08	0,08	N.d.	0,04
	Uso potável <sup>2</sup>	0,03	0,03	N.d.	0,03
Total		16,5552	16,081		0,76741

<sup>1</sup> Pizzaia et al. (1999)

<sup>2</sup> Não estão em circuitos fechados.

Obs.: Os processos de embebição, preparo do leite de cal, lavagem da torta do filtro e diluição de méis e lavagem nas centrífugas são atendidos por condensados de vapor vegetal.

N.d. = Não disponível

Fonte: Elaborada mediante dados de Macedo (2005) e Ensinas (2008).

Do ponto de vista de cada sistema, cujos componentes (motores, bombas, resfriadores, caldeiras, tubulação etc.) não produzem um serviço operando isoladamente, em relação ao consumo de água recirculada<sup>19</sup>, para cada um dos processos, pode-se constatar que:

<sup>19</sup> A água recirculada é a quantidade da diferença entre a água consumida no processo e as perdas.

- Predomina o consumo de água para o processo de lavagem, preparo e extração de cana, excluída a embebição que utiliza o condensado excedente gerado, com 5,78 m<sup>3</sup>/t, requerendo, ainda, uma reposição de água em função das perdas;
- O processo de fermentação, que inclui o resfriamento do mosto, das domas e diluição do leite de levedura, é o segundo mais intensivo em uso de água, com 2,96 m<sup>3</sup>/t, demandando, também uma captação extra para resfriamento e diluição do leite de levedura;
- A água destinada ao resfriamento no processo de fermentação representa 96,0% da demanda total deste processo, enquanto que no processo de lavagem, preparo e extração, representa 8,0%;
- O consumo de água nos condensadores é da ordem de 5,94 m<sup>3</sup>/t, significativamente elevado (85,0% deste consumo) no processo de evaporação que demanda água para condensação do vapor vegetal evaporador e nos cozedores.

Pode-se verificar, ainda na Tabela 5.17, que as perdas de água nos circuitos fechados<sup>20</sup> são muito elevadas no processo de lavagem da cana e no tratamento da água do lavador de gases da caldeira, seguidas das perdas de água consumida na recirculação do vapor gerado na caldeira. Dentre os processos que consomem água nos circuitos fechados a água captada de reposição necessária é de 67,0% da demanda total e a captação total representa 3,7% da demanda em circuito fechado. Há um potencial, portanto, para reduzir-se o consumo de 15,5 m<sup>3</sup>/t em circuito fechado e, conseqüentemente, a captação.

Em termos absolutos e relativos, no processo de resfriamento da água com aspersores ocorre o maior consumo de água recirculada - 37,0% - dentre os processos considerados, e a lavagem da cana, o segundo maior consumo, requer 45,0% de toda a captação necessária, ambos representando uma ótima oportunidade para redução das perdas.

Os processos que envolvem a embebição, o preparo do leite de cal, a lavagem da torta do filtro e a diluição de méis e lavagem nas centrífugas podem ser atendidos pelos condensados de

---

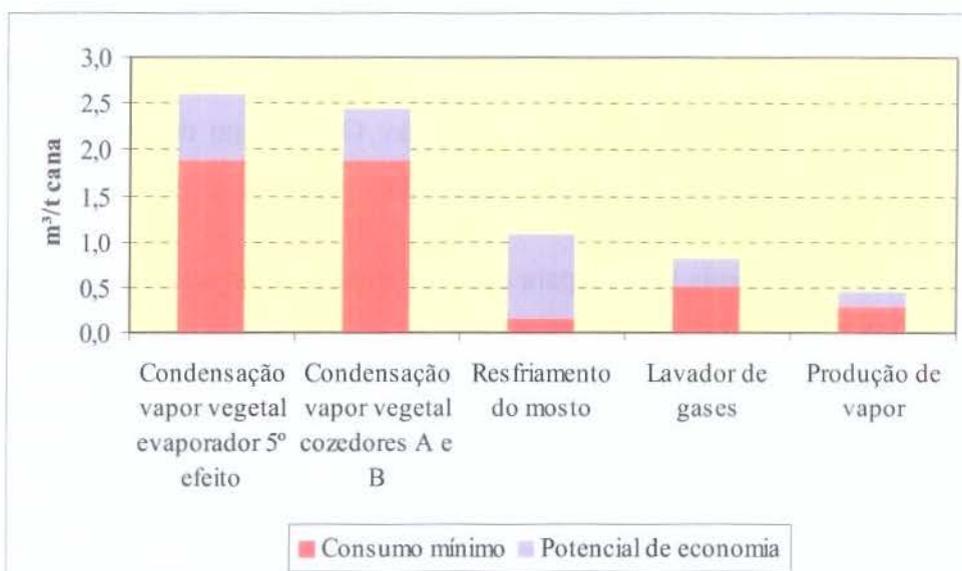
<sup>20</sup> Sistemas de tratamento e recirculação de água com níveis diferentes de reutilização, disponíveis em algumas usinas.

vapor vegetal (0,43 m<sup>3</sup>/t no total) constituindo 3,0% do total de água recirculada, e podem ter ganhos sistêmicos de conservação, especialmente com a otimização do uso de difusores como equipamento de extração, do uso das moendas, e da mistura de água ao óxido de cálcio no preparo do leite de cal (ENSINAS, 2008).

Medidas de conservação de energia numa planta padrão foram simuladas por Ensinas (2008) através da integração térmica das correntes do processo de produção, utilizando um modelo de otimização termoeconômica que intervém nos sistemas de evaporação e de trocadores de calor que integram as correntes quentes e frias do processo.

Essas medidas consistiram de reutilização de água no processo e efficientização do uso de energia térmica, considerando sistemas de tratamento e recirculação disponíveis usados em algumas usinas brasileiras, e resultaram em expressiva redução no consumo de água. Em relação às demandas de utilidades quentes e frias (energia térmica para calor de processo e resfriamento), a simulação conduziu a uma redução significativa de água, 28,0% e 21,0%, respectivamente, nos condensadores barométricos dos sistemas de cozimento e evaporação. Esta economia representa, portanto, menor captação externa.

A Figura 5.5 mostra o potencial de economia de água obtido nos processos de evaporação (condensação de vapor vegetal evaporador de 5º efeito), no cozimento (condensação do vapor vegetal dos cozedores), na fermentação (resfriamento do mosto) e na co-geração (lavador de gases e produção de vapor). Em termos relativos, o processo de resfriamento do mosto é o que apresenta maior potencial, com 86,0%, seguido do lavador de gases, com 37,0% e produção de vapor (35,0%). Em termos absolutos, a condensação do vapor vegetal no processo de evaporação juntamente com a condensação no processo de cozimento são os que possuem potenciais mais significativos (ambos, 1,9 m<sup>3</sup>/t de cana).



Fonte: Elaborado mediante dados de Ensinas (2008).

Figura 5.5: Potencial de economia de água em processos de produção de açúcar e álcool.

Portanto, o estímulo a mudanças nos processos e um avanço no manejo da água nos condensadores (na evaporação e vácuos), no resfriamento do mosto e nos condensadores de álcool, além de medidas nos processos de lavagem da cana, constituirão em ação concreta de conservação de água e de energia na produção de álcool e açúcar.

A meta da indústria sucroalcooleira atualmente é tornar nula a captação de água. Pesquisas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de realizar todo o processamento industrial da cana até a produção, com a água existente nos colmos. Porém, os avanços tecnológicos disponíveis permitem atingir níveis de 0,25 m³/t, efetuando-se medidas nos processos de resfriamento, limpeza e preparo da cana, além da utilização de condensados para uso final em limpezas.

### Consumo de energia térmica, energia elétrica e integração térmica

A indústria sucroalcooleira opera com temperaturas significativamente baixas em relação a outras indústrias energo-intensivas, existindo, não obstante, muitas oportunidades de conservação de energia através da recuperação de calor de processo; mas estas dependem da determinação precisa de onde se tornam econômicas e melhoram o processo (LBNL, 2000). Praticamente toda a energia térmica é produzida pela queima do bagaço de cana que atende ao processo de produção e à geração de eletricidade. Numa usina padrão o consumo de

eletricidade é de 30 kWh/t de cana (preparo, moagem e motores diversos) e de 300 kWh/t de cana de energia térmica. Reclamam, portanto, sobre o consumo de energia térmica as prioridades e as maiores oportunidades de medidas de conservação. O consumo de energia térmica na planta padrão é distribuído conforme mostra a Tabela 5.18.

Tabela 5.18: Consumos de energia térmica para calor de processo, por processo, numa planta padrão sucroalcooleira.

Processo	Calor de processo (GJ/t bagaço) <sup>21</sup> - Planta padrão
Secagem do açúcar – aquecimento do ar	0,008
Pré-aquecimento do caldo	0,0
Aquecimento do evaporador de 1º efeito <sup>22</sup>	1,8
Condensador da coluna de destilação	0,38
Condensador da coluna de retificação	0,24
Total	2,4

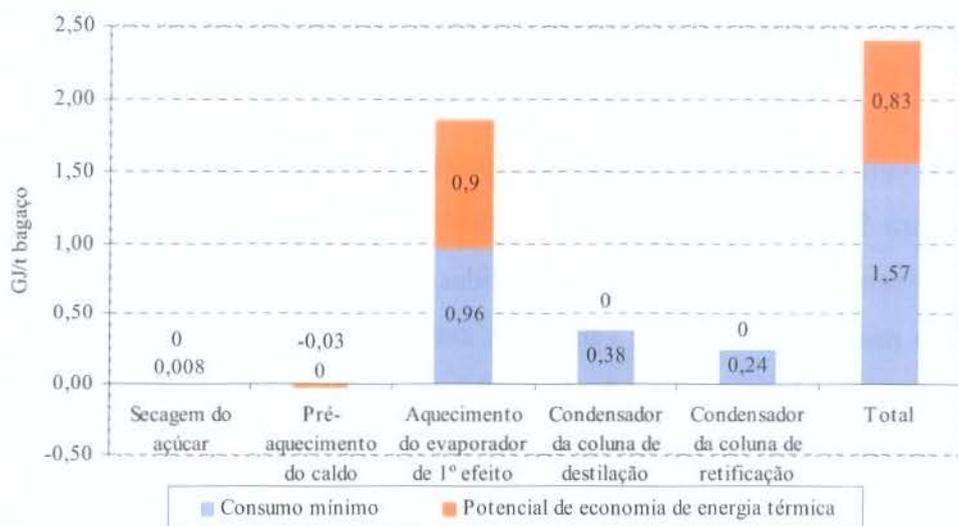
Fonte: Elaborada mediante dados de Macedo (2005) e Ensinas (2008). Nota: Estão consideradas 2% de perdas nos equipamentos de troca térmica como evaporadores e aquecedores.

Os resultados, baseados na simulação de medidas de integração térmica das correntes do processo (ENSINAS, 2008), estão apresentados na Figura 5.6 e mostram os potenciais de economia de energia térmica em uma planta padrão otimizada.

Observa-se, em relação à planta padrão, uma redução de 47,0% na demanda no processo de aquecimento do evaporador de 1º efeito no sistema de evaporação, permanecendo as mesmas demandas nos demais processos e um consumo extra de 0,03 GJ/t bagaço no processo de pré-aquecimento do caldo (também no sistema de evaporação). A demanda total passou para 1,57 GJ/t bagaço, uma economia de 35,0% e um consumo de bagaço 33,0% menor.

<sup>21</sup> As caldeiras modernas (com rendimentos médios de até 87,0%) recebem água a 115° C e bagaço com 50,0% de umidade, e conseguem produzir 2,2 kg de vapor a alta pressão e a alta temperatura (acima de 67 bar e de 520° C). Não se considerou a queima de palha que pode aumentar a disponibilidade de vapor em até 12,3%.

<sup>22</sup> Processo de remoção de água de substâncias (efeito do evaporador). Num evaporador de múltiplos efeitos, a primeira operação de liberação do vapor da concentração é o primeiro efeito, que serve como meio de aquecimento para o segundo efeito e assim sucessivamente, até o último efeito.



Fonte: Elaborado mediante dados da Tabela 5.17 e Tabela 5.18.

Figura 5.6: Potencial de economia de energia térmica numa planta padrão sucroalcooleira, como resultado de medidas de integração das correntes térmicas.

Como 30% da energia consumida na planta são destinados a acionamentos elétricos e mecânicos de equipamentos e geradores mais as perdas, essas medidas reduzirão a energia mecânica e a energia elétrica necessárias nos equipamentos turbo-bombas e no processo de preparo e moagem da cana. Em relação à energia elétrica, que é obtida, em grande parte, pela co-geração, a quantidade de bagaço e de vapor para produzir 1 kWh será reduzida. Um sistema típico de co-geração na indústria sucroalcooleira é mostrado na Tabela 5.19.

Tabela 5.19: Demandas características de energia e dos sistemas de co-geração.

	Vapor gerado	Vapor de processo		Demanda elétrica	Demanda mecânica
	Pressão (Mpa)	Demanda (Kg/tc)	Pressão (Mpa)	(kWh/tc)	(kWh/tc)
Valores típicos	1,8 a 2,2	450 a 600	0,23 a 0,26	9 a 15	14 a 18
Melhores sistemas	6,2	400			

Fonte: Tolmasquim, 2005.

Arranjos otimizados de sistemas de co-geração podem trazer a auto-suficiência tanto no consumo de eletricidade como no consumo de vapor e gerar excedentes de eletricidade. Tecnologias BIG-GT<sup>23</sup> para co-geração requerem redução na demanda de vapor de 250 a 300

<sup>23</sup> BIG-GT (Biomass Integrated Gasifier - Gas Turbine) é uma tecnologia que permite a geração de eletricidade com eficiência igual ou maior que durante a geração elétrica em grande escala a partir de combustíveis fósseis, com custo de kWh competitivo, mesmo para capacidades em torno de dezenas de MW. Na medida em que esta tecnologia atinja estágio comercial, ela poderá ser incorporada às usinas de açúcar e álcool.

kg vapor/t de cana garantindo a demanda de energia elétrica da usina e eletricidade excedente da ordem de 20 a 25 vezes essa demanda (TOLMASQUIM, 2003).

De acordo com as simulações de Ensinas (2008) a economia de vapor no processo de produção garantirá 35,0% mais bagaço que poderão ser queimados e produzir eletricidade excedente. Considerando os resultados das medidas de conservação, a quantidade de vapor remanescente do processo (157,05 kg vapor/t de cana – uma economia de 33,0%) e o valor médio de consumo da planta padrão de 30 kWh/t de cana, podemos obter um incremento (13,6%) na produção de eletricidade, conforme a Tabela 5.20.

Tabela 5.20: Possibilidades de aumento na produção de eletricidade como resultado de medidas de conservação de energia térmica em plantas sucroalcooleiras.

<b>Planta padrão</b>		<b>Planta com medidas de conservação</b>	
Produção (kWh/t cana)	Venda de excedente (kWh/t cana)	Produção (kWh/t cana)	Venda de excedente (kWh/t cana)
110	75	125	90

Fonte: Elaborada mediante dados de Ensinas (2008) e Procknor (2009) ([www.procknor.com.br](http://www.procknor.com.br)). Nota: Consideram-se no sistema otimizado 307,03 kg vapor/t de cana em turbinas de contrapressão (consumo aproximado de 5,7 kWh/t de cana) para atender às necessidades do processo e 150 kg vapor/t de cana em turbinas de condensação (consumo aproximado de 4,0 kWh/t de cana), ambas com pressão de trabalho de 66 bar e 515° C.

## **Capítulo 6**

# **ESTUDO EXPLORATÓRIO: O SISTEMA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUIABÁ**

### **6.1 A GESTÃO INSTITUCIONAL DA BACIA DO RIO CUIABÁ**

A lei estadual nº 6.945 de 5 de novembro de 1997, aprovada a partir da lei federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criou o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, formado por representantes de diferentes níveis do governo, usuários e sociedade civil, para organizar a implementação de políticas de recursos hídricos no Estado de Mato Grosso, hoje sob a responsabilidade da SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente). É um órgão colegiado do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, exercendo funções normativas, deliberativas e consultivas.

O Conselho foi regulamentado pelo Decreto nº 3.952 de 06 de março de 2002, e é composto por 11 representantes governamentais e 11 não governamentais, sendo estes usuários de recursos hídricos, representantes de organizações civis de recursos hídricos da Bacia do Alto Paraguai, Bacia do Araguaia/Tocantins, e da Bacia Amazônica e instituições de pesquisa na área de recursos hídricos.

Esse órgão realizou, no biênio 2002/2004 e concluído em abril de 2005, 11 reuniões ordinárias e 06 reuniões extraordinárias. Foram analisadas e deliberadas várias questões sobre o uso de Recursos Hídricos no Estado, tais como: Resolução 001/2003, que instituiu o Comitê da Sub-bacia Hidrográfica dos Ribeirões Sapé e Várzea Grande em Primavera do Leste, e a Resolução 003/2003, que instituiu o Licenciamento Ambiental para Irrigação. O Conselho Pleno

participou das análises e contribuiu com a redação da Lei 8.097 de 24/03/04, que dispõe sobre a Administração, Proteção e a Conservação das Águas Subterrâneas de Domínio do Estado (SEMA/CEHIDRO, 2005).

Os principais objetivos do governo na gestão dos recursos hídricos são: manter a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos de superfície e de subsolo, esquematizar a cobrança e licenciar o uso desses recursos (SEMA, 2006).

A gestão desse sistema depende fortemente de financiamentos internacionais de desenvolvimento originários de projetos como o PRODEAGRO, o PPG7, o GEF/PNUMA/OEA – Alto Paraguai, e o Programa Pantanal, do Banco Interamericano de Desenvolvimento (UnB, 2001). Focalizam diretamente o rio Cuiabá diversos subprojetos – como o que apóia, na atualidade, a reativação do CIRC - Consórcio Intermunicipal para a Conservação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá<sup>24</sup> – e programas que tratam de áreas de mineração degradadas em Poconé.

Muitos problemas institucionais envolvendo agências internacionais (GEF, PNUMA,OEA) e a transferência de projetos do MMA/SRH para a ANA descontinuaram as ações no Estado e interromperam vários projetos entre 2001 e 2002, tornando a gestão de águas deficiente. Atualmente, a SEMA tem retomado a gestão, esforçando-se no intercâmbio de informação, discussão de problemas comuns e coordenação da criação de planos de desenvolvimento municipais. Para isto, conta com o apoio da EMPAER, agência estadual de agricultura e extensão, da UFMT e universidades particulares da região que se dedicam a pesquisas de diligência na Bacia Hidrográfica, ao monitoramento ambiental do Pantanal, ao trabalho social com as comunidades ribeirinhas e à pesquisa de peixes e impactos causados pela represa do Manso.

---

<sup>24</sup> Em 14 janeiro de 1994, por iniciativa do Prefeito de Cuiabá, Dante de Oliveira, nove municípios formaram inicialmente o CIRC, com estrutura organizacional idêntica ao modelo do consórcio do Piracicaba. Seu componente central era o Conselho dos Prefeitos com a função de analisar e estabelecer políticas para o desenvolvimento sustentável da região e aprovar os planos e projetos do consórcio, apoiado pelo conselho fiscal composto por dois vereadores de cada município, sob coordenação de um secretário executivo e um grupo plenário com membros dos conselhos ambientais dos municípios participantes integrando as atividades à sociedade civil. Sem assistência técnica, financeira, apoio político e nenhum projeto para implementar, rapidamente o CIRC tornou-se inativo no início de 1996.

Em 2003, o governo iniciou a organização do Comitê da Bacia do rio Cuiabá, ainda incipiente e mantendo-se em estruturação. Entretanto, somente em 31 de maio de 2006, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos estabeleceu, através da Resolução nº 004, as disposições, normas e critérios para a instituição de comitês de bacia hidrográfica no Estado.

## **6.2 PROPÓSITOS E JUSTIFICATIVAS PARA A GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E HÍDRICOS DA BACIA DO RIO CUIABÁ SEGUNDO AS DIRETRIZES DO PIR**

Parte esquecida pelo processo de desenvolvimento do território brasileiro durante quatro séculos e meio, a região da Bacia do Rio Cuiabá constitui-se, na atualidade, assim como as outras bacias brasileiras, numa unidade territorial capaz de garantir a desejada independência da política energética e da água. Valorizar a gestão dos recursos – água e energia – ou agir por bacias é uma boa abordagem para isso, mesmo que as condições locais – políticas, administrativas e culturais – não se prestem a tal. A bacia é uma facilidade, não um dogma (CAMDESSUS et al., 2005). Segundo os mesmos autores, se se quer falar em desenvolvimento humano e em redução da pobreza, deve-se falar em uma gestão de água que supere: o impasse humano e moral, ao negarmos o acesso à água potável e ao saneamento; o impasse agrícola, relacionado à insustentabilidade da corrida à produção e aos lucros; o impasse ambiental; o impasse sanitário e o impasse financeiro, relacionado ao custo do recurso. Reunindo esses impasses, a gestão integrada da bacia do rio Cuiabá deve permitir uma equilibrada e sustentável relação entre a demanda de água, o consumo de energia e o nível de desenvolvimento, conduzida pelos passos do planejamento integrado de recursos – PIR, conforme Reis e Cunha (2006), considerando:

- Desenvolvimento do plano de recursos hídricos da bacia associado ao planejamento integrado de recursos, envolvendo como principais recursos, a água, a energia elétrica e os combustíveis.
- Análise e projeções das demandas de água, energia elétrica e combustíveis.
- Tratamento integrado de programas de eficiência energética (eletricidade e combustíveis) e de conservação de água.

## 6.2.1 Caracterização fisiográfica da bacia

### Localização

Inserida, segundo a distribuição das regiões de planejamento do governo estadual, na região VI - Sul, a bacia do rio Cuiabá, que reúne 13 municípios, nasce a partir das cabeceiras de drenagem, conhecidas por “veredas” nas suas porções mais elevadas, a Província Serrana, onde estão as Serras Azul e das Araras, situadas nas partes Norte e Nordeste, no município de Rosário Oeste, e planalto da Chapada dos Guimarães, nas porções Leste e Nordeste. Os primeiros formadores são os rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito. Após a confluência destes rios, recebe o nome de Cuiabazinho e, somente após encontrar o rio Manso, passa a chamar-se de Cuiabá. A porção Sul da bacia é ocupada por extensa planície que constitui o Pantanal Mato-grossense (SALOMÃO, 1995). Essa porção inclui o leito principal do rio e seus afluentes, acima do povoado de Porto Cercado, município de Poconé, que flui pela região alagada do Pantanal, formando a divisa com o Estado de Mato Grosso do Sul até a sua confluência com o rio Paraguai, caracterizando o rio Cuiabá como um rio federal, segundo a Lei 9.433/97<sup>25</sup> (UnB, 2001). A Figura 6.1 mostra a localização da bacia no Estado de Mato Grosso.

---

<sup>25</sup> Como visto no capítulo 3, o papel do Estado e da administração pública na gestão dos recursos hídricos foi definido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), através da lei nº. 9.433/97, fundamentando a descentralização dessa gestão com a participação do Estado, usuários e sociedade civil nos comitês de bacia hidrográfica – os novos fóruns de decisão no âmbito de cada bacia. Segundo a lei, o Estado é responsável pelo gerenciamento interinstitucional e pela supervisão do gerenciamento ambiental. O Rio Cuiabá serve de fronteira entre duas unidades federadas, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, constituindo-se em rio de domínio da União.

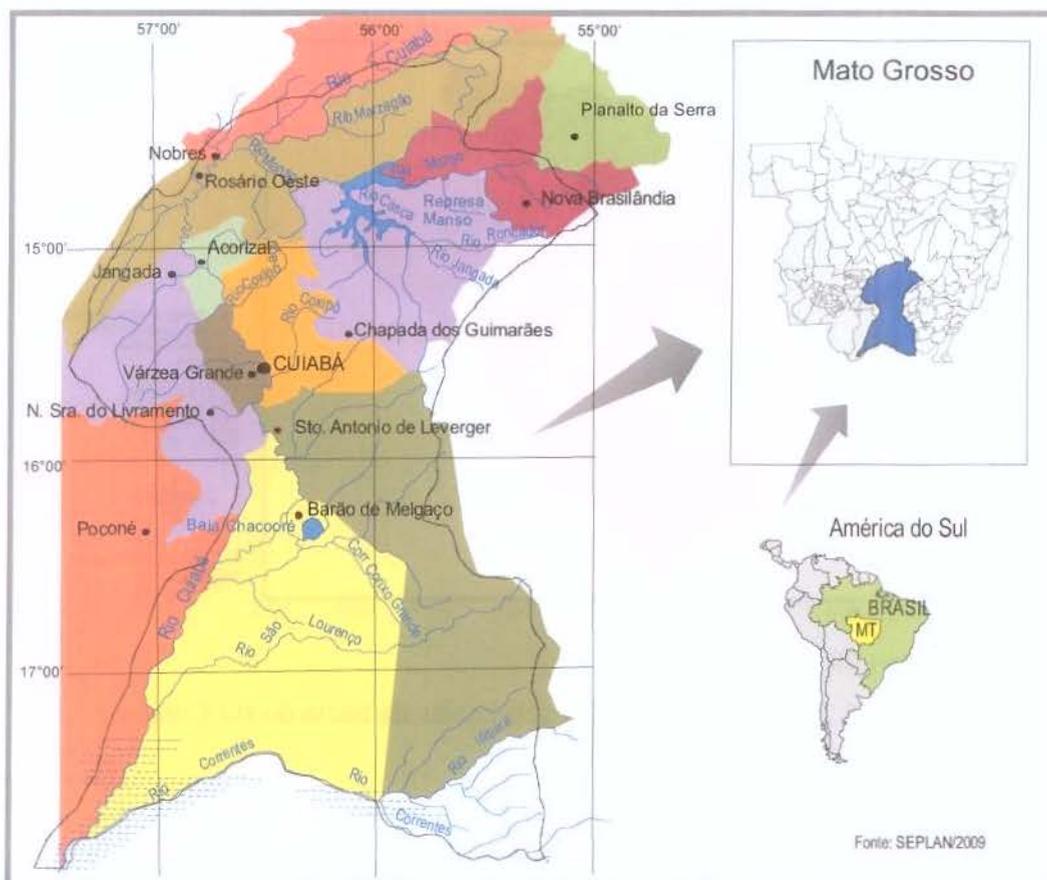
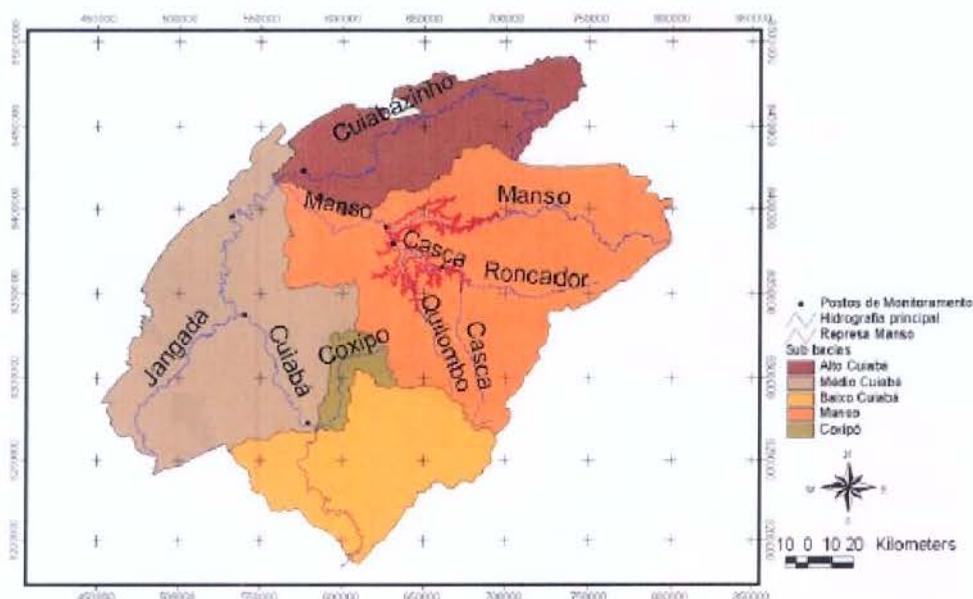


Figura 6.1: Localização da Bacia do rio Cuiabá no Estado de Mato Grosso.

A bacia do rio Cuiabá, uma das formadoras da Bacia do Alto Paraguai (BAP), cobre uma área de aproximadamente 29.000 km<sup>2</sup> (PCBAP, 1997), 3,2% do território estadual, localizada entre as coordenadas geográficas: 14°10' e 18°23' de latitude Sul; e 53°25' e 57°04' de longitude Oeste (ANA, 2006). O rio Cuiabá se estende por 828 km desde a sua nascente na Serra Azul até a confluência com o rio Paraguai, tendo como principais afluentes os rios Manso, Coxipó, Jangada, da Casca e Pari. Cavinatto (1995) subdivide a Bacia em 5 sub-bacias, como mostra a Figura 6.2 a do alto Cuiabá, do médio Cuiabá, do baixo Cuiabá, do rio Coxipó e a do rio Manso.



Fonte: Libos, 2002.

Figura 6.2: Limites físicos das sub-bacias da bacia do rio Cuiabá.

## Solos e vegetação

De maneira geral, os solos da bacia caracterizam-se pela acidez e baixa fertilidade; são antigos, bem drenados e profundos. O relevo é suave e suave ondulado, tendo ao topo as chamadas chapadas entremeadas de depressões suaves localmente denominadas veredas. Nos cerrados predominam os latossolos (46%), os arenoquartzosos (15,2%), os podzólitos (15,1%), os cambissolos (3%), os solos litólicos (7,3%), as lateritas hidromórficas (6%) e gleis (2%) (RIBEIRO e SILVA, 1996). A vegetação constitui-se de savana arbórea aberta e floresta estacional decidual (LIBOS, 2002), nas bacias superior e mediana, mudando para o Pantanal, na bacia inferior.

A sub-bacia do rio da Casca apresenta geometria aproximadamente circular e área de 5.050 km<sup>2</sup>, coberta por vegetação dos tipos savana arbórea aberta (cerrado) e savana arbórea densa (cerradão). Com uma vazão naturalmente regularizada pelos tributários do rio principal, em razão da existência de solos profundos e permeáveis, a vazão se mantém durante todo o período de estiagem, devido à grande capacidade de armazenamento do aquífero (ANA, 2004).

A região da sub-bacia do rio Coxipó apresenta fisionomia de savana arbórea aberta com floresta de galeria (campo-cerrado), cerradão, floresta estacional semidecidual emergente e de

contato, savana, floresta estacional arbórea aberta com floresta de galeria (cerrado). Há predominância de solos litólicos distróficos, concrecionários distróficos e areias quartzosas distróficas (RADAMBRASIL, 1992).

A sub-bacia do alto Cuiabá ou região da bacia superior caracteriza-se por apresentar uma vegetação do tipo cerrado, compreendendo as nascentes da sub-bacia do rio Manso e seus afluentes; e a sub-bacia do médio Cuiabá compreende uma área de depressão localizada entre as partes mais altas do planalto e o início da planície inundável, o Pantanal.

A sub-bacia do baixo Cuiabá ou região sul da bacia constitui-se de planícies de inundação, o Pantanal, cujo funcionamento normal das terras baixas depende da ecodinâmica das terras altas (LIBOS, 2002).

### **Uso e ocupação do solo**

Na parte superior da bacia, na nascente do rio, estão os municípios de Jangada, Acorizal, Rosário Oeste, Chapada dos Guimarães, Nobres, Nova Brasilândia e Planalto da Serra. Com solo pobre, essa região tem uma topografia acidentada que permite somente a agricultura de subsistência e plantações, principalmente de mandioca, milho, banana e cítricos, além de atividades de pecuária, tornando a população extremamente dependente do rio Cuiabá e seus afluentes. Destaca-se o município de Chapada dos Guimarães com o 5º maior rebanho avícola do Estado, com 470.629 cabeças (FAMATO, 2006).

Na sub-bacia do rio da Casca observa-se a presença de garimpo de diamante e grandes áreas desmatadas (LIBOS, 2002), e monoculturas de soja, milho e arroz no município de Chapada dos Guimarães.

A sub-bacia do rio Coxipó, desde a nascente no Parque Nacional de Chapada dos Guimarães, possui diferentes usos e ocupação do solo com distintas atividades: turismo, ocupação por loteamentos, atividades agrícolas e pastoris (esta tem predominado, com modalidade ativa na cobertura do solo), atividades de mineração, queimadas e desmatamentos na Baixada Cuiabana, acelerando os processos erosivos (ALMEIDA FILHO, 2003).

Na região mediana, Cuiabá é uma cidade industrial, com um grupo de atividades econômicas que incluem o processamento de produtos agrícolas, tingimento de couro, produção de bebidas (cerveja e refrigerantes) entre outros. Praticamente todas essas atividades dependem diretamente da água do rio ou dos aquíferos subterrâneos (UnB, 2001). O aglomerado urbano Cuiabá e Várzea Grande é um grande centro comercial e de serviços do Estado, com forte predominância da pecuária. Apresenta, ainda, uma intensificação dos impactos ambientais sobre o rio Cuiabá, em função do lançamento de resíduos dos esgotos domésticos, das atividades industriais e do uso de dragas de areia em grande parte da região (LIBOS, 2002).

Os municípios de Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger apresentam atividades baseadas na agricultura de subsistência, destacando-se a produção de arroz, milho, mandioca e banana, respectivamente, e, mais recentemente, em Santo Antônio do Leverger, a soja. Destacam-se os rebanhos de caprinos, em Nossa Senhora do Livramento (o 2º do Estado, com 1.325 cabeças), e de ovinos, em Santo Antônio do Leverger (o 4º do Estado, com 5.747 cabeças) (SEPLAN, 2004).

Os municípios pantaneiros de Poconé e Barão de Melgaço, na parte sul da bacia, na foz do rio, no Pantanal, possuem atividades agropecuárias mais destacadas; ambos detêm 550 mil cabeças de gado; a bacia, no entanto, responde por apenas 5% do rebanho do Estado, de 25 milhões de cabeças, que cresce 4,5% a.a. (FAMATO, 2006). O município de Poconé destaca-se, ainda, pela produção de mandioca, milho, feijão e banana, bem como o município de Barão de Melgaço, que produz, além desses, arroz e cana-de-açúcar. Esta parte da bacia está ameaçada, ainda, pelo assoreamento dos sedimentos transportados pelo rio Cuiabá, provenientes da erosão observada em porções mais frágeis da bacia, e do desbarrancamento do rio Cuiabá e afluentes (LIBOS, 2002). A Tabela 6.1 e a Tabela 6.2 mostram o uso do solo da bacia pelas lavouras e pelos rebanhos, respectivamente, ao longo do período 1995 a 2006.

Tabela 6.1: Área plantada, por tipo de lavoura e total da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006.  
Unidade: hectare.

Ano / Lavoura	Permanente	Temporária	Total
1995	4.425	71.303	75.728
1996	4.061	71.914	75.975
1997	4.120	68.373	72.493
1998	4.356	65.451	69.807
1999	4.500	70.458	74.958
2000	4.326	69.812	74.138
2001	4.329	59.306	63.635
2002	1.978	61.547	63.525
2003	4.194	74.847	79.041
2004	3.953	94.353	98.306
2005	3.688	133.688	137.376
2006	2.098	189.770	191.868

Fonte: IBGE, Pesquisa Agrícola Municipal, 2007.

Tabela 6.2: Rebanho existente no território da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006.  
Unidade: cabeça.

Ano	Total
1995	31.630.294
1996	30.605.382
1997	30.808.481
1998	29.645.872
1999	29.891.573
2000	33.387.728
2001	32.798.968
2002	35.635.126
2003	40.953.306
2004	42.199.934
2005	43.415.357
2006	45.268.544

Fonte: IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal, 2007.

O Apêndice 6 e o Apêndice 7 apresentam as áreas plantadas, em m<sup>2</sup>, por tipo de cultura, e quantidade, por espécie de rebanho, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, utilizadas nas projeções.

### **Clima e regime hidrológico**

A bacia do rio Cuiabá se enquadra no tipo climático Aw (clima de savana), de acordo com a classificação climática de Köppen (PCBAP, 1997). A partir dos resultados das medições do 9<sup>o</sup>

Distrito de Meteorologia, a média anual da temperatura é de 26° C, apresentando máximas diárias de 36° C no mês de setembro e mínimas de 15° C em julho. As temperaturas mais altas ocorrem nos meses de setembro a novembro e as menores nos meses de maio a junho, mostrando a sazonalidade do ciclo anual (LIBOS, 2002). A umidade relativa média do ar é de 74%, alcançando até 90% no período de chuvas. A precipitação média anual varia entre 800 mm e 1.600 mm, com as máximas ocorrendo nas cabeceiras e a evapotranspiração potencial média anual entre 3,6 e 4,3 mm/dia (LIMA, 2001).

Em termos de descarga do rio Cuiabá, existem alterações bem definidas entre os períodos de chuva e de estiagem, além dos efeitos das manobras das comportas da barragem do reservatório do Aproveitamento Múltiplo de Manso, localizado no rio Manso, no município de Chapada dos Guimarães<sup>26</sup>. Entre os anos de 1998 e 2001 foram observadas vazões médias de 330,5 m<sup>3</sup>/s nos períodos de chuvas e de 113 m<sup>3</sup>/s nos períodos de seca, uma vazão 65,8% menor (MECCA, 2002). A Figura 6.3 mostra as vazões médias durante os períodos sazonais do rio, na seção da cidade de Cuiabá, obtidas no período de 1998 a 2001, indicando uma variabilidade que se alterna rapidamente entre altas e baixas vazões e uma baixa influência de aquíferos na sua regularização (TUCCI, s.d.).

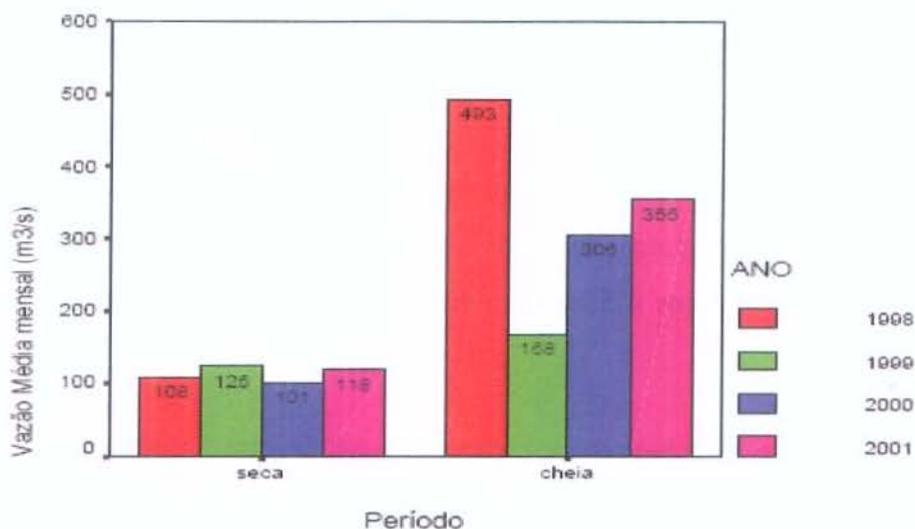
A curva de permanência expressa a relação entre a vazão diária ou mensal e a frequência com que essa vazão é superada ou igualada. Destacam-se as seguintes vazões características: Q5%, Q50%, Q90% e Q95% .

Segundo a lei nº 9.433/97, a outorga de vazão deve considerar a quantidade de água máxima disponível e a disponibilidade hídrica existente no local, resultando na utilização de alguns indicadores mais usuais:

- Confiabilidade de atendimento de 95%, ou valor característico, Q95%, obtido da curva de permanência de vazões no tempo.
- Garantia de atendimento de 90% da menor vazão média em 7(sete) dias consecutivos com 10 anos de recorrência, Q7,10.

---

<sup>26</sup> As comportas da barragem do reservatório do rio Manso foram fechadas em novembro de 1999 e o enchimento só concluído em março de 2002.



Fonte: Lima (2002).

Figura 6.3: Vazões médias durante os períodos sazonais do rio Cuiabá, na seção da cidade de Cuiabá, de 1998 a 2001.

O fechamento das comportas de Manso determinou um novo regime hidrológico na bacia do rio Cuiabá, alterando os períodos sazonais com a regularização da vazão do rio. O comportamento da vazão mensal do rio Cuiabá, em Cuiabá (Estação Porto – Rc8), verificava, em 2002, vazões regularizadas na estação seca acima de 200 m<sup>3</sup>/s, superior à vazão regularizada prevista no projeto de 135 m<sup>3</sup>/s.

Após simularem cenários de vazões regularizadas e das energias produzidas resultantes da operação da UHE Manso, Hora et al. (s.d.) concluíram que

... [no cenário de] atendimento da vazão máxima outorgável  $Q_{95\%}$  (60 m<sup>3</sup>/s) para os usuários de montante, implica no não atendimento à vazão de restrição mínima defluente da usina (80 m<sup>3</sup>/s). Nesta condição só seria possível disponibilizar a vazão de 74,1 m<sup>3</sup>/s. Este resultado demonstra conflito pela utilização dos recursos hídricos dos usuários de jusante da usina com os de montante. Da mesma forma, a simulação para o atendimento da vazão de restrição mínima defluente da usina (80 m<sup>3</sup>/s), implica na possibilidade de se disponibilizar para os usuários de montante uma vazão máxima de 53,3 m<sup>3</sup>/s, que representa no entorno de 89% da vazão  $Q_{95\%}$ . Este resultado demonstra conflito pela utilização dos recursos hídricos dos usuários de montante da usina com os de jusante. (...)

## Qualidade da água

O esgotamento sanitário e a diluição de efluentes industriais são os principais fatores que comprometem a qualidade da água bruta da bacia. Na Bacia superior, a qualidade da água é afetada principalmente por mudanças no uso do solo e sedimentação, com mínimos efeitos de poluição nessa região, ao contrário da região mediana, altamente industrializada (principalmente

agroindústrias, frigoríficos e laticínios) e urbanizada (PRIANTE et al., 2000, apud UnB, 2001), e que apresenta altas concentrações de coliformes fecais de efluentes domésticos e efeitos negativos sobre o rio.

As cidades de Cuiabá e Várzea Grande possuem, respectivamente, 59.413 (SANECAP, 2007) e 6.497 economias com coleta de esgoto sanitário (IBGE, 2000) e depositam, diariamente, cerca de 30 toneladas de resíduos sólidos (lixo doméstico) e 500 mil litros de esgoto doméstico e industrial no rio Cuiabá.

O delta inferior e o Pantanal são de importância crítica para a gestão da Bacia, maior área alagada do mundo caracterizada por sua biodiversidade e taxas de endemismo. O cerrado, na parte superior, e o Pantanal (área de patrimônio mundial pela UNESCO em 2000 e prioridade de conservação global), na inferior, constituem dois ecossistemas de grande biodiversidade. No Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense e no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães concentram-se os esforços de conservação na região da bacia.

Concentram-se ainda, na região, outras categorias de unidades de conservação: duas áreas de proteção ambiental (APA) – Chapada dos Guimarães e a cabeceira do rio Cuiabá, criadas em 1999; dois parques estaduais – Gruta da Lagoa Azul (criado em 2000) e Águas Quentes (1978); duas estradas parques (EP) – Cuiabá/Chapada dos Guimarães Mirante, km 15 MT 251 e Santo Antônio do Leverger Porto Fora/Barão de Melgaço MT 040-361 (2000); e três estações ecológicas (EE) – rio da Casca I e rio da Casca II, criadas em 1994, e a Serra das Araras (1982).

O lançamento de efluentes tem resultado num decréscimo de oxigênio dissolvido e incremento de matéria orgânica e nutrientes, restringindo os usos da água e ainda elevando os custos operacionais das estações de tratamento de água (LIMA, 2001). As concentrações de fósforo e nitrogênio tendem a aumentar, alterando a qualidade da água. Libos (2002) simulou cenários de ocupação do solo, obtendo valores alarmantes para a concentração desses poluentes, especialmente pela presença do reservatório de Manso.

A SEMA mantém um enquadramento para os principais corpos de água da bacia, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 20/86:

- classe especial – as nascentes do rio Cuiabá, o Cuiabá da Larga e o Cuiabazinho até a confluência com o Manso; as nascentes do rio Coxipó e os córregos Salgadeira, Paciência, Claro, Mutuca e Coxipó Mirim.
- classe II – o trecho compreendido na área urbana de Cuiabá e Várzea Grande.
- classe I – todos os demais cursos de água da bacia do rio Cuiabá.

A Usina Hidrelétrica de Manso, segundo Lima (2001), determinou modificações no ambiente, observadas com o fechamento das comportas, alterando a vazão em todo o trecho a jusante e provocando condições desfavoráveis à sobrevivência de inúmeros cardumes. Estudos de ambientalistas alertam para a preservação do frágil ecossistema do Pantanal, afetado, agora, pelo controle do fluxo das águas pelo reservatório.

A Usina Termelétrica Mário Covas, a gás natural, com operação em ciclo combinado, e potência de 480 MW, localizada em Cuiabá, também tem provocado alterações no rio Cuiabá decorrentes da dissipação de energia térmica e da diluição de efluentes industriais. O Apêndice 8 mostra as principais características do rio segundo o Relatório de Impacto Ambiental da Usina.

Vários autores têm analisado a qualidade da água bruta e tratada em estações de tratamento de água ao longo do Rio Cuiabá. Mecca (2003, p. 94) concluiu que há

necessidade do controle de qualquer atividade antrópica que possa acarretar alguma alteração significativa nas características físicas, químicas e biológicas das águas naturais, sendo necessário o desenvolvimento de estudos integrados para a preservação da bacia.

Conforme Libos (2002) a “poluição pontual não tem recebido grandes atenções no âmbito nacional”, sendo essa também a realidade da Bacia do Rio Cuiabá. O projeto denominado “Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai – Subprojeto 1.6 MT – Gerenciamento de Recursos Hídricos nas vizinhanças da cidade de Cuiabá/MT”, da ANA, GEF, PNUMA e OEA, cujo relatório final foi elaborado pela FEMA (agora SEMA), em 2004, teve como objetivo geral:

Estabelecer procedimentos para subsidiar o gerenciamento das águas subterrâneas e superficiais, na área urbana de Cuiabá, a fim de que a Fundação Estadual do Meio Ambiente/FEMA, órgão que tem a competência de Coordenadora/Gestora das unidades aquíferas, tome decisões no sentido de regular o uso e o controle dos recursos hídricos [...].

Nesse subprojeto foram desenvolvidos estudos de inventário dos poços de exploração, áreas de ocorrências de aquíferos, testes de aquífero, volumes das reservas, qualidade da água, quantificação dos volumes captados e as demandas de água requeridas por áreas específicas e a caracterização quali-quantitativa das águas superficiais. Várias ações foram recomendadas, entre as quais, buscas de conservação e recuperação de córregos, dos rios Coxipó e Cuiabá nas zonas urbanas de Cuiabá e Várzea Grande, e programas de ação ambiental sobre os recursos hídricos em centros urbanos e rurais, não havendo, no entanto, até hoje, efetiva realização dessas ações.

Extensa e complexa, a divisão da bacia entre a área metropolitana de Cuiabá e Várzea Grande e os outros municípios, com suas tendências políticas, padrões de desenvolvimento regional, organização social e mobilização em torno de questões ambientais, tem levado a interesses conflitantes e a barreiras que impedem os programas de desenvolvimento e os projetos de atenderem seus objetivos. Um programa unificado com financiamentos independentes e estáveis conduziria a uma gestão melhor integrada de recursos hídricos na bacia, diante das profundas desigualdades socioeconômicas. As tendências atuais de organização efetiva de um Plano da Bacia permitirão sua integração, esperando-se que novas pesquisas tragam subsídios para o planejamento da gestão dos recursos hídricos na região.

## **6.2.2 O contexto socioeconômico da bacia do rio Cuiabá**

### **População e estrutura social**

A evolução da população da região da bacia do rio Cuiabá ocorreu sob um processo de desenvolvimento desordenado dos centros urbanos, apresentando, ao longo dos anos, dinamismos heterogêneos entre os municípios, como mostra a Tabela 6.3. O modelo de ocupação do Estado de Mato Grosso nos últimos anos refletiu fortemente na região da bacia, com a multiplicação de

municípios no norte do Estado, além do crescimento da economia madeireira, do desenvolvimento agrícola no cerrado e da renovação da pecuária nas terras altas.

Tabela 6.3: Evolução da população dos municípios da bacia do rio Cuiabá em anos selecionados. Unidade: mil habitantes.

Município/Ano	1970	1980	1991	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Acorizal	8.854	8.609	5.308	5.817	5.860	5.924	5.974	6.078	6.136	6.193
Barão de Melgaço	9.719	8.255	9.858	7.682	7.405	7.224	7.012	6.556	6.319	6.074
Chapada dos Guimarães	16.356	9.370	12.888	15.755	16.097	16.377	16.666	17.272	17.607	17.940
Cuiabá	100.860	212.980	402.813	483.346	492.894	500.288	508.156	524.666	533.800	542.861
Jangada	-	-	5.227	7.134	7.334	7.535	7.721	8.112	8.329	8.543
Nobres	5.692	13.441	15.174	14.983	15.044	15.167	15.253	15.432	15.531	15.630
Nossa Senhora do Livramento	11.768	10.274	10.472	12.141	12.344	12.488	12.649	12.988	13.175	13.361
Nova Brasilândia	-	11.493	9.612	5.786	5.590	5.450	5.294	4.967	4.786	4.606
Planalto da Serra	-	-	-	2.881	2.904	2.905	2.916	2.939	2.952	2.965
Poconé	18.832	23.351	29.856	30.773	30.902	30.966	31.055	31.243	31.348	31.451
Rosário Oeste	18.044	19.757	20.050	18.755	18.243	18.464	18.330	17.990	17.835	17.835
Santo Antônio do Leverger	14.509	11.738	15.389	15.435	15.436	15.445	15.449	15.459	15.464	15.469
Várzea Grande	18.053	76.678	161.958	215.298	221.298	226.525	231.736	242.674	248.728	254.736
Total da Bacia										937.664
Mato Grosso		1.138.691	2.027.231	2.504.353				2.759.134		2.854.642

Fonte: Elaborada mediante dados da Contagem Populacional, 2007, do IBGE.

A bacia é caracterizada por contrastes. Enquanto os municípios de Acorizal, Nova Brasilândia, Barão de Melgaço, Nobres e Poconé tiveram, entre 1996 e 2000, taxas de crescimento anual negativo de -0,82%, -0,65%, -0,59%, -0,53% e -0,51%, respectivamente, o crescimento médio dos demais municípios da bacia foi de 1,98% a.a. Em 2006, da população total, quase 800.000 (85%) moravam nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande, fato justificado, em parte, pelas melhores condições de vida nas duas maiores cidades do Estado.

A Tabela 6.4 apresenta a área geográfica, a densidade demográfica e a taxa de ocupação de cada município em relação à área total da bacia.

Tabela 6.4: Densidades demográficas, áreas geográficas e áreas dos municípios pertencentes à bacia.

	Densidade Demográfica (Hab./Km <sup>2</sup> )	Área Geográfica (Km <sup>2</sup> )	Área pertencente à Bacia (Km <sup>2</sup> )	% na Bacia
Brasil	1,69	8.514.204,90		
Centro Oeste	2,35	11.636.728		
Mato Grosso	2,36	2.749.145		
Bacia	31,25	29.000,00		
Acorizal	7,22	841,17	839,23	99,77
Barão de Melgaço	0,59	11.182,85	23,48	0,21
Chapada dos Guimarães	2,78	6.206,57	6.206,57	100,00
Cuiabá	148,30	3.538,17	3.538,17	100,00
Jangada	7,94	1.021,94	1.015,50	99,37
Nobres	4,00	3.859,51	1.937,47	50,20
Nossa Senhora do Livramento	2,50	5.192,57	2.017,31	38,85
Nova Brasilândia	1,52	3.266,22	2.625,38	80,38
Planalto da Serra	1,20	2.454,11	314,13	12,80
Poconé	1,81	17.260,86	1.208,30	7,00
Rosário Oeste	2,04	8.802,05	6.157,00	69,95
Santo Antônio do Leverger	1,26	12.260,08	2.179,40	17,78
Várzea Grande	158,70	938,06	938,06	100,00

Fonte: Elaboração própria mediante dados da SEPLAN, 2006 e LIBOS, 2003.

A situação do domicílio, em 2006, mostra que 92,0% da população residiam na área urbana, como resultado de intensa emigração, provocando uma taxa de crescimento de 0,5% a.a. da bacia, entre 2000 e 2004, 80% menor que a taxa de crescimento do Estado, no mesmo período. De acordo com a contagem populacional de 2007 do IBGE, a população da bacia, 937.508 habitantes, representava 33% da população do Estado. A taxa de crescimento da região, no período 1995-2006, foi de 1,68% a.a., enquanto a do Estado foi de 2,47% a.a., denotando um baixo dinamismo na região, conduzido, principalmente, pelas microrregiões do Alto Pantanal (Poconé e Barão de Melgaço), de Paranatinga (Nova Brasilândia) e Alto Teles Pires, com o município de Nobres. Os municípios que reverteram para um crescimento positivo foram Acorizal, Nobres e Poconé, passando de uma taxa de crescimento médio de -0,62% a.a. no período 1996-2000, para 0,74% a.a. entre 2000 e 2004, em razão da emigração das comunidades vizinhas para esses municípios que apresentaram pequeno progresso social e econômico em relação aos outros municípios.

O município de Cuiabá tem a maior taxa de urbanização, e o município de Nossa Senhora do Livramento, a menor. No entanto, havia um grau relativamente alto de homogeneidade entre os Índices de Desenvolvimento Humano (IDH's) e os Índices de GINI, no ano de 1991, na bacia. O Índice de GINI – que mede a desigualdade de renda – da bacia era mais baixo que os Índices

do Estado e que o brasileiro, naquele ano. Cuiabá e Várzea Grande lideraram o ranking de melhor IDH, e Barão de Melgaço, município eminentemente agropecuário, mostrou a maior desigualdade de renda, enquanto Jangada teve a menor desigualdade. O IDH da bacia também era baixo em 1991 e 2000 em relação ao do Estado e ao do Brasil. Os municípios de Planalto da Serra e Jangada foram os que mais evoluíram, com uma variação do IDH, nesse período, de 24%, seguidos dos municípios de Barão de Melgaço, com 23% e Santo Antônio do Leverger e Rosário Oeste, com 19%, que apresentaram crescimento das atividades agropecuárias e de serviços.

De acordo com os dados disponíveis, o analfabetismo em Mato Grosso, em 2000, era de 15,84%, e a taxa referente à bacia era de 19,1%, valor acima da média nacional que era de 16,73% (SEPLAN, 2005).

Também em 2000, a taxa de desemprego da região, 13,91%, estava acima das médias do Estado (12,51%) e do Centro Oeste (9,74%), e abaixo da média nacional (15,04%). No mesmo ano, a população economicamente ativa (PEA) da bacia somava 391.774 pessoas, 43,2% da sua população, e 38% da PEA do Estado (SEPLAN, 2005).

Dos municípios da região, 54% foram criados após 1950; Poconé, Várzea Grande, Rosário Oeste, Nossa Senhora do Livramento e Santo Antônio do Leverger, no século XIX, e Cuiabá, no século XVIII, configurando uma situação de extremas desigualdades, concentrando 89% da população na região do Cuiabá Médio. Dessa forma, as diferenças sociais urbanas têm aumentado, além da dificuldade de acesso à educação, da deficiente condição sanitária e de saúde, e da mínima cobertura dos serviços de saúde pública.

Conforme a SEPLAN (2005), havia, em 2000, uma média de 57,93% de domicílios com abastecimento de água entre os treze municípios, abaixo da média do Estado, que era de 63,67%.

### **A economia dos municípios da bacia do rio Cuiabá**

Região mais rica do Estado, a participação da bacia no PIB estadual vem sendo reduzida, em relação a outras regiões. Em 2000, o Valor Adicionado (VA) total da bacia era de 30,6 %; em 2002, correspondia a 28%, e, em 2006, era de 29%, conforme a Tabela 6.5. Em termos setoriais, em 2006, os valores adicionados da bacia correspondiam, em relação aos respectivos VA's estaduais, a 9,5% na atividade agropecuária, 15,1% na indústria e 40% nos serviços, sendo este

setor o que mais contribui para geração de renda na região, com 58% do total do VA da bacia. A Tabela 6.5 exibe os valores adicionados por atividade econômica da bacia.

Tabela 6.5: PIB do Brasil, do Estado e da Bacia e valor adicionado bruto a preço básico, por atividades econômicas da Bacia do Rio Cuiabá, no período de 1995 a 2006.

Ano	PIB BR	PIB MT	PIB Bacia	VA Comercial	VA Industrial	VA Transporte	VA Agropecuário
1995	1.798.582,4	20.515,1	6.613.812,7	4.254.431,8	925.679,4	326.571,1	194.879,9
1996	1.837.260,9	21.214,6	6.752.669,8	4.309.484,4	975.839,1	324.017,7	204.344,9
1997	1.899.273,9	22.563,7	7.020.484,6	4.415.665,0	1.072.582,5	319.092,9	222.600,3
1998	1.899.945,2	23.185,2	7.143.855,9	4.464.578,0	1.117.148,3	316.824,3	231.009,8
1999	1.904.772,5	25.864,3	7.917.527,6	4.962.116,8	1.405.078,5	345.397,3	252.817,5
2000	1.986.795,6	27.371,6	7.803.508,8	4.552.129,3	1.476.197,9	328.563,1	324.233,4
2001	2.012.884,6	27.413,4	8.074.727,7	4.841.271,6	1.427.013,1	334.707,9	272.203,1
2002	2.066.389,0	29.281,2	7.890.832,0	4.474.330,8	1.554.095,5	280.037,0	305.897,4
2003	2.090.082,6	34.289,0	9.094.252,3	5.352.423,1	1.694.409,8	237.399,9	374.535,6
2004	2.209.474,2	42.062,7	10.591.981,4	5.598.691,6	2.675.436,4	268.019,5	469.411,8
2005	2.279.286,4	39.770,0	10.578.357,5	5.927.589,6	2.265.136,5	260.361,0	475.585,7
2006	2.369.797,0	35.284,5	10.258.073,7	5.978.281,2	1.879.407,2	309.224,5	399.836,1

Fonte: IBGE, SEPLAN, 2008.

Em termos econômicos, podemos dividir a Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá em três partes: a superior, na nascente do rio; a mediana, que abrange a capital do Estado, Cuiabá, e a cidade adjacente, Várzea Grande; e a inferior, na foz do rio, no alto pantanal. Cuiabá e Várzea Grande representavam, em 2006, 90% do VA total de bacia e 26,3 % do VA do Estado; sediavam 45% da estrutura industrial de Mato Grosso. As duas cidades contavam com 1.602 indústrias extrativas e de transformação, sendo 1078 em Cuiabá e 524 em Várzea Grande, do total de 7.332 no Estado, em 2003. Esses dois municípios, que formam o principal centro polarizador de comércio e serviços, propiciam um maior dinamismo econômico na Bacia Mediana e detêm, juntos, 92% dos estabelecimentos de comércio atacadista e varejista do total da bacia.

Por outro lado, os municípios da Bacia Superior – Acorizal, Nova Brasilândia e Planalto da Serra – possuem os menores VA's de toda a bacia, conduzindo essa região a um baixo dinamismo. Somados aos municípios de Chapada dos Guimarães e Nobres, participam com 3,5% do VA total da bacia, em 2006. Destacam-se as atividades comerciais e de serviços no município de Nobres (16,5% do VA da região, em 2006) e da agropecuária em Chapada dos Guimarães, com 12%.

Com desempenho pouco significativo de suas economias, Poconé e Barão de Melgaço, na bacia inferior, em 2006, ostentavam um VA de apenas 2,2% do total do VA da bacia, destacando-se as atividades de comércio e serviços, com 46% do VA, à frente das atividades agropecuárias (34%). São mostrados no Apêndice 26 os PIB's "per capita" municipais. Na região, o município de Acorizal possui o PIB "per capita" mais baixo da região, acompanhado do município de Nossa Senhora do Livramento.

### **Potencialidades econômicas da região**

A região da bacia reúne consideráveis potenciais de crescimento, mas necessitam do fortalecimento de ações, ainda incipientes, para seu desenvolvimento. Na Bacia Superior, os municípios de Chapada dos Guimarães e Nobres apresentam excelentes oportunidades para o sub-setor de Turismo, mas existem deficiências de infra-estrutura, de desenvolvimento humano, em saneamento, educação, saúde, comunicação e transporte, devendo haver um plano geral com programas específicos para atração de investimentos de forma coerente com as prioridades estaduais e com suas vantagens comparativas. Há até mesmo possibilidades de um plano de desenvolvimento sustentado do ecossistema do cerrado da Bacia Superior, estabelecendo-se projetos de seqüestro de carbono, uma alternativa econômica para suas áreas degradadas.

As produções agropecuária e avícola dos municípios da Bacia Superior requerem maior agregação de valor, adensando as suas cadeias produtivas para gerar mais empregos e criar um mercado interno mais forte, com formação de parcerias para melhor qualificação da mão-de-obra e do gerenciamento, e a elaboração de política de desenvolvimento dos segmentos, além da integração produtiva com grandes frigoríficos de aves e suínos da região mediana. Os programas do governo estadual PROFRUTA e PROAGRICULTURA ORGÂNICA devem promover iniciativas concretas que atendam às principais deficiências nas cadeias produtivas, com formação de parcerias para a oferta de serviços de apoio competitivo e tecnológico específicos.

O governo, em 2002, começou a preparar o Pantanal para o ecoturismo internacional associado a projetos de proteção e gestão dos ecossistemas da ictiofauna e da fauna, com apoio do Programa BID Pantanal, impulsionando o segmento na Bacia Inferior. No segmento de pesca há oportunidades de criação de peixes – especialmente a tilápia, com grande potencial para a exportação (SENAI – MT, 2002) – e de instalação de plantas de beneficiamento e

industrialização, agregando maior valor ao peixe dos municípios de Poconé e Barão de Melgaço, e a promoção e marketing do pescado regional, consolidando canais de comercialização e o desenvolvimento de fornecedores locais competitivos.

A concentração de atividades econômicas na Bacia Mediana tem levado os municípios de Cuiabá e Várzea Grande a receber mais investimentos e manter bom desempenho na evolução do PIB da região. Com dois distritos industriais dotados de infra-estrutura, há grande potencial para investimentos em áreas de interesse que englobam segmentos mais complexos e com maior valor agregado como têxtil, plásticos e informática, além daqueles ligados à produção agrícola regional. Há também um grande potencial para aumentar o número de empresas de processamento final da madeira, cujo agronegócio emprega 16% da população do Estado (SEPLAN, 2005).

O segmento de industrialização de suínos e aves, de grande produtividade e lucratividade, ainda pode utilizar parcerias, melhorando a qualificação de mão-de-obra, bem como o segmento da construção civil, de bons resultados econômicos e financeiros. A cadeia do algodão e vestuário, com muitas vantagens comparativas em relação ao panorama nacional, apresenta um potencial significativo para industrialização de confecções e possibilidades para fornecimento de serviços e insumos especializados. O setor de comércio e serviços apresenta bons indicadores de crescimento, mas há dificuldades para oferecer todos os produtos e serviços demandados na região. Um maior adensamento das cadeias produtivas e ações conjuntas envolvendo o governo podem alavancar a tecnologia, a gestão de negócios, treinar recursos humanos e aumentar a capacidade instalada.

Os municípios vizinhos de Santo Antônio do Leverger e Nossa Senhora do Livramento têm um bom potencial nos elos primários da produção da banana e de ovinos e caprinos, devendo superar os problemas de qualificação de mão-de-obra e dos pequenos produtores, gerenciamento e organização, com melhoria e difusão de novas técnicas de manejo e aumento das escalas de produção.

### **6.3 A BASE DE DADOS E A PLANILHA DE CÁLCULO CONSTRUÍDAS PARA OS ESTUDOS PROSPECTIVOS DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA NESTE TRABALHO**

A metodologia proposta neste trabalho para a projeção integrada de energia e de água, utilizando-se a técnica de cenários, precisa dispor de dados selecionados sob uma estrutura simples e amigável para consulta e cálculo, apresentando-se através de séries estatísticas, tabelas e gráficos, e que constitua uma ferramenta evolutiva (adaptativa), flexível, além de permitir a obtenção da projeção da variável desejada a partir das projeções das variáveis explicativas. As funções e ferramentas da planilha eletrônica Excel se prestaram bem para essas finalidades.

Como na modelagem proposta as projeções devem ser realizadas para cada um dos municípios, para cada setor da economia e para cada uso final, a base foi montada no nível municipal, agrupando-se os dados dos diversos municípios envolvidos. Nessa base é possível capturar especificidades socioeconômicas da menor unidade administrativa de um país (LEITE, 2006), bem como obter vantagens adicionais como a realização de estudos de planejamento para determinadas regiões. O objetivo principal da construção do banco de dados é, portanto, a projeção das demandas, por usos finais, de energia e de água no âmbito de bacias hidrográficas das quais fazem parte os municípios, tendo em vista o seu planejamento integrado.

Aplicável para qualquer bacia hidrográfica, a organização metodológica do banco de dados, para o estudo de caso da bacia do rio Cuiabá, iniciou-se com a seleção das informações básicas necessárias (dados primários), por município e por setor da economia, destinadas às projeções: consumo de energia e de água, produto interno bruto, valor adicionado, população, número de domicílios, número de consumidores de energia elétrica, número de economias (domicílios com ligação de água), número de empregados no setor de comércio e serviços, necessidade de água para cultivos agrícolas, por espécie, e para dessedentação animal, por espécie, participação relativa do recurso, penetração de tecnologia, rendimento do equipamento nos usos finais energético e de água, e participação relativa dos usos finais nos consumos finais energético e de água.

Os objetos advindos (dados secundários) foram: coeficientes de intensidade energética, intensidade de uso da água, consumos específicos de energia e de água setoriais e coeficientes técnicos econômicos e sociais setoriais. Essas variáveis quantitativas foram categorizadas em três classes: econômicas, sociais e técnicas (refletem ou expressam a magnitude dos consumos de energia e de água, neste caso). A coleta dos dados deu-se após a classificação e orientou a identificação e a montagem do banco de dados. Desta forma, foi possível estruturar a base que

passou a contar com uma planilha de dados originais, uma de dados calculados (contendo equações), uma de coeficientes técnicos (dados secundários – produto da anterior) e uma contendo gráficos e tabelas.

Os dados de nível nominal, isto é, aqueles somente qualitativos, constituíram-se de parâmetros, aos quais são atribuídos valores, que, apesar de não fazerem parte das equações do modelo, auxiliaram na formulação das hipóteses, na correção ou no detalhamento das séries projetadas. O Apêndice 9 apresenta algumas telas do banco de dados construído.

### **Fontes de dados, codificação e classificação qualitativa das informações**

Os dados obtidos para desenvolvimento do modelo foram obtidos através dos órgãos públicos de gestão e planejamento, de pesquisa, concessionárias de energia e de distribuição de água, órgãos reguladores, órgãos oficiais de pesquisa, universidades e centros de pesquisa, diretamente em sítios de associações e sindicatos de empresas prestadoras de serviço de energia e de água e saneamento, e por meio de entrevistas.

Na etapa posterior à coleta – em razão da disponibilidade, da forma de apresentação, abrangência, precisão, tendências, dificuldades de interpretação e lógica dentro da série histórica, e aceitação dos dados como tipos importantes para o modelo – foi necessário classificar os dados qualitativamente, para que fossem utilizados no ciclo de projeção deste trabalho. O objetivo dessa classificação é apurar essa qualidade, verificar a coerência, propriedade e validade com que certa resposta terá conexão com um resultado da análise, e para eventual complementação, além de auxiliar os órgãos responsáveis no melhoramento do seu processamento. Buscou-se, ainda, intrinsecamente, um grau de correspondência (comprometimento) entre esses dados e o que se espera do modelo, podendo ser aceitável ou não em relação às projeções das demandas obtidas. A Tabela 6.6 apresenta as fontes e uma proposta de classificação dos dados quantitativos obtidos e utilizados na metodologia, como resultado do esclarecimento do material coletado no decorrer do período 2006-2008, da análise, da tabulação e da verificação das relações entre as informações.

Tabela 6.6: Fontes e classificação dos dados obtidos, destinados à aplicação na projeção integrada das demandas de energia e de água na bacia do rio Cuiabá.

Dado/informação	Categoria	Classificação	Fonte
Consumo de energia elétrica	Técnico	A	REDE CEMAT, NIEPE/UFMT, AGER-MT, EPE/MME
Consumo de energia (combustíveis)	Técnico	B	ANP
Consumo de água	Técnico	A	SANECAP, ANA
	Técnico	C	SNIS
Participação relativa do recurso no uso final	Técnico	B	EPE/MME, PNCDA
Participação relativa do uso final no consumo final do recurso	Técnico	B	EPE/MME,
Penetração relativa de tecnologia no uso final	Técnico	C	MME/EPE
Rendimento energético	Técnico	B	MME/EPE
Rendimento do equipamento na utilização de água	Técnico	C	Estimativa
Consumo específico de água por espécie vegetal	Técnico	A	FAO, ANA, UFPb
Consumo específico de água por espécie animal	Técnico	A	ANA
Área cultivada	Técnico	B	IBGE
Área de pastagem	Técnico	B	IBGE
PIB, valor adicionado	Econômico	A	IBGE, SEPLAN-MT
Produção agrícola e pecuária	Econômico	A	IBGE, SEPLAN-MT, MMA, FAMATO
Produção industrial	Econômico	C	FIEMT, IBGE
População	Social	A	IBGE, SEPLAN-MT
Número de residências	Social	B	SEPLAN-MT
Número de consumidores de energia elétrica	Social	A	REDE CEMAT
Número de economias (domicílios com ligação de água)	Social	A	SANECAP
	Social	C	SNIS
Número de empregados no setor de comércio e serviços	Social	B	IBGE

Fonte: Elaboração própria. Nota de Classificação: A – alta confiabilidade, B – média confiabilidade e C – baixa confiabilidade.

A classificação de qualidade dos dados é o atributo dado à variável para caracterizá-la quanto a sua capacidade de satisfazer às necessidades explícitas (NORMA ISO 8402, 1994), neste caso, do trabalho de projeção das demandas de energia e de água. Com essa classificação (A, B ou C), procurou-se promover uma avaliação, aprovando ou aceitando com ressalvas as variáveis envolvidas, considerando a sua origem e outros requisitos.

O nível A refere-se às variáveis que apresentam, quanto aos valores, acurácia, consistência, precisão e completeza; quanto ao modelo de dados, simplicidade, segurança, facilidade de

obtenção e de interpretação. A responsabilidade sobre a informação é também um atributo essencial nesta classificação.

O **nível B** define uma variável sujeita a “adequação para o uso”. Existem relativas acurácia e completeza, mas sem detalhamento e precisão adequados. Por exemplo, os dados de número de empregados no comércio informados pelo IBGE contemplam segmentos agregados do comércio, serviços públicos (incluindo contingentes de exércitos) e da indústria.

No **nível C**, a matriz de dados requer um razoável esforço de interpretação devido à forma de sua representação e à precisão do modo como são exibidos; não oferece segurança ao apresentar valores nulos ou espaços de armazenamento. Estão comprometidas, nesta classificação, a acurácia, a completeza, a objetividade dos dados, a representação apropriada, a responsabilidade sobre a informação e a reputação.

#### **A Planilha de cenários e de cálculo das projeções das demandas**

A técnica de cenarização é uma tarefa que desafia o planejamento. A existência de vários modelos de projeção em cada agente dos setores de energia e de recursos hídricos conduz a diferentes formas de trabalhar a demanda.

A elaboração de uma planilha de cálculo paramétrica técnico-econômica com auxílio do software Excel constitui um outro produto deste trabalho. Elaborada durante a realização desta tese, a planilha, construída em bases municipais, baseia-se no modelo de projeção de decomposição estrutural dos setores de consumo (residencial, comercial e serviços, industrial, transportes e agropecuário) e no uso de indicadores físicos (coeficientes de intensidade energética e consumos específicos), como descrito na seção 4.3.1, que possibilitam responder a três questões fundamentais do planejamento integrado de recursos: o impacto do crescimento da demanda de energia e de água sobre o setor energético e de distribuição de água, a evolução das variáveis de cenário como os modos de consumo residencial, o crescimento do número de residências, o crescimento de residências com ligações de energia, de água etc., e a terceira, a escolha tecnológica, dependente da estrutura técnica e socioeconômica.

Da forma como foi elaborada, a planilha permite aplicar cenários de eficiência melhorada aos cenários econômicos – um ganho sobre a técnica tradicional de cenarização em modelos de

planejamento energético e de distribuição de água. O modelo permite, ainda, que se simule o comportamento da demanda diante dos impactos, além dos parâmetros socioeconômicos e tecnológicos, das mudanças nas variáveis ambientais, e.g., a ocupação do solo, com a limitação de áreas de cultivo de determinada espécie vegetal que demanda água por irrigação, alterando-se livremente esses parâmetros nas células da planilha.

Outra vantagem é a liberdade para se escolherem os cenários nas células, e também a facilidade com que uma equação formulada para um setor de um município pode ser utilizada para outro setor, e aplicada para os setores de outros municípios listados numa mesma base de dados.

A estrutura geral da planilha possui três procedimentos básicos:

1. O levantamento das variáveis independentes – variáveis de entrada.
2. Análise detalhada da demanda por usos finais (destinação) em cada setor de consumo e em cada município.
3. Para cada forma de utilização do recurso, estabelece-se a demanda final. Neste modelo, consideram-se os determinantes diretos da demanda como os níveis de penetração de tecnologias nos usos finais, a participação dos energéticos no uso final no consumo total e os rendimentos de conversão (de energia útil e água útil). Definidas as formas de utilização, as participações dos energéticos por usos finais e os rendimentos de equipamentos e aparelhos específicos, obtém-se a energia final e a energia útil, isto é, a necessidade de energia que satisfaz uma dada premência e realiza uma atividade econômica, diante de certo contexto físico e tecnológico (TOLMASQUIM et. al, 2000). O mesmo procedimento é utilizado para a água em relação às participações dos usos finais e aos rendimentos dos equipamentos utilizadores de água.

Dessa forma, há três módulos de processamento da planilha:

- Módulo Macroeconômico, onde se definem as variáveis de cenário, por município: valor adicionado, PIB, população, número de residências, número de consumidores de energia elétrica, quantidade de residências com ligação de água, quantidade de empregados no setor comercial e de serviços, produção física

industrial, área plantada no setor agrícola, número de cabeças cultivadas na pecuária.

- Módulo de Demanda de Energia e de Água, onde se definem as variáveis de análise de cada setor, de cada município: consumo de energia, consumo de água e determinantes da demanda para obtenção das demandas final e útil, por usos finais.
- Módulo de Usos Finais, onde se agregam os resultados do módulo anterior, incluindo os indicadores físicos e os resultados das projeções das demandas de energia e água final e útil, por usos finais.

O Apêndice 9 mostra algumas telas da planilha construída.

#### 6.4 USOS DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CUIABÁ

São identificados os seguintes usos da água na bacia do rio Cuiabá:

- **Consuntivos:** abastecimento populacional, abastecimento industrial, irrigação e dessedentação de animais.
- **Não consuntivos:** diluição de efluentes, geração de energia elétrica, navegação, pesca, controle hidrológico (cheias e produção de sedimentos), conservação ambiental (vazão remanescente) e mineração.

De acordo com os dados da Tabela 6.7 existe uma relação ainda confortável entre a vazão de retirada e a vazão média (5 a 10%), conforme classificação do Plano Nacional de Recursos Hídricos, 2006.

Tabela 6.7: Evolução da demanda de água na bacia do rio Cuiabá e descarga média da bacia, no período de 1997 a 2006. Unidades: m<sup>3</sup>/s e %.

Setor/Ano	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Residencial	0,90	0,87	0,99	1,00	1,05	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09
Comercial e de Serviços	0,12	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
Industrial	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,17	0,15	0,13
Irrigação	14,10	14,18	16,11	16,22	14,02	12,98	19,26	26,46	30,98	38,83
Dessedentação de Rebanhos	1,00	0,97	0,98	0,94	0,95	1,06	1,04	1,13	1,30	1,34
Total	16,21	16,22	18,30	18,39	16,26	15,36	21,63	28,98	33,65	41,52
Descarga Média da Bacia	398,6	300,5	375,5	203,5	236,5	433,7	483,3	483,3	483,3	483,3
%	4,07	5,40	4,87	9,04	6,87	3,54	4,47	6,00	6,96	8,59

Fonte: Elaboração própria mediante dados do IBGE (2007), SANECAP (2007), SNIS (2007), ANA (2007), FAO (2007) e FURNAS (2007).

Nota: As descargas médias da bacia foram obtidas de ANA (2007) e por estimativas para os anos de 2003 a 2006.

A demanda de irrigação corresponde a 93,5% da demanda total de água da bacia, enquanto que o setor residencial responde por 2,5% desse total. Nesse quadro, a atividade agrícola da região propiciou, em 2006, um consumo de água para irrigação da ordem de 6.300 m<sup>3</sup>/ha, valor aceitável pelo agronegócio mundial, que estima o ótimo entre 5.000 m<sup>3</sup>/ha/ano e 7.000 m<sup>3</sup>/ha/ano (REBOUÇAS, 2004).

Com relação à demanda para dessedentação animal, entretanto, no ano 2006 ela abasteceria a população da bacia com um consumo per capita de 132 litros/dia.

Mierzwa (2002, apud MIERZWA e HESPANHOL, 2005) propôs dois índices que ajudam a classificar uma região de acordo com seu potencial de conflitos pelo uso da água: o Índice de Comprometimento dos Recursos Hídricos (ICRH) e a Disponibilidade Específica de Água (DEA). Segundo esta metodologia e os resultados obtidos, a região da bacia do rio Cuiabá apresenta atualmente uma disponibilidade específica igual a 1.400 m<sup>3</sup>/ano.hab - um ICRH igual a 3, configurando uma situação de “comprometimento da capacidade de autodepuração dos corpos d’água e conflitos pelo uso”, lembrando que a água, como recurso, é dependente dos processos naturais para sua autodepuração, lentos, se comparados à produção de poluição (MIERZWA e HESPANHOL, 2005).

Através dos seus corpos d’água, a bacia do rio Cuiabá é responsável pelo abastecimento público de 70% do total de água destinada a essa finalidade. O rio Cuiabá atende a 95% do abastecimento público da capital e a 82% do de Várzea Grande (ENGEPOLI, 1999 apud LIBOS, 2002). 87,3% do suprimento da população é garantido pelos mananciais superficiais, e 12,7% pelas fontes subterrâneas (MECCA, 2002). Teixeira (1997) ressalta que as fontes de água ocorrem de forma difusa ao longo dos trechos dos rios, tornando difícil a quantificação de água que abastece os municípios de Rosário Oeste, Acorizal, Cuiabá e Santo Antônio do Leverger, além de toda a zona rural.

Durante três décadas, a Companhia de Saneamento do Estado de Mato Grosso foi a empresa responsável pelo abastecimento e esgotamento em todos os municípios do Estado. Com a sua extinção em dezembro de 2000, os sistemas foram transferidos para a gestão municipal, de acordo com a lei 9.433/97.

#### 6.4.1 Demandas de água nos setores da economia da bacia

##### Demandas dos setores residencial, comercial e industrial

Na inexistência de séries históricas completas de dados para os municípios, exceto Cuiabá, foram estimadas as participações na demanda total de água dos setores da economia de cada município, considerando-se também as características socioeconômicas analisadas na seção 6.2.2 e as entrevistas com técnicos da empresa SANECAP, em Cuiabá. Essas estimativas estão apresentadas no Apêndice 10.

Um procedimento foi adotado para ajuste das séries históricas (volumes medidos) apresentadas pelo SNIS, utilizando-se manejos estatísticos de escala regional, devido à baixa confiabilidade dos dados dessa fonte, de modo que se pudessem estimar os consumos e conseguir-se um modelo aproximado das demandas nos setores residencial, comercial e industrial, como mostra a Figura 6.4. Observa-se o predomínio do consumo residencial, cujo município de Cuiabá responde por 65% dessa demanda na região, sobre os consumos industrial e comercial.

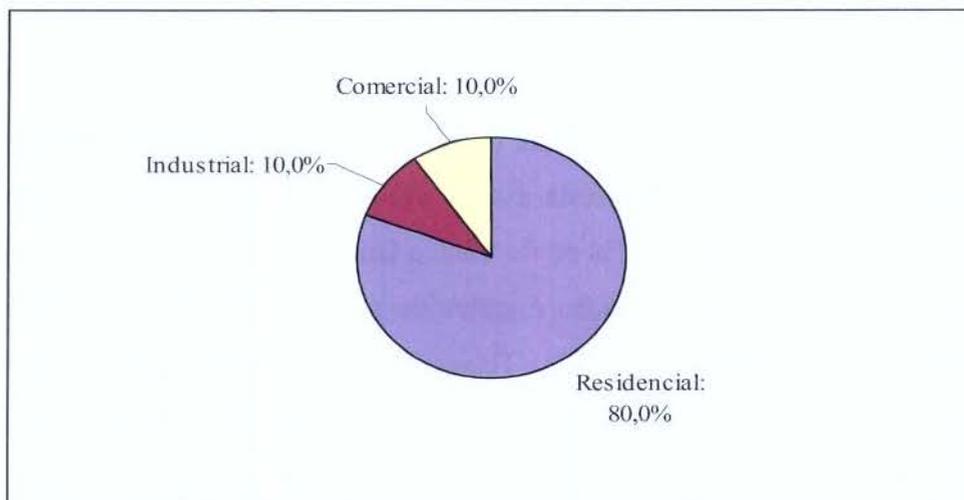
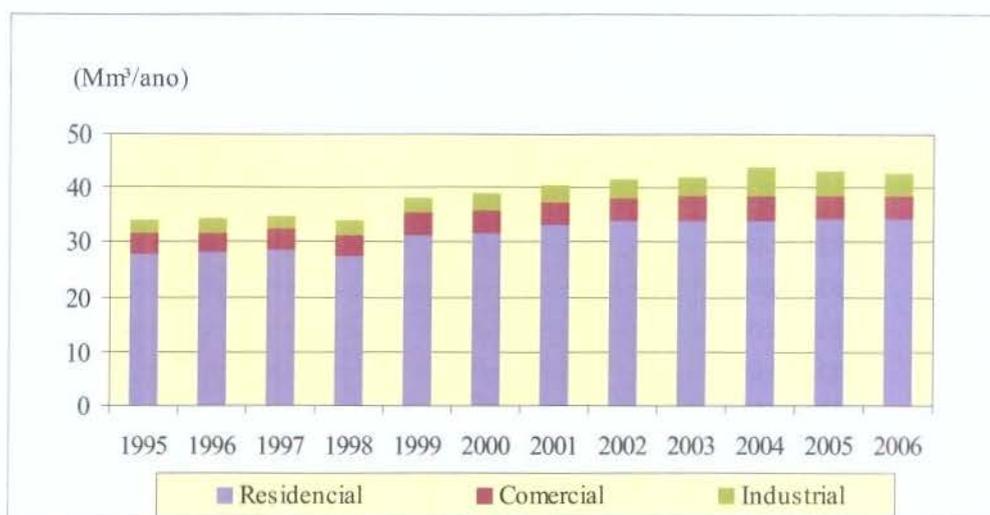


Figura 6.4: Estrutura de consumo de água dos setores residencial, comercial e industrial na região da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

A evolução do consumo de água na bacia mostra, através da Figura 6.5, que o setor industrial foi o que mais aumentou o consumo – 4,5% a.a. no período analisado, seguido do setor residencial que manteve uma taxa, no mesmo período, de 1,5% a.a. O Apêndice 11 apresenta os valores relativos às demandas totais dos três setores, de 1995 a 2006.



Fonte: Elaborada mediante dados de SANECAP (2008), SNIS (2008), e estimativas.

Figura 6.5: Evolução das demandas de água residencial, comercial e industrial da bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006.

O uso industrial está fortemente concentrado nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, cuja demanda conjunta representava, em 2002, 46,7% da demanda global das indústrias localizadas na bacia, conforme Shirashi (2003). Destaca-se o segmento de abatedouros, que participa com 37,5%, seguido do segmento agregado de alimentos e bebidas, com 22,5%, e de outras indústrias, com 20%. Destaca-se, ainda, a álcoolquímica, em Poconé, com 22,3% da demanda industrial global. Em termos de demanda da bacia, excluindo-se a agropecuária, o setor consumiu, em 2006, 10,4% do total. E também, excetuando a agropecuária, a demanda de água na bacia do rio Cuiabá tem crescido 1,9% a.a. conduzida pelas taxas do setor residencial e do setor industrial, além da do setor comercial, com 1,04% a.a.

### **Demandas do setor agropecuário: irrigação e dessedentação de animais**

As demandas de água para irrigação foram obtidas a partir dos valores médios das necessidades de água das culturas determinados pela FAO (1994), considerando-se os períodos vegetativos e rendimentos médios para obtenção de alta produção, e aplicados às áreas plantadas constantes das Pesquisas Agrícola Municipal e Pecuária Municipal do banco de dados agregados SIDRA do IBGE (2007), conforme descrito na metodologia no Capítulo 3.

Para a demanda de água destinada ao manejo de rebanhos foram utilizadas as estimativas da ANA (2007) para valores unitários de consumo diário de água por cabeça, obtendo-se o

volume de água consumido no processo por unidade de produção característica (nº de animais/ano). A Figura 6.6 mostra a evolução dos consumos totais do setor agropecuário nos municípios da bacia, no período de 1995 a 2006 .



Fonte: Elaborada mediante dados de IBGE, 2008.

Figura 6.6: Evolução da demanda de água para irrigação e dessedentação na bacia do rio Cuiabá, de 1995 a 2006.

Entre as atividades agropecuárias, o cultivo de lavouras temporárias responde por quase 100% da demanda de água. Conforme a Figura 6.6, a demanda de água para irrigação cresceu, no período de 1995 a 2006, 8,3% a.a. fruto de um aumento de 81% na área plantada de lavouras permanentes e temporárias (IBGE, 2007), o que representou, em 2006, 93,5% da água consumida na bacia.

A demanda para dessedentação tem aumentado à taxa de 3,3% a.a. no período analisado, conforme a Tabela 6.7, com um incremento de 15%, nos últimos dez anos, da ocupação do solo com rebanhos (IBGE, 2007). Em 2006, essa demanda contribuiu com 3,5% do total consumido na bacia.

## 6.5 DEMANDAS DE ÁGUA POR USOS FINAIS, POR SETOR DA ECONOMIA DA BACIA

Para efeito de apresentação e simplificação, limitou-se o estudo de caso a mostrar os resultados referentes à bacia como um todo (total dos municípios) e para dois municípios em

Apêndices: Cuiabá e Planalto da Serra, respectivamente o maior e o menor município, tanto em termos populacionais como em atividade econômica.

Com a falta de informações de posse de equipamentos e hábitos de usos para se construir as estruturas das demandas de água por usos finais nos setores residencial e comercial dos municípios, foram utilizadas as informações do Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água, Revisão 2004, do Ministério das Cidades, para a caracterização destes usos, em relação aos determinantes de participação de equipamentos, conforme consta no Capítulo 5. Para o setor industrial lançou-se mão das informações de Van Der Leeden, Troise e Todd (1990) constantes em Mierzwa e Hespanhol (2005), também como citado na Capítulo 4. Foi considerada a hipótese de penetração dos principais equipamentos de 100% nos usos finais. As estruturas das demandas de água nesses setores da economia foram analisadas no ano 2006 para a bacia como um todo e no Apêndice 11, no Apêndice 12 e no Apêndice 13 apresentam-se os resultados para os municípios de Cuiabá e Planalto da Serra.

Para o setor agropecuário, dividido em irrigação e dessedentação de animais, as participações foram estimadas em função das espécies cultivadas e dos tipos de rebanhos manejados e suas respectivas necessidades hídricas, conforme comentado no Capítulo 4 e na seção 6.3 deste capítulo.

### **6.5.1 Setor residencial**

A Figura 6.7 apresenta os resultados para o setor residencial, mostrando que o principal uso final é a lavanderia (máquinas de lavar roupa) com 24%, seguido do banho (chuveiros). A descarga de vasos sanitários é o terceiro uso final mais utilizado nas residências dos municípios da bacia.

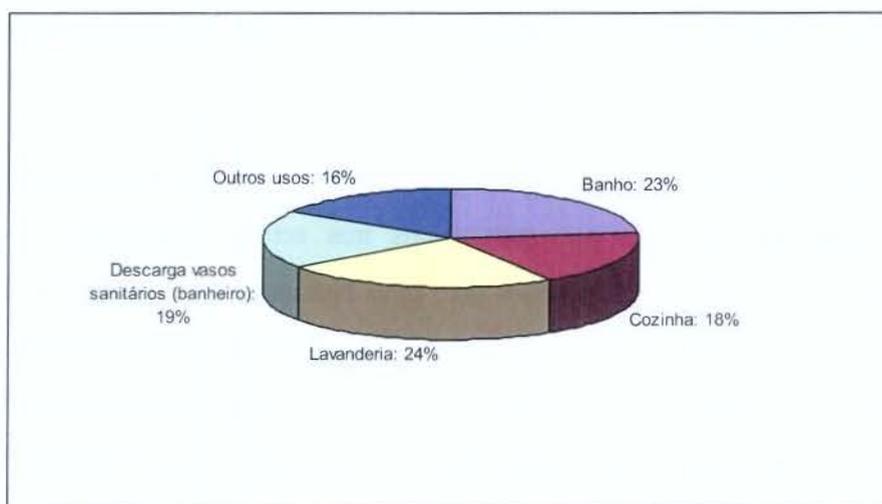


Figura 6.7: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

A Tabela 6.8 mostra a evolução do consumo de água no setor residencial da bacia, por usos finais. O consumo total de água do município de Cuiabá representa 65% do total da bacia e acompanhou o crescimento da população (2,2% a.a.) e do número de domicílios com abastecimento de água (3,3% a.a.) no período de 1995 a 2006. Esse aumento, especialmente relacionado a grandes condomínios de alto padrão em Cuiabá e, principalmente, na cidade vizinha de Chapada dos Guimarães, para veraneio, nos últimos seis anos, conduziu a um aumento de aparelhos utilizadores de água domésticos, elevando o consumo de água residencial na bacia.

Tabela 6.8: Consumos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.

Ano/Uso final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
1995	6.413.806	5.019.500	6.692.667	5.298.362	4.461.778
1996	6.460.738	5.056.230	6.741.639	5.337.131	4.494.426
1997	6.544.972	5.122.152	6.829.536	5.406.716	4.553.024
1998	6.342.898	4.964.007	6.618.676	5.239.785	4.412.451
1999	7.167.077	5.609.017	7.478.689	5.920.629	4.985.793
2000	7.259.217	5.681.127	7.574.835	5.996.745	5.049.890
2001	7.614.989	5.959.557	7.946.076	6.290.643	5.297.384
2002	7.791.924	6.098.028	8.130.703	6.436.807	5.420.469
2003	7.831.753	6.129.198	8.172.263	6.469.709	5.448.176
2004	7.851.785	6.144.875	8.193.167	6.486.257	5.462.112
2005	7.883.269	6.169.515	8.226.020	6.512.266	5.484.013
2006	7.927.046	6.203.775	8.271.700	6.548.429	5.514.467

Fonte: Elaborada mediante dados de SNIS, 2007 e SANECAP, 2007.

### 6.5.2 Setor comercial (comércio e serviços)

Os usos finais cozinha (preparação de comida, lavagem de utensílios) e banheiro (descargas de vasos sanitários) representam 50% da demanda deste setor e a outra metade - outros usos finais - representa a lavanderia, abluções, bebidas, lavagem de carros, jardins, calçadas etc.

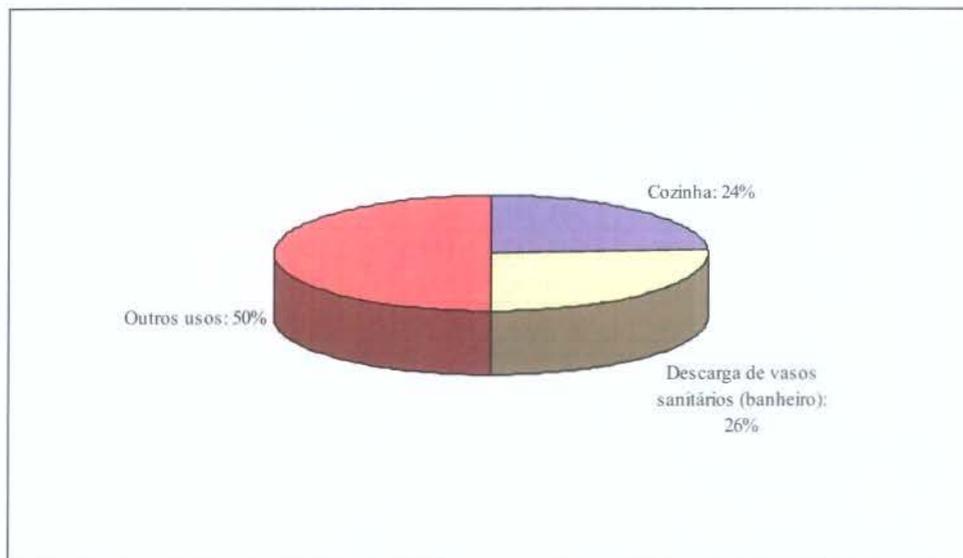


Figura 6.8: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor comercial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

De acordo com a Tabela 6.9, o consumo de água em equipamentos de cozinha tem diminuído gradativamente nos últimos quatro anos, após um ligeiro crescimento entre 1999 e 2002. Fato que pode ser explicado pela instabilidade do setor de serviços (restaurantes e lanchonetes) em Cuiabá nesse período. O comércio varejista – o que mais emprega – também manteve praticamente o mesmo nível de atividade entre 2002 e 2006, tal quais os segmentos de hotéis e hospitais que não apresentaram grandes aumentos do número de apartamentos e leitos, não alterando substancialmente a matriz de consumo nesse período.

Tabela 6.9: Consumos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
1995	879.747	953.059	1.832.805
1996	900.635	975.688	1.876.324
1997	923.006	999.923	1.922.928
1998	861.596	933.396	1.794.992
1999	996.725	1.079.786	2.076.511
2000	997.390	1.080.505	2.077.895
2001	1.044.793	1.131.859	2.176.652
2002	1.057.671	1.145.810	2.203.482
2003	1.041.746	1.128.558	2.170.303
2004	1.025.755	1.111.234	2.136.989
2005	1.010.382	1.094.581	2.104.963
2006	995.638	1.078.608	2.074.246

Fonte:Elaborada mediante dados de SNIS, 2007 e SANECAP, 2007.

### 6.5.3 Setor industrial

A água utilizada para resfriamento representa 60% da demanda de água da indústria da bacia e os processos de fabricação demandam 35%, conforme mostra a Figura 6.9. Os outros usos referem-se a lavagens de piso, limpeza, abluções etc.

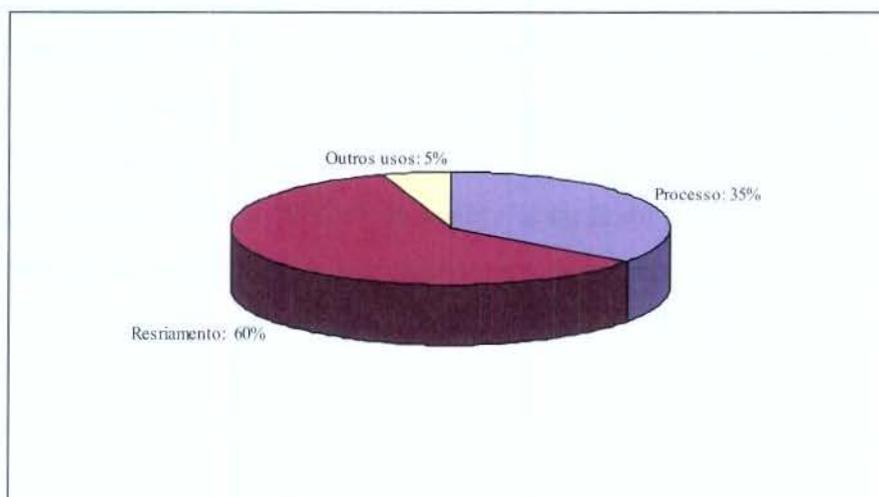


Figura 6.9: Estrutura de demanda de água, por usos finais, do setor industrial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

Na Tabela 6.10 são apresentadas as evoluções do consumo de água neste setor, no período de 1995 a 2006. Este consumo é devido à concentração de indústrias nos municípios de Cuiabá e

de Várzea Grande que, juntos, consomem 76% da água total da bacia para uso em fabricação e em equipamentos de resfriamento.

Tabela 6.10: Consumos de água, por usos finais, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.

Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
1995	843.228	1.445.533	120.461
1996	870.726	1.492.672	124.389
1997	899.645	1.542.248	128.521
1998	925.797	1.587.081	132.257
1999	1.045.662	1.792.563	149.380
2000	1.096.723	1.880.097	156.675
2001	1.065.532	1.826.627	152.219
2002	1.156.425	1.982.443	165.204
2003	1.255.588	2.152.436	179.370
2004	1.942.987	3.330.835	277.570
2005	1.656.875	2.840.357	236.696
2006	1.388.085	2.379.574	198.298

Fonte: Elaborada mediante dados de SNIS, 2007 e SANECAP, 2007.

#### 6.5.4 Irrigação

A Figura 6.10 mostra a distribuição de consumos finais de água referentes às diversas culturas temporárias e permanentes cultivadas na região da bacia. A demanda de água pela cultura da soja é majoritária (61%), seguida da demanda da cultura do milho. Entre os principais produtos agrícolas, a banana (único de cultivo permanente) é a que consome menos água de irrigação na bacia (1,8%).

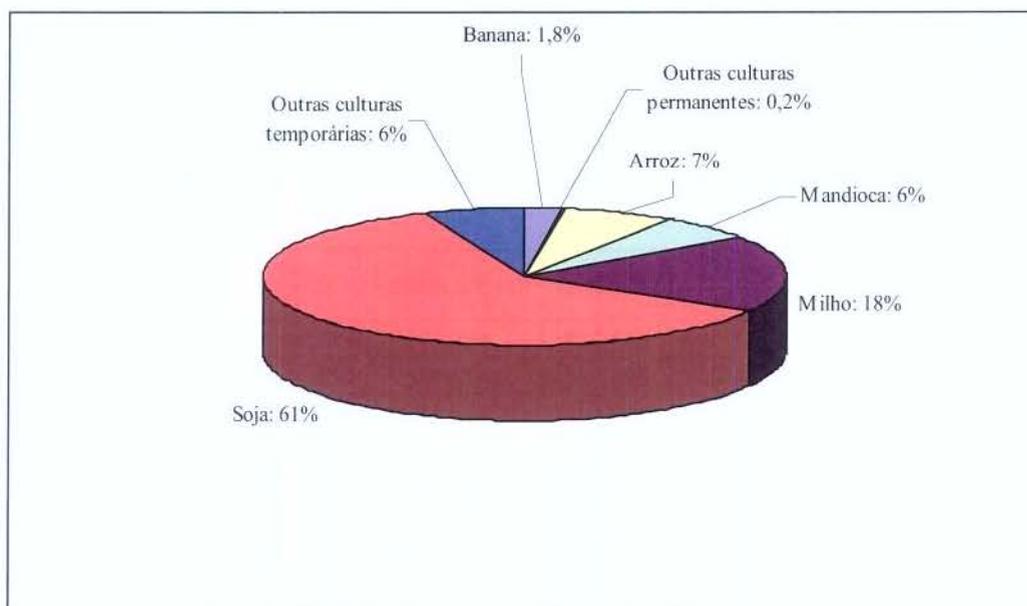


Figura 6.10: Estrutura de demanda de água para irrigação da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

Os consumos de água por tipo de cultivo são mostrados na Tabela 6.11. O avanço da área plantada de soja tem sido o principal responsável pela demanda de água no setor agrícola. O Apêndice 12 apresenta as demandas hídricas das espécies cultivadas nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

Tabela 6.11: Consumos de água para irrigação, por cultivos da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: Mil m<sup>3</sup>.

Ano/Cultivo	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
1995	56.270	2.849	117.374	79.275	86.769	96.600	36.401	475.537
1996	43.333	4.187	139.650	64.700	94.328	54.683	27.086	427.966
1997	44.030	3.406	128.835	69.175	102.843	68.281	28.155	444.725
1998	47.668	3.669	113.180	63.900	99.255	92.230	27.207	447.109
1999	49.810	3.779	178.600	79.125	73.593	90.683	32.514	508.104
2000	43.401	3.988	164.855	90.913	73.977	100.441	33.930	511.504
2001	42.211	4.310	95.330	84.738	68.179	115.575	31.830	442.171
2002	15.683	2.780	105.389	93.000	70.753	78.971	42.772	409.346
2003	37.111	3.487	72.828	94.188	116.838	213.952	68.860	607.262
2004	33.966	3.443	132.022	121.400	162.149	316.204	65.361	834.545
2005	30.923	3.266	106.013	92.800	191.380	482.247	70.373	977.002
2006	41.378	3.703	110.029	108.294	227.215	649.049	80.567	1.220.236

Fonte: Elaborada mediante dados da FAO, 1994; ANA, 2007 e IBGE, 2007.

Notas: (P) Cultivo permanente. (T) Cultivo temporário.

### 6.5.5 Dessedentação de animais

A demanda de água por tipo de rebanho está dividida em cinco principais espécies animais e o consumo destinado a outras espécies com menor representatividade econômica na região. A Figura 6.11 indica que o rebanho bovino consome 90% da demanda destinada à dessedentação seguida do rebanho suíno, com 7,5%; e outras espécies juntas consomem três vezes mais que os ovinos, caprinos e aves. O Apêndice 13 apresenta as necessidades hídricas das espécies manejadas nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

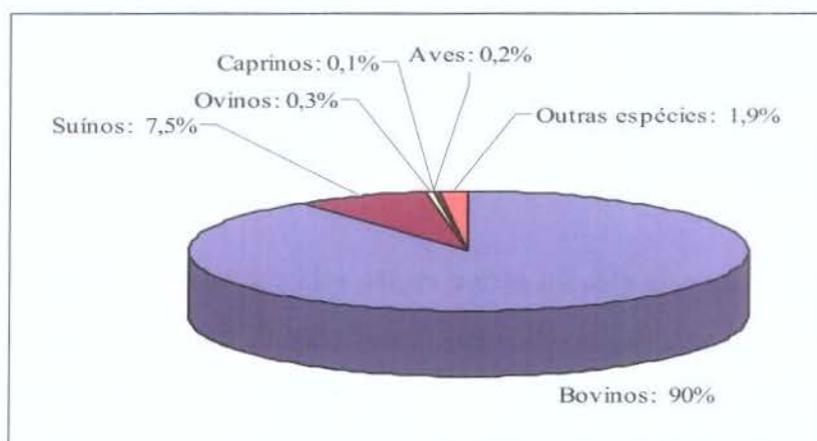


Figura 6.11: Estrutura de demanda de água para dessedentação de rebanhos da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

A Tabela 6.12 mostra o consumo de água para dessedentação, por espécie, na bacia, no período de 1995 a 2006. Este consumo apresenta um crescimento da ordem de 2,5% a.a. com um incremento nos rebanhos de bovinos na região de Poconé e Barão de Melgaço e de suínos, principalmente em Nova Brasilândia, Santo Antônio do Leverger, Nossa Senhora do Livramento e Rosário Oeste.

Tabela 6.12: Consumos de água para dessedentação animal, por espécie, na bacia, no período de 1995 a 2006. Unidade: Mil m<sup>3</sup>.

Ano/Espécie	Bovino	Suino	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
1995	26.702	3.836	16	21	198	856	31.630
1996	27.873	1.832	21	11	235	634	30.605
1997	27.936	1.940	22	12	243	656	30.808
1998	26.660	2.089	23	15	187	672	29.646
1999	26.963	2.049	24	17	172	667	29.892
2000	30.360	2.147	28	19	162	671	33.388
2001	29.697	2.210	30	20	160	683	32.799
2002	32.497	2.187	35	25	191	700	35.635
2003	37.730	2.304	38	26	165	691	40.953
2004	38.882	2.379	49	28	160	702	42.200
2005	39.730	2.698	80	32	157	717	43.415
2006	40.718	3.442	165	44	155	744	45.269

Fonte: Elaborada mediante informações da ANA, 2007 e IBGE, 2007.

## 6.6 O SETOR ENERGÉTICO DA BACIA DO RIO CUIABÁ

### 6.6.1 Suprimento

O suprimento de energia elétrica para a região está centralizado na subestação de Coxipó, no município de Cuiabá, para onde convergem duas linhas de transmissão nas tensões de 230 kV (uma em circuito duplo e uma em circuito simples) e uma de 138 kV (circuito simples), procedentes das usinas hidrelétricas de Cachoeira Dourada e Itumbiara, no Estado de Goiás. Uma nova linha em 500 kV iniciou sua operação em 2007, também interligada ao SIN (trecho entre Cuiabá – Cachoeira Dourada), flexibilizando ainda mais o sistema de transmissão Sul-Sudeste-Centro-Oeste e aumentando a segurança no suprimento da região. Destaca-se o suprimento de energia elétrica produzida pela usina hidrelétrica de Manso, 210 MW, localizada no município de Chapada dos Guimarães, pertencente à empresa concessionária Furnas. O atendimento ainda é suplementado por três unidades hidrelétricas, a saber: Alto Paraguai, Casca II e Casca III. A Usina Termelétrica Mário Covas, a gás natural, de propriedade da empresa Pantanal Energia, instalada em Cuiabá, só opera, atualmente, para complementação energética, de acordo com a política de gestão dos recursos eletroenergéticos do SIN.

A capacidade instalada de geração da região, em julho de 2005, totalizava 757,78 MW, sendo 227,5 MW de hidrelétricas; 529,2 MW da termelétrica operando com gás natural e 1,08 MW de uma termelétrica a Diesel (ELN, UFMT, 2005). A produção de energia primária e de energia secundária é mostrada na Tabela 6.13. A região demanda uma quantidade elevada de óleo

Diesel para atender, principalmente, a frota sempre crescente de ônibus que efetua o transporte da população no aglomerado urbano das duas principais cidades.

Tabela 6.13: Produção de energia primária e secundária na bacia, em 2005.

<b>Energia primária (GJ)</b>	
Energia hidráulica	2.621.062
Lenha	1.352.400
Caldo de cana	326.000
Bagaço de cana	515.001
Outras fontes	368.000
Total	5.182.463
<b>Energia secundária (GJ)</b>	
Eletricidade	7.268.632
Carvão vegetal	16.748
Alcool	343.334
Total	7.628.714

Fonte: BEEMT, 2006.

### **6.6.2 Estrutura de consumo final de energia, por setor da economia e principais energéticos consumidos na bacia**

Os setores de consumo de interesse deste trabalho são os do Balanço Energético de Mato Grosso e Mesorregiões (BEEMT, 2006): setores residencial, comercial (incluindo comércio e serviços), agropecuário, industrial e de transporte. De acordo com a estrutura do consumo final energético por setor, do BEEMT - 2006, o consumo total de energia na bacia, em 2005, correspondeu a 21% do consumo energético do Estado, sendo que, em relação ao consumo estadual de eletricidade, os setores residencial, industrial e comercial representavam 43%, 48% e 47%, respectivamente. O setor de transporte da bacia consome 45% do total dos energéticos consumidos pelo setor no estado.

Em relação ao ano de 2006, a estrutura mostrada pela Figura 6.12 indica que o setor de transporte apresentou consumo majoritário com 66,3% do total, seguido do setor residencial (16%), industrial (11%), comercial (6,3%) e agropecuário com 0,4%.

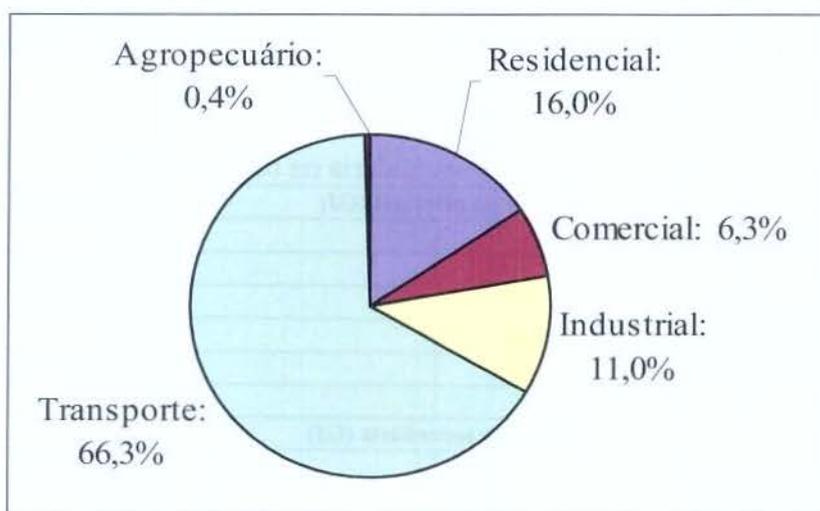


Figura 6.12: Estrutura de consumo final energético, por setor, da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

A Figura 6.13 mostra a evolução do consumo final energético da bacia, no período de 1995 a 2006. O setor transporte vem aumentando sua participação com uma taxa de 2,4% a.a. O setor residencial recuperou e dobrou a taxa de crescimento do consumo no período pós-crise energética (2002-2006), que era de 0,2% a.a. entre 1995 e 2000. O mesmo não aconteceu com o setor industrial que vem mantendo praticamente o nível de participação do ano 2000. O Apêndice 14 mostra os consumos finais energéticos totais da bacia, por setor, no período de 1995 a 2006. O Apêndice 14 mostra os consumos finais energéticos da bacia e de dois municípios entre os treze estudados: do município de Cuiabá, o maior, e do município de Planalto da Serra, o menor.

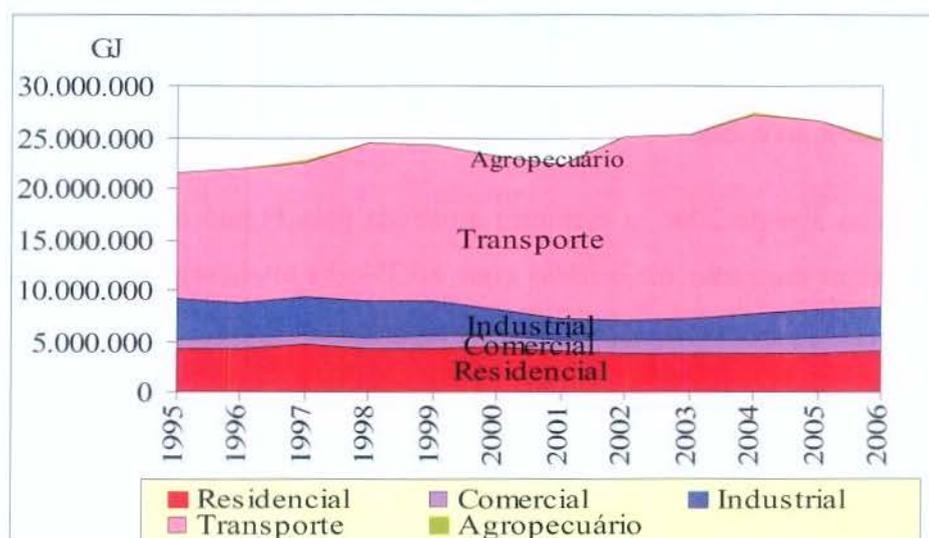


Figura 6.13: Evolução do consumo final de energia dos setores da economia da bacia do rio Cuiabá, por setor, no período 1995-2006.

Em relação aos principais energéticos consumidos na bacia, a Figura 6.14 mostra que o óleo Diesel lidera, representando, em 2006, 42,7% do consumo total, seguido da eletricidade, com 25,5% no mesmo ano. O óleo combustível vem participando menos na matriz, caindo a uma taxa de 50% a.a. nos últimos seis anos analisados. O carvão vem aumentando a sua participação a uma taxa de 9,2% a.a., enquanto que a lenha diminuiu pela metade a sua participação e o GLP manteve um crescimento de apenas 1,3% a.a. em todo o período analisado. O álcool diminuiu a sua participação até a metade do período em 27%, enquanto que a gasolina aumentou em 37%, invertendo-se a situação na metade seguinte: o álcool cresceu 41% e a gasolina cresceu somente 7%.

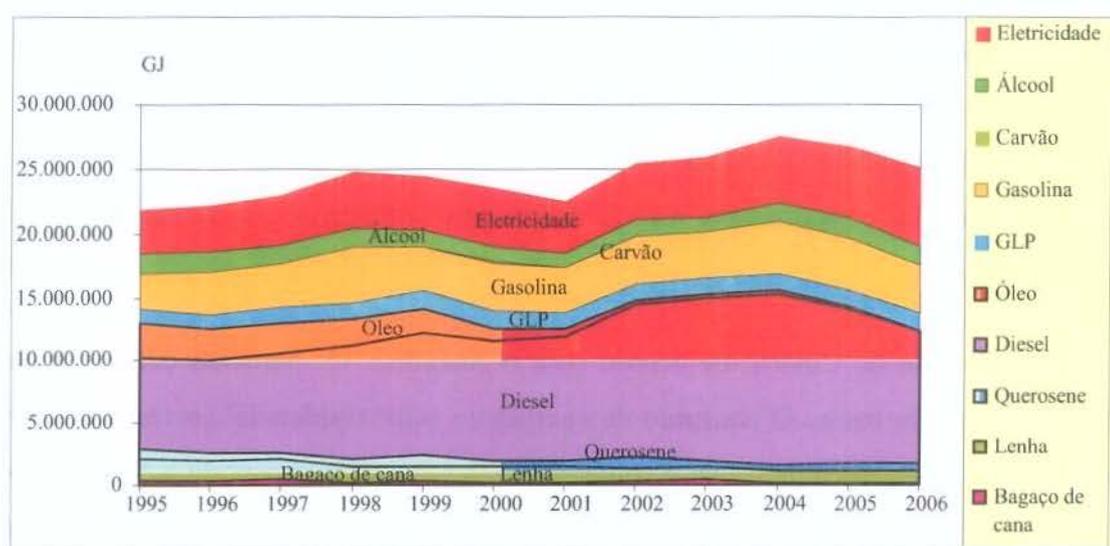


Figura 6.14: Evolução do consumo energético total, por energético, na bacia do rio Cuiabá, no período de 1995 a 2006.

### 6.6.3 Análise da estrutura de consumo final de energia, por usos finais desagregados, por setor da economia da bacia

Nesta seção, faz-se uma estimativa do consumo total de energia dos principais usos finais dos setores da economia da região da bacia. A identificação do consumo pelos microcomponentes da demanda requer o levantamento do estoque de aparelhos e sua distribuição entre as classes de consumidores, bem como a descrição da tipologia dos equipamentos, suas características técnicas e operacionais e os hábitos de uso.

Na falta de informações mais detalhadas e de recursos necessários a sua obtenção, através de pesquisas de campo, elaboração de curvas de carga e determinação da ocorrência do uso de cada equipamento, foram utilizadas, como referencial teórico e metodológico, as Pesquisas de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso Residencial – PPH Residencial (ELETROBRÁS, 2008), Ano base 2005 e Balanço de Energia Útil, 2004 (MME, 2007) para os setores comercial, industrial, agropecuário e de transporte, para estimarem-se as participações dos usos finais. Uma comparação da pesquisa feita na região Centro-Oeste, em concessionária de distribuição de energia elétrica de Mato Grosso, com a PPH-Residencial serviu de base para estimar-se o nível de penetração de equipamentos de uso final (Apêndice 15) nos setores da economia. No caso da região da bacia do rio Cuiabá foram consideradas as participações no consumo final na carga residencial, constantes para a região Centro-Oeste nas PPH's. Desse modo, a estrutura de consumo por setor, foi obtida por meio da aplicação do resultado final obtido da distribuição percentual do uso final ao consumo energético no ano 2006. No Apêndice 15 estão apresentadas as distribuições dos consumos por usos finais no setor residencial nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

O município de Cuiabá, de acordo com o Apêndice 15, participa com 57% do consumo energético total da bacia. O consumo de energia do setor residencial corresponde a 59,42% do consumo total energético da bacia, o comercial a 78,54%, o de transporte a 58,65% e o industrial a 32,36%. O setor de transporte predomina na matriz com 68% do consumo total do município, com um crescimento de 2,3% a.a. no período de 1995 a 2006. O setor residencial, com 16,5% de participação, vinha crescendo a uma taxa de 3% a.a. quando, em 2001, a crise energética fez diminuir este crescimento para uma taxa de 1,3% a.a. de 2001 a 2006. O mesmo aconteceu com o setor industrial cujo consumo mantinha uma média de 1.569.133 GJ no período 1995-2000, passando para 969.067 GJ, uma queda de 38%, no período pós-crise. Dinâmico nas atividades de comércio e serviços, este setor aumentou o consumo em 39% no período pós-crise energética e representa, em 2006, 8,7% do consumo total.

No município de Planalto da Serra, o consumo total energético do setor residencial, conforme o Apêndice 15, representa 50% do consumo total do município, e o industrial, 30%, com inexpressiva participação do setor comercial (2,4%) graças a uma baixa atividade econômica deste setor. Em relação à bacia o consumo total energético corresponde a 0,16%.

## Setor residencial da bacia

A Figura 6.15 apresenta a estrutura de consumo de energia final para o setor residencial, indicando que o uso majoritário é o calor de processo, com 48%, seguido da refrigeração com 15% e o aquecimento direto com 13%.

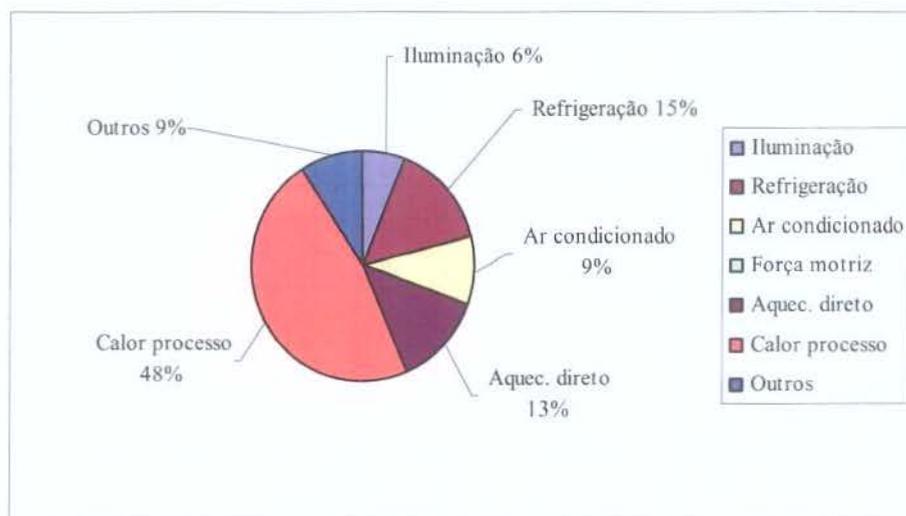


Figura 6.15: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor residencial da bacia, em 2006.

A Tabela 6.14 apresenta os consumos de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos verificados no setor residencial no período de 1995 a 2006. O uso de eletricidade predomina no setor residencial apresentando uma evolução de 2,2% a.a., consumo liderado pelo uso final iluminação, seguido da refrigeração. Embora o fator climático seja importante determinante da demanda de eletricidade no setor residencial, o aspecto socioeconômico é preponderante para aquisição de aparelhos de condicionamento, representando apenas 2,2% do consumo total. Outros equipamentos como climatizadores e ventiladores, de menor consumo energético, atendem à demanda por conforto térmico das residências da região (inclusos em outros usos).

Tabela 6.14: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Usos finais	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros
1995	595.798	437.239	35.460	336.081	197.036
1996	650.390	477.302	38.709	366.876	215.090
1997	735.562	539.808	43.778	414.920	243.258
1998	787.980	578.276	46.898	444.488	260.593
1999	781.308	573.379	46.500	440.725	258.386
2000	787.579	577.982	46.874	444.263	260.460
2001	672.715	493.686	40.037	379.469	222.473
2002	693.931	509.256	41.300	391.437	229.490
2003	692.591	508.272	41.220	390.681	229.047
2004	694.697	509.818	41.346	391.869	229.743
2005	730.810	536.321	43.495	412.240	241.686
2006	768.858	564.243	45.759	433.702	254.269

Fonte: BEEMT, 2006 e CEMAT, 2007.

No uso final calor de processo, utilizado quase exclusivamente para cocção de alimentos, como mostra a Tabela 6.15, o GLP mantém uma participação majoritária, praticamente constante, acompanhado pela lenha, que o complementa nas residências, cuja participação diminuiu no período, de 57,8% em 1995 para 32% em 2006. O comportamento desses energéticos denota uma mudança de hábitos na população na região, preparando alimentos em menor proporção nos domicílios.

Tabela 6.15: Consumo final energético verificado no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Energético	Carvão	GLP	Lenha
1995	18.690	1.133.553	1.575.613
1996	20.843	1.250.738	1.324.954
1997	22.774	1.266.951	1.311.467
1998	24.802	1.244.989	928.283
1999	26.926	1.284.196	929.422
2000	29.186	1.273.090	962.144
2001	31.201	1.245.843	854.810
2002	33.960	1.249.163	701.591
2003	37.850	1.249.199	669.805
2004	42.440	1.212.892	639.747
2005	47.752	1.205.577	636.490
2006	53.792	1.211.508	604.563

Fonte: ANP, 2007; IBGE, 2007.

## Setor comercial da bacia

No setor comercial, considera-se a eletricidade o mais importante energético. O principal uso final é a iluminação com 41%, seguido do condicionamento de ar com 26%. Os usos finais refrigeração e força motriz participam com 21% e 8,6%, respectivamente, conforme a Figura 6.16. A participação do calor de processo (utilizando GLP, lenha e carvão) é devida ao consumo do setor nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, sendo muito pequena nos demais municípios da bacia. Os “outros” usos referem-se ao consumo de eletricidade em diversos pequenos aparelhos.

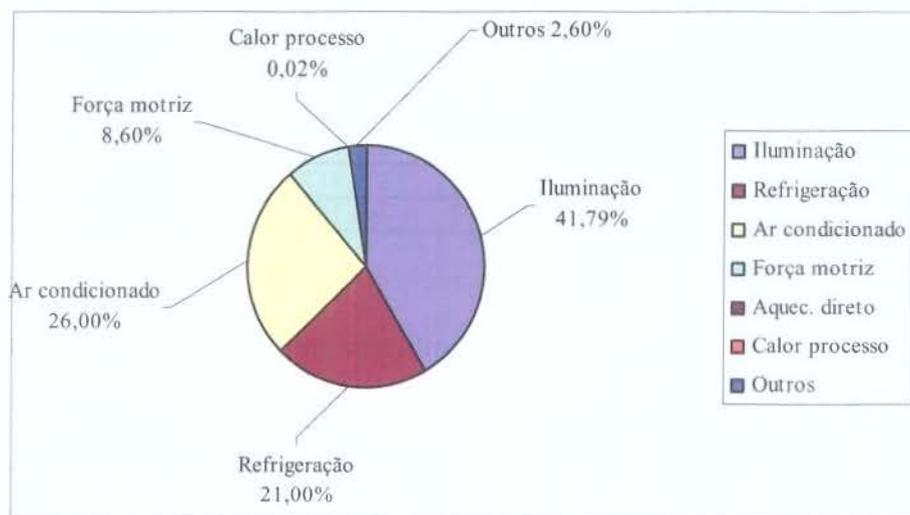


Figura 6.16: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor comercial da bacia, em 2006.

A Tabela 6.16 mostra os consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, aquecimento direto e força motriz, no setor comercial da bacia, no período de 1995 a 2006. Este consumo ocorre quase que totalmente na região de Cuiabá, cujo setor comercial tem alto grau de dependência deste energético para atendimento de suas necessidades, com um consumo crescente de 5,4% a.a., liderado pelos usos finais iluminação e ar condicionado. Os investimentos no setor de shoppings, área alugadas a lojistas, galerias, comércio atacadista, o qual cresceu 100% entre 2001 e 2003, expansão dos serviços de transportes (também cresceu 100% nesse período), instituições financeiras, construção e restaurantes têm sido responsáveis pelo aumento das atividades (SEPLAN, 2004) e de usos finais energéticos no setor, principalmente iluminação, conforto térmico e força motriz. No restante dos municípios da bacia, o setor, embora

frágil, apresentou um aumento no número de estabelecimentos de 83% entre 2001 e 2003 e cancelamentos de firmas da ordem de apenas 2%, em 2003 (JUCEMAT apud SEPLAN, 2006).

Tabela 6.16: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e força motriz, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Usos finais	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
1995	349.259	175.465	217.242	71.857
1996	372.086	186.933	231.441	76.554
1997	423.901	212.964	263.670	87.214
1998	459.389	230.794	285.744	94.515
1999	474.022	238.145	294.846	97.526
2000	500.029	251.211	311.023	102.877
2001	466.220	234.225	289.993	95.921
2002	487.022	244.676	302.932	100.201
2003	512.156	257.303	318.566	105.372
2004	544.643	273.624	338.773	112.056
2005	596.159	299.506	370.817	122.655
2006	652.967	328.045	406.152	134.342

Fonte: BEEMT, 2006 e CEMAT, 2006.

No uso final calor de processo, o GLP é utilizado em pequena escala nos restaurantes e pensões do interior, para cocção (SUPERGASBRÁS, 2006). Dominante neste uso final no setor, este energético apresenta uma taxa de crescimento negativa acentuada de 8,6% a.a. entre 1999 e 2006<sup>27</sup> (Tabela 6.17). Em Cuiabá, o consumo para cocção concentra-se em restaurantes, hotéis, bares e lanchonetes, em botijões; um estudo comparativo de empresas constituídas e extintas em Cuiabá entre 2000 e 2002, mostra que 25% das firmas canceladas eram de serviços que incluíam fornecimento de refeições, segmento em recuperação, acompanhando todo o setor que teve apenas 31 estabelecimentos em 2003, contra 422, em 2001 (JUCEMAT, apud SEPLAN, 2006).

<sup>27</sup> Provavelmente, estes dados estejam subestimados pela fonte.

Tabela 6.17: Consumo final energético de GLP verificado no uso final calor de processo, no setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

1995	4.450
1996	3.839
1997	2.254
1998	1.256
1999	518
2000	274
2001	273
2002	200
2003	178
2004	149
2005	125
2006	251

Fonte: ANP, 2007.

Os outros usos finais do setor comercial são mostrados na Tabela 6.18 e correspondem a equipamentos utilizadores de eletricidade e motores a combustão que foram utilizados, principalmente, no período da crise energética e permaneceram em operação nos horários de pico da demanda durante alguns anos. No período analisado, a eletricidade cresceu 5,4% a.a.

Tabela 6.18: Consumo final energético verificado no uso final “outros usos” do setor comercial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Energético	Eletricidade	Óleo combustível
1995	21.724	0
1996	23.144	0
1997	26.367	0
1998	28.574	0
1999	29.485	0
2000	31.102	0
2001	28.999	0
2002	30.293	1.121
2003	31.857	24.904
2004	33.877	28.432
2005	37.082	17.413
2006	40.615	0

Fonte: BEEMT, 2006, CEMAT, 2007 e ANP, 2007.

### Setor industrial da bacia

A Figura 6.17 apresenta a estrutura do consumo energético por usos finais do setor industrial da bacia. A força motriz é o uso final que mais contribui na matriz, com 47%. O aquecimento direto também tem participação significativa, com 38% do consumo total.

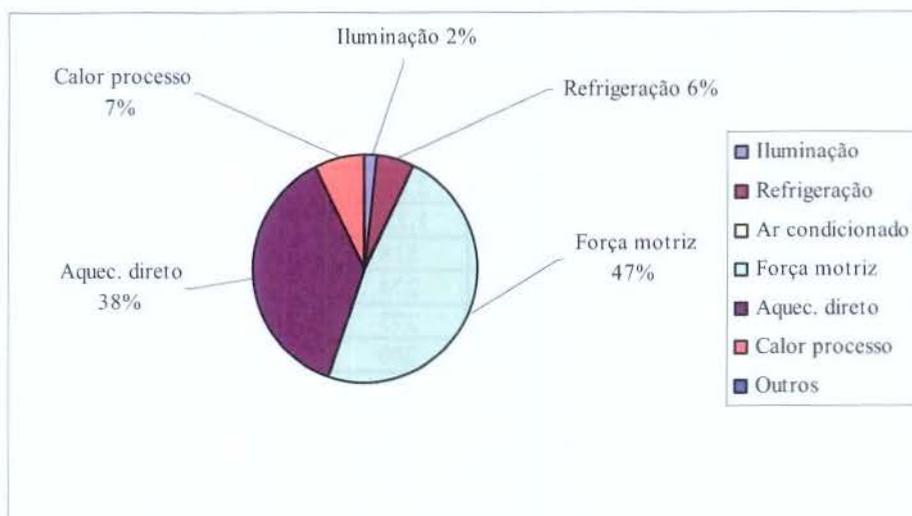


Figura 6.17: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor industrial da bacia, em 2006.

Os consumos de eletricidade pelos usos finais iluminação e refrigeração estão apresentados na Tabela 6.19, na qual o uso final refrigeração representa 78%, tendo crescido a uma taxa de 13,5% a.a. no período pós-crise energética (2003).

Tabela 6.19: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Uso final	Iluminação	Refrigeração
1995	17.104	59.865
1996	17.051	59.677
1997	18.999	66.497
1998	20.237	70.831
1999	20.649	72.270
2000	22.452	78.583
2001	22.558	78.953
2002	25.950	90.826
2003	28.450	99.573
2004	39.085	136.799
2005	42.802	149.807
2006	47.146	165.011

Fonte: BEEMT, 2006 e EMAT, 2007.

A Tabela 6.20 apresenta o consumo final energético verificado no uso final força motriz do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006, incluindo, nos últimos anos, uma supremacia da eletricidade, utilizada por motores elétricos. Esse consumo vem crescendo em função da instalação de novas indústrias no Distrito Industrial de Cuiabá e no de Várzea Grande e fora deles. Os segmentos de alimentos e bebidas (havia 302 plantas em 2003, e as maiores

automatizadas como a AmBev, Kaiser), da madeira, do mobiliário e outros produtos da madeira, de material de transporte e metalurgia foram os que mais contribuíram para a expansão do setor (SEPLAN, 2004). Nos demais municípios da bacia, as indústrias de alimentos e bebidas, a mineração, tanto de produção de metais não-ferrosos, como de água mineral, areia e cascalho, calcáreo, ferro, manganês e ouro foram responsáveis pelo maior consumo de eletricidade em seus motores. A participação de motores elétricos neste uso final cresceu 7% no período 2003-2006, passando de 93% para 99,6%. O GLP, por sua vez, vem ganhando espaço, embora pequeno, em máquinas de transporte interno, tendo participado com 0,0013% em 1995 e com 0,06% em 2006.

Tabela 6.20: Consumo final energético verificado no uso final força motriz, no setor industrial da bacia, de 1995 a 2006.

Ano/Energético	Eletricidade	GLP	Óleo combustível
1995	496.023	13	431.809
1996	494.470	10	372.128
1997	550.975	13	381.181
1998	586.886	17	349.030
1999	598.809	267	316.879
2000	651.112	624	168.162
2001	654.185	737	103.044
2002	752.557	844	51.740
2003	825.037	844	49.145
2004	1.133.476	640	45.284
2005	1.241.255	727	25.340
2006	1.367.232	814	4.277

Fonte: BEEMT, 2006, CEMAT, 2007 e ANP, 2007.

O uso final aquecimento direto apresenta, conforme a Tabela 6.21, entre os principais energéticos consumidos, a eletricidade, a lenha, o GLP e o óleo combustível, utilizados em grande parte em fornos e secadores. A oferta de eletricidade na região influenciou fortemente a participação deste energético na indústria, que apresentou um crescimento de 65% entre 2001 e 2006, substituindo, principalmente, o óleo combustível. A expansão e modernização com equipamentos mais eficientes tem propiciado esta evolução, aumentando a participação do GLP de 0,12% em 1995 para 9% em 2006, e fazendo caber à lenha de reflorestamento importante papel também no atual mix de consumo no aquecimento direto.

Tabela 6.21: Consumo final energético verificado no uso final aquecimento direto do setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Energético	Eletricidade	GLP	Óleo combustível	Lenha
1995	282.220	1.631	833.365	191.610
1996	281.336	1.246	718.184	170.251
1997	313.486	1.556	735.655	175.062
1998	333.918	2.110	673.605	190.946
1999	340.702	32.428	611.556	191.717
2000	370.460	75.817	324.542	197.369
2001	372.209	89.640	198.868	207.146
2002	428.179	102.647	99.855	207.840
2003	469.417	102.647	94.847	197.040
2004	644.909	77.866	87.394	187.886
2005	706.231	88.332	48.904	211.177
2006	777.908	99.008	8.253	202.941

Fonte: BEEMT, 2006; CEMAT, 2007, ANP, 2007 e IBGE, 2007.

A Tabela 6.22 mostra o consumo final energético no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006. Há uma forte substituição do óleo combustível pela lenha a uma taxa de 18% a.a. conduzida, principalmente pelos segmentos de alimentos e bebidas, cerâmico e produtos de metal que representam boa parte do consumo energético desse uso final.

Tabela 6.22: Consumo final energético verificado no uso final calor de processo do setor industrial da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Energético	GLP	Óleo	Lenha
1995	272	1.485.204	117.438
1996	208	1.279.931	104.347
1997	260	1.311.068	107.296
1998	352	1.200.484	117.031
1999	5.411	1.089.901	117.504
2000	12.651	578.392	120.968
2001	14.958	354.419	126.961
2002	17.128	177.959	127.386
2003	17.128	169.034	120.766
2004	12.993	155.752	115.156
2005	14.739	87.156	129.431
2006	16.521	14.709	124.383

Fonte: BEEMT, 2006; ANP, 2007 e IBGE, 2007.

## Setor de transporte da bacia

O setor de transporte apresenta a força motriz, como principal uso final, com 100% de participação na matriz em todos os municípios da bacia. A Tabela 6.23 apresenta o consumo final energético nesse uso final, no período de 1995 a 2006. A região apresenta um elevado consumo de combustíveis líquidos, notadamente de óleo Diesel, em sua frota de caminhões e ônibus. Neste modal rodoviário, o consumo de óleo Diesel apresentou variações ao longo do período, crescendo, e apresentando uma queda em 2006. O consumo de gasolina cresceu a 0,33% a.a. entre 2006, enquanto que o consumo de álcool cresceu a 3,1% a.a. graças ao aumento da frota de veículos leves “flex fuel”. No modal aéreo, o consumo de querosene mantém-se estável nos últimos anos em decorrência do não abastecimento de grandes aeronaves na região.

Tabela 6.23: Consumo final energético verificado no uso final força motriz do setor de transporte da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/ Energético	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene
1995	1.670.697	2.769.118	7.250.679	740.417
1996	1.710.203	3.261.062	7.518.872	595.067
1997	1.413.790	3.393.494	8.011.067	545.138
1998	1.499.691	4.401.511	8.943.099	689.581
1999	1.223.296	3.484.199	9.666.384	984.236
2000	1.221.377	3.804.288	9.494.165	506.119
2001	1.061.872	3.503.245	9.852.269	541.790
2002	1.282.884	3.692.572	12.055.445	967.109
2003	1.169.415	3.532.860	12.952.048	399.639
2004	1.433.731	4.079.433	13.622.980	452.808
2005	1.580.954	4.017.573	12.319.224	536.857
2006	1.493.509	3.754.323	10.641.470	569.041

Fonte: BEEMT, 2006 e ANP, 2007.

## Setor agropecuário da bacia

A eletricidade é o principal energético do setor agropecuário considerado neste trabalho e utilizado em praticamente todos os usos finais do setor na bacia. Entre os principais usos finais do setor agropecuário, a força motriz responde por 85% do consumo final energético, e a refrigeração por 10%, de acordo com a Figura 6.18.

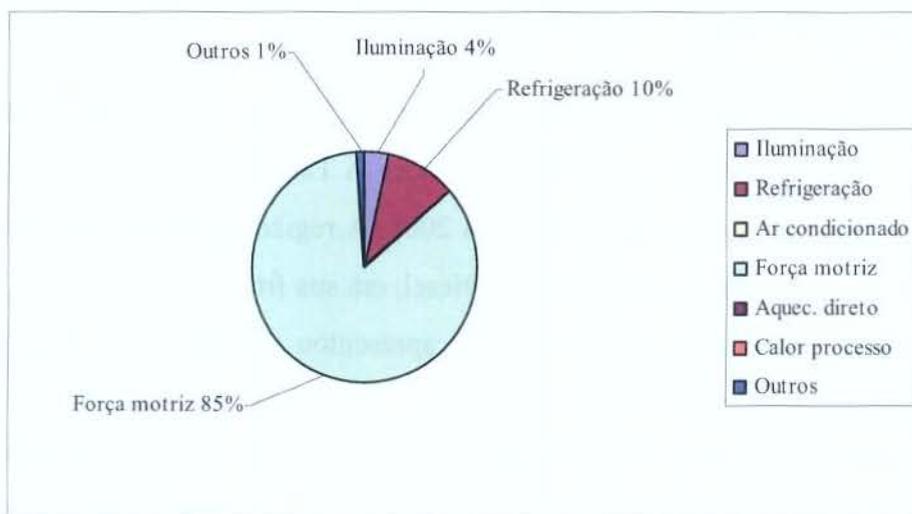


Figura 6.18: Estrutura do consumo de energia final por usos finais no setor agropecuário da bacia, em 2006.

Com a expansão das redes de distribuição no meio rural ocorreu uma taxa de crescimento, no período analisado, de 10,3% a.a., conforme a Tabela 6.24. Os Programas Luz no Campo e agora Luz para Todos passaram a atender um maior número de propriedades que, por sua vez, aumentaram a mecanização e as áreas irrigadas, e intensificaram as tarefas utilizando processos elétricos.

Tabela 6.24: Consumos de eletricidade verificados nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e “outros usos” do setor agropecuário da bacia, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.

Ano/Uso final	Iluminação	Refrigeração	Força motriz	Outros usos
1995	987	2.669	22.711	320
1996	1.220	3.298	28.068	396
1997	1.465	3.958	33.687	475
1998	1.511	4.083	34.750	490
1999	1.733	4.683	39.851	562
2000	2.238	6.048	51.470	726
2001	2.342	6.329	53.857	759
2002	2.900	7.837	66.691	940
2003	3.532	9.545	81.228	1.145
2004	3.685	9.959	84.753	1.195
2005	3.818	10.318	87.808	1.238
2006	4.005	10.825	92.124	1.299

Fonte: BEEMT, 2006; CEMAT, 2007.

Do Apêndice 16 ao Apêndice 22 mostram-se as evoluções das demandas de energia, por usos finais, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

## 6.7 POTENCIAIS ENERGÉTICOS DA BACIA

A Tabela 6.25 apresenta as estimativas de alguns potenciais energéticos da Bacia, considerando-se as claras oportunidades de aproveitamento no curto e médio prazos, tanto para a produção de eletricidade com um maior uso de geração descentralizada, como a utilização da gordura bovina para produção de biodiesel e a redução de perdas no sistema.

Tabela 6.25: Estimativas de Potenciais Energéticos da Bacia do Rio Cuiabá, ano 2006 Unidade: 10<sup>3</sup> tEP/ano

Potenciais	Energia Hidráulica (MW)	Bagaço de cana	Palhas e Pontas	Biodiesel de gordura bovina (1)	Gás Natural	Conservação de Energia Elétrica (GWh/ano)
Bacia	118,2	7,1	1,7	8,4	217,5	96,2
Mato Grosso	4.067,5	193,1	80,9	38,8	217,5	212,4

Fonte: Adaptada de Eletronorte/UFMT, 2005 e Dorileo, 2006 (1).

## 6.8 OS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA BACIA DO RIO CUIABÁ: UMA ANÁLISE RETROSPECTIVA

Dois programas de eficiência energética implementados em Mato Grosso na atual década fazem parte de iniciativas do governo federal: os Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PACDEE) da ANEEL e o Programa de Eficientização de Sistemas Motrizes da ELETROBRÁS/PROCEL.

Os projetos de eficiência energética (PEE's) analisados no âmbito dos PACDEE's da ANEEL compreendem os períodos relativos aos ciclos de 2000/2001 a 2006/2007, executados pela concessionária de energia elétrica local, a REDE CEMAT.

Em relação ao Programa de Eficientização de Sistemas Motrizes implementado, no âmbito do PROCEL, pela Federação das Indústrias no Estado de Mato Grosso – FIEMT, não foi possível realizar a análise em razão da indisponibilidade de dados e informações e negativas de acesso a eles por parte da FIEMT e da ELETROBRÁS.

No primeiro caso, obteve-se uma relação histórica de PEE's junto ao Departamento de Recuperação de Energia da Coordenação de Eficiência Energética da concessionária, contendo o nome do projeto, a quantidade de energia economizada e a demanda evitada, sem se obter nada

em relação aos consumidores atendidos e valores investidos. Uma nova busca foi realizada na Agência de Regulação de Serviços Públicos Delegados – AGER-MT com o objetivo de resgatar e complementar as informações faltantes, referentes aos projetos pesquisados. Mas surtiu pouco efeito tendo em vista a pouca disponibilidade de resultados de quatro ciclos, com informações financeiras dos projetos. No sítio eletrônico da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL não há registros suficientes sobre tais projetos.

### **6.8.1 Assimetria de informações entre Concessionária e Agências Reguladoras**

Os PEE's relativos aos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PACDEE deveriam ser organizados sistematicamente pela ANEEL, por concessionária e por tipo de projeto, acompanhado de um sumário descritivo contendo as principais informações por meio de uma estrutura dinâmica, monitorada continuamente, revista e atualizada.

Com atividades de gerenciamento destes projetos centralizados na cidade de São Paulo, SP, na sede da empresa, a concessionária REDE CEMAT não mantém sítio acessível e organizado de informações relativas aos seus projetos, quando deveria ser esta a fonte e guardiã das informações, permitindo fácil consulta e avaliação dos participantes-interessados, bem como auxiliando a AGER e a ANEEL na formação do banco de dados.

A agência reguladora local – AGER – tem-se esforçado, entretanto, para formar seu próprio banco de dados de energia elétrica no Estado. Por meio de realização de atividades de fiscalização periódica, nem sempre em anos sucessivos, do serviço de eletricidade na área de concessão da REDE CEMAT, o órgão tem obtido informações mais detalhadas a respeito dos projetos de eficiência energética, tornando-os públicos, e apresentando-os sob a forma de Constatações em seus Relatórios Finais de Fiscalização. Os resultados mais recentes disponibilizados pela agência apresentam informações dos ciclos 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2006/2007.

### **6.8.2 Projetos de eficiência energética desenvolvidos sob supervisão da ANEEL na região da bacia do rio Cuiabá**

A avaliação dos PEE's na região da bacia do rio Cuiabá foi realizada através da determinação dos resultados dos projetos em termos de energia economizada e demanda evitada ao longo dos ciclos 2000/2001 até 2005/2006. Uma vez que os projetos relacionados não apresentavam o local em que cada um dos programas foi implementado e a energia economizada e a demanda evitada desagregadas por município, foi utilizada a metodologia desenvolvida na tese de doutorado de Leite (2006), adaptando-a aos dados disponíveis, com o objetivo de se determinar, com a maior precisão possível, os resultados dos projetos na região em estudo. A metodologia usada neste trabalho compreende as seguintes etapas:

1. Listagem e seleção de todos os municípios pertencentes à bacia do rio Cuiabá.
2. Mediante os dados de consumo de energia elétrica de cada município, determina-se a relação do mercado da empresa na região da bacia, em relação ao seu mercado total.
3. Listagem, para cada ciclo e tipo de projeto, dos resultados obtidos onde os projetos foram desenvolvidos.
4. Aplicação dos percentuais obtidos nos resultados totais dos vários tipos de projetos de eficiência energética, obtendo-se, assim, estimativas de seus efeitos na região de estudo.

Os projetos possuem características diversas e são executadas ações, de acordo com as necessidades, em vários setores. Os relatórios da concessionária e da agência de regulação local não apresentam os métodos de avaliação das instalações elétricas e dos equipamentos dos consumidores, mas relacionam algumas destas ações executadas pelos PEE's, conforme a Tabela 6.26.

Tabela 6.26: Ações executadas pelos projetos de eficiência energética, no âmbito do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, pela concessionária REDE CEMAT, em Mato Grosso, em diversos setores.

Setor	Ação
Iluminação pública	Troca de lâmpadas a vapor de mercúrio por lâmpadas a vapor de sódio; troca de reatores eletromagnéticos de baixo fator de potência por de alto fator de potência; troca de bases de relés e de relés por bases novas e relés eletrônicos
Indústria	Substituição de motores convencionais por motores de alto rendimento
Comércio, Serviços e Prédios Públicos	Substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas; lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 W e 40 W por 16 W e 32 W, respectivamente; substituição de reatores eletromagnéticos por reatores eletrônicos de menos perdas; substituição de aparelhos de ar condicionado, instalando-se CLP's, sistemas supervisórios para controle de horário; troca de refrigeradores, fridges por equipamentos novos de alto rendimento que possuem o selo PROCEL/INMETRO
Hospital	Além dos itens anteriores, substituem-se auto-claves ineficientes (processamento de 1h30min) por equipamentos de processamento até 1 hora

Fonte: REDE CEMAT e AGER, 2008.

A estratégia usada pela empresa concessionária para eleger os consumidores contemplados com projetos de eficiência energética segue alguns critérios:

1. Os consumidores interessados devem formalizar a solicitação de sua inclusão através de carta à concessionária.
2. Se a unidade consumidora estiver incluída no segmento de aplicação de recursos de PEE, de acordo com a estratégia da empresa, ela será atendida, seguindo a data cronológica das solicitações.

Para projetos de atendimento às comunidades de baixa renda, a seleção é feita após a realização, por empresa especializada, de um diagnóstico da situação socioeconômica da família. Uma vez classificada de acordo com o Critério Brasil<sup>28</sup> (classes A,B,C,D,E), a unidade consumidora escolhida deve ainda satisfazer aos seguintes requisitos:

1. Ser comprovadamente de baixa renda, sendo escolhidas as mais carentes.
2. Possuir geladeira velha, com baixo rendimento energético.
3. Possuir lâmpadas incandescentes compactas.
4. Apresentar consumo médio mensal entre 80 kWh e 220 kWh.

<sup>28</sup> Critério de Classificação Econômica Brasil ou Critério Brasil, é um sistema criado pela ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa - que visa avaliar o poder de compra de grupos de consumidores, classificando-os em classes econômicas, de acordo com a posse de bens e não com base na renda familiar. É utilizado, principalmente, para ações de marketing do setor de comércio e de serviços.

Nesses casos, a concessionária efetua a troca da geladeira velha (com consumo entre 45 e 150 kWh/mês) por uma geladeira nova, com volume interno de 286 litros e consumo de aproximadamente 25 kWh/mês, independentemente do tamanho da velha. Além disso, cada residência recebe lâmpadas fluorescentes compactas de 20 W em substituição às incandescentes.

A Tabela 6.27 mostra os resultados para os projetos de eficiência energética nos municípios da bacia do rio Cuiabá, obtidos pela aplicação da metodologia proposta.

Tabela 6.27: Estimativa dos resultados dos projetos de eficiência energética na região da bacia do rio Cuiabá, sob supervisão da ANEEL, no período 2000 a 2006.

Projetos	Energia economizada (MWh)	Demanda evitada (MW)
Iluminação pública	5.492,73	1, 1877
Residencial (refrigeradores e lâmpada fluorescente compacta)	3.218,75	1,05
Industrial	2.786,66	0, 475
Comercial/Serviços <sup>1</sup>	1.776,41	1, 023
Serviço hospitalar	952,45	0, 556
Serviços públicos (saneamento)	71,64	0, 0306
Atendimento a comunidades de baixa renda	0,0	0,0
Total	14.298,64	4, 3183

<sup>1</sup> Incluem-se escolas, universidades, creches e instituições filantrópicas e prédios públicos.

Destaca-se na Tabela 6.27 uma boa participação de projetos que visam à melhoria dos sistemas de iluminação pública, resultando em 38,5% da energia economizada, seguidos dos projetos no setor residencial (22,5%), no setor industrial (19,5%) e no setor comercial e de serviços, com 12,5% da economia total obtida.

O consumo de eletricidade do setor residencial representa 37% do consumo total desse energético na bacia, ou 530.081,8 MWh/ano. A energia economizada, em média, por ano, com os projetos, entre 2000 e 2006, foi de 536,5 MWh, ou 0,1%. Há, portanto, nesse setor, uma boa oportunidade para conservação; e de acordo com a metodologia aplicada, vem-se diminuindo tanto a participação dos projetos, como a economia no setor residencial, que passou de 66% no ciclo 2000/2001 para 39,8% no ciclo 2005/2006, em relação ao total de energia conservada.

Em termos de demanda evitada, o setor comercial e de serviços sobressai-se, com 24% do total, graças às medidas implantadas em “shoppings centers”, com grande potência instalada, ficando abaixo somente da demanda evitada nos sistemas de iluminação pública – 27,5%.

Em relação aos investimentos previstos e realizados, entre os projetos mais significativos estão os do setor hospitalar com um montante realizado bem superior ao dos demais projetos, no período compreendido pelos ciclos 2002/2003 a 2004/2005 e o ciclo 2006/2007, conforme se verifica na Tabela 6.28.

Tabela 6.28: Comparação entre valores apropriados e realizados em projetos de eficiência energética da REDE CEMAT na região da bacia do rio Cuiabá, no âmbito do PACDEE, em ciclos com dados financeiros disponíveis.

Ciclo/Setor	Apropriado (R\$)	Realizado (R\$)	% ROL (Receita Operacional Líquida)
<b>2002/2003</b>			
Iluminação Pública	650.459,60	455.586,10	0,068
Residencial (refrigeradores e lâmpadas fluorescentes)	110.705,60	125.236,00	0,019
Industrial	106.838,98	12.539,07	0,002
Serviço Hospitalar	447.605,00	12.726,19	0,002
Saneamento	233.246,98	448.238,66	0,068
<b>Total</b>	<b>1.548.856,16</b>	<b>1.054.326,02</b>	<b>0,159</b>
<b>2003/2004</b>			
Iluminação Pública	573.087,50	415.726,23	Nd
Industrial	254.803,13	216.925,24	Nd
Comercial e Serviços	868.909,16	842.838,02	Nd
Serviço Hospitalar	472.294,96	308.027,88	Nd
<b>Total</b>	<b>2.169.094,75</b>	<b>1.783.517,37</b>	<b>Nd</b>
<b>2004/2005</b>			
Serviço Hospitalar	411.498,99	24.416,79*	0,0016
<b>Total</b>	<b>411.498,99</b>	<b>24.416,79</b>	<b>0,0016</b>
<b>2006/2007</b>			
Serviço Hospitalar	572.070,06	119.970,48**	0,0443
<b>Total</b>	<b>572.070,06</b>	<b>119.970,48</b>	<b>0,0443</b>

\* Projeto em atraso e valor realizado até 07/2006 (6%).

\*\* Valor realizado até 07/2007 (20,97%).

Os valores para iluminação pública, prédios públicos e para o setor residencial foram calculados por estimativas a partir do custo de energia economizada média (R\$ previsto ou realizado/MWh médio economizado no período 2000/2006).

Nd: Valor da ROL não disponível. Os valores a serem aplicados, por empresa distribuidora, em toda a região de concessão, são determinados por Despachos periódicos da ANEEL, de acordo com a Lei 10.848/2004 (0,25% da ROL). Os resíduos existentes dos ciclos são adicionados ao percentual a ser aplicado no ciclo seguinte.

Há um grande interesse da concessionária na aplicação de recursos em prédios públicos e no serviço hospitalar pela simplicidade das medidas e pelos bons níveis de retorno. Soma-se a estas medidas o gerenciamento da demanda com a implantação de sistemas de controle direto da carga, principalmente de iluminação e de aparelhos de ar condicionado. Os resultados para estes dois segmentos estão mostrados na Tabela 6.29.

Para os prédios públicos foram obtidas economias de energia acima do esperado (136%), e para o serviço hospitalar atingiram-se 81% do previsto, mas com uma demanda evitada maior.

Tabela 6.29: Estimativa de resultados de projetos de eficiência energética em prédios públicos e no serviço hospitalar da região da bacia do rio Cuiabá, sob supervisão da ANEEL, no período de 2000 a 2007.

Setor	Economia de Energia Prevista (MWh/ano)	Economia de Energia Realizada (MWh/ano)	Demanda Evitada (kW)
Prédios Públicos*	2.546,56	3.471,41	295,80
Serviço Hospitalar	3216,57**	2595,53***	816,31

\* Câmaras e Prefeituras Municipais, Universidades, Escolas, Creches, Instituições Filantrópicas, exceto Saneamento.

\*\* Na falta de informações das economias previstas nos projetos dos ciclos 2000/2001, 2001/2002, 2002/2003 e 2006/2007, considerou-se que a economia realizada atingiu 100% da prevista.

\*\*\* Até 2006.

## **Capítulo 7**

# **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PROJEÇÃO INTEGRADA DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUIABÁ**

## **7.1 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS VARIÁVEIS ENVOLVIDAS NAS PROJEÇÕES DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA**

A base de dados dos treze municípios da bacia que se construiu neste trabalho, como comentado no Capítulo 6, seção 6.4.1, compreende os dados de consumo de energia elétrica e consumo de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário, de combustíveis consumidos nesses setores, inclusive de transporte, PIB do Brasil, de Mato Grosso e dos municípios da bacia, dos valores adicionados dos setores comercial, industrial, transporte e agropecuário, número de residências, número de residências com ligações ativas de água (economias), população, número de empregados do setor comercial, área plantada e número de cabeças por tipo de rebanho no setor agropecuário.

As informações obtidas foram organizadas numa série histórica de 1995 a 2006, anos para os quais existem dados desagregados por segmentos de cinco grandes setores da economia: residencial, comercial (comércio e serviços), industrial, transporte e agropecuário.

Embora o fornecimento de gás natural só atenda, atualmente, à frota de veículos específica do município de Cuiabá, não se dispõe de dados sobre o consumo de gás natural para os municípios; parte porque muitos deles ainda não recebem este energético, por falta de redes de distribuição ou de mercado, parte porque a empresa de gás que atua na região não disponibiliza

tais informações. Não se possui também nenhuma informação sobre o consumo de resíduos combustíveis em geral para os municípios da bacia.

Como o objetivo é mostrar a aplicação da metodologia de projeção desenvolvida no Capítulo 4, por questões de simplificação da apresentação, ainda que as projeções tenham sido feitas para os treze municípios da região, limitou-se à apresentação dos resultados para os totais dos usos finais para a região da bacia, no corpo do texto, e para dois municípios, respectivamente, o maior em população e de demanda de energia mais significativa (57% do total) – Cuiabá, e o menor – Planalto da Serra (0,16% da demanda total), em Apêndices, citados ao longo das seções.

## **7.2 EVOLUÇÕES DO PIB DO BRASIL, DO ESTADO E DA BACIA E DOS VALORES ADICIONADOS DOS SETORES INDUSTRIAL, COMERCIAL, AGROPECUÁRIO E DE TRANSPORTE**

A Figura 7.1 ilustra as evoluções das taxas de crescimento dos PIB's do Estado de Mato Grosso e do Brasil, no período de 1996 a 2006<sup>29</sup> que serão utilizadas para as projeções dos PIB's da bacia e dos municípios. Pode-se observar que o PIB de Mato Grosso cresceu sistematicamente a taxas superiores às do PIB nacional no período 1996-2004, cuja taxa de crescimento nesse último ano foi de 16,4%. Enquanto o PIB do Brasil apresentou uma variação real, nesse período, de 32%, o do Estado cresceu 72%.

---

<sup>29</sup> Os novos procedimentos metodológicos decorrentes da revisão de cálculo das contas regionais, introduzidos pela Coordenação de Contas Nacionais do IBGE, modificaram e atualizaram a composição interna do PIB de todas as unidades da Federação, e foram utilizados neste trabalho. Essas mudanças permitem a construção de agregados macroeconômicos regionais que refletem as mudanças que se processam na economia, com atualizações sistemáticas. A nova série de contas regionais, com referência inicial o ano de 2002, passou a incorporar neste e nos anos seguintes novos dados que assumem intensidades diferenciadas em cada um dos Estados, provocando reduções ou aumentos de suas grandezas macroeconômicas, assim como reduções ou aumentos nas taxas de crescimento reais já divulgadas. Mais detalhes da metodologia no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

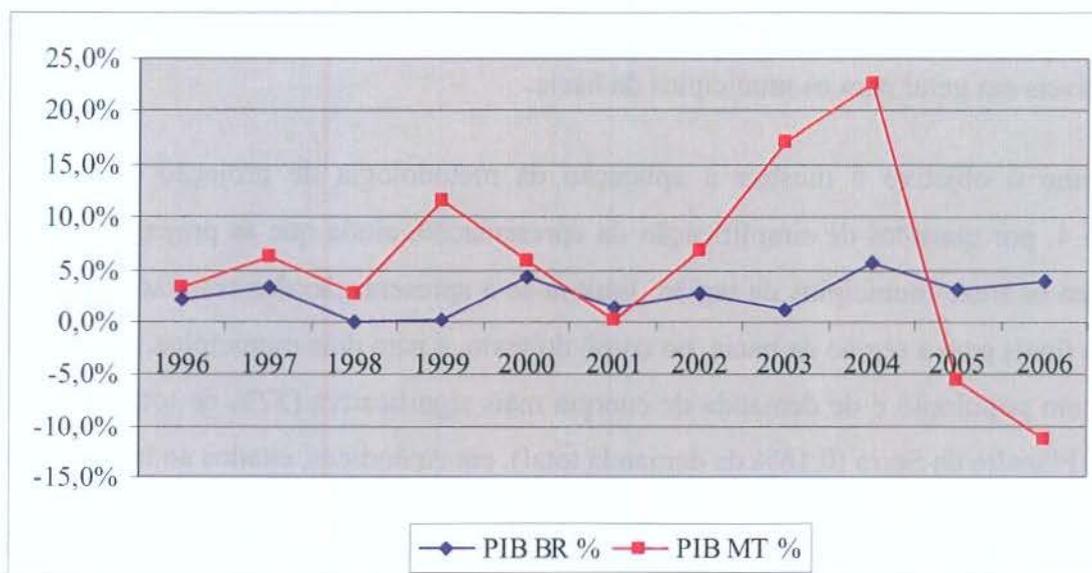


Figura 7.1: Variações reais das taxas de crescimento dos PIB's do Brasil e do Estado de Mato Grosso no período de 1996 a 2006.

O comportamento do PIB estadual nos anos 2005 e 2006 é explicado por um modesto crescimento, comparativamente ao ano de 2004, tendo o Estado passado por uma situação de crise (SEPLAN, 2009), fato que fez cair o PIB no ano 2006. A Figura 7.2 e o Apêndice 23 apresentam a evolução dos PIB's do Brasil e de Mato Grosso em valores deflacionados com base no ano de 2006.

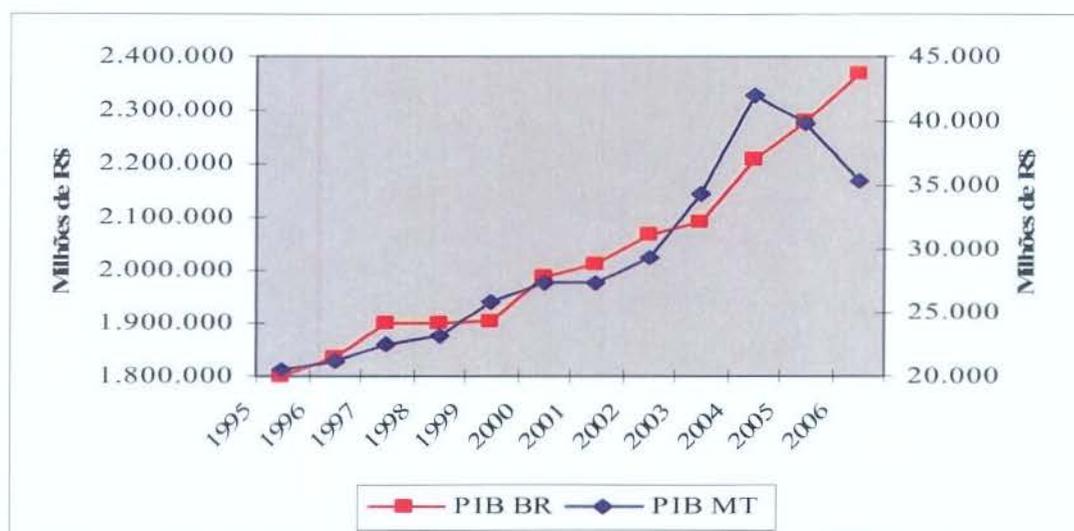


Figura 7.2: Evolução dos PIB's do Brasil e do Estado de Mato Grosso, em valores deflacionados (ano base 2006), no período de 1995 a 2006.

A Figura 7.3 mostra a evolução, de 1995 a 2006, da participação dos VA's dos setores comercial, industrial, de transporte e agropecuário, e também dos impostos, na composição do PIB da Bacia.

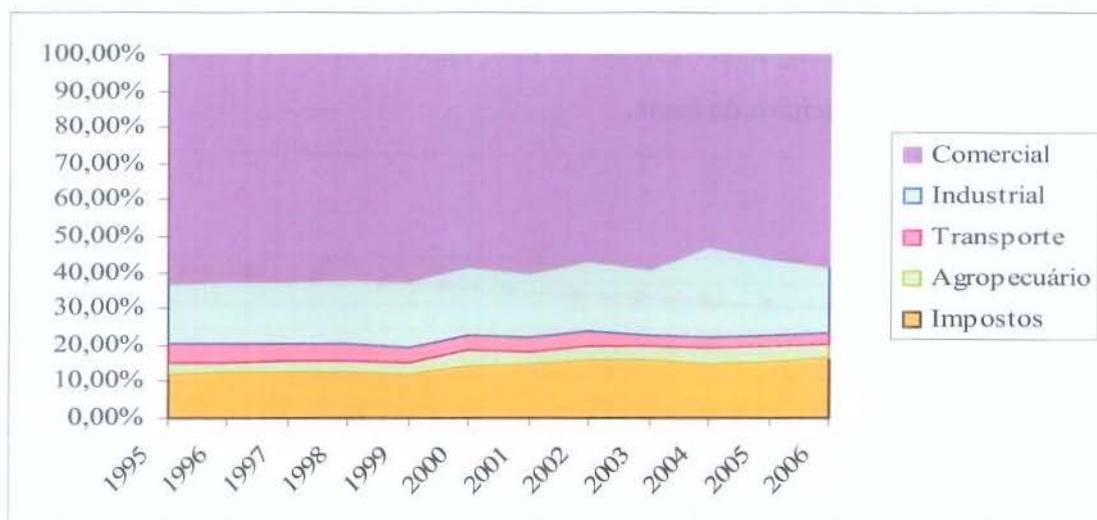


Figura 7.3: Participação relativa dos VA's setoriais e dos impostos no PIB do Estado de Mato Grosso, no período de 1995 a 2006.

A análise setorial mostra que a participação do VA do setor comercial (comércio e serviços) passou de 56% em 2005 para 58% em 2006, mantendo a média dos quatro anos anteriores (57%). O setor da agropecuária da bacia participa muito pouco na formação do PIB; em 2005 representou apenas 4,5%, diminuindo essa participação para 3,9% no ano de 2006. Este desempenho acompanhou a atividade agropecuária estadual, que, influenciada pela agricultura, apresentou declínio de 61% em 2005 em relação ao ano de 2004 (SEPLAN, 2009). A indústria, após uma participação média de 17,5% no período 1995-2001, aumentou essa participação no período seguinte até 2005 em 21%, apresentando, em seguida, um decréscimo no VA de 14%, em relação à média anterior, no ano 2006, passando a participar com 18,3%. Essa trajetória deve-se aos desempenhos produtivos dos segmentos das agroindústrias e de alimentos e bebidas. O VA do setor de transporte tem participado, em média, com 26% na formação do PIB da bacia, nos últimos quatro anos do período analisado.

O Apêndice 24 apresenta a evolução das participações dos VA's setoriais da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra nas composições dos PIB's total e municipais.

### 7.3 EVOLUÇÕES DA POPULAÇÃO, DO NÚMERO DE RESIDÊNCIAS, DE ECONOMIAS E DE EMPREGADOS DO SETOR COMERCIAL

A Figura 7.4 apresenta a evolução do número de residências, no período de 1995 a 2006, bem como do número de economias (residências com ligações ativas de água) e de empregados no setor comercial dos municípios da bacia.

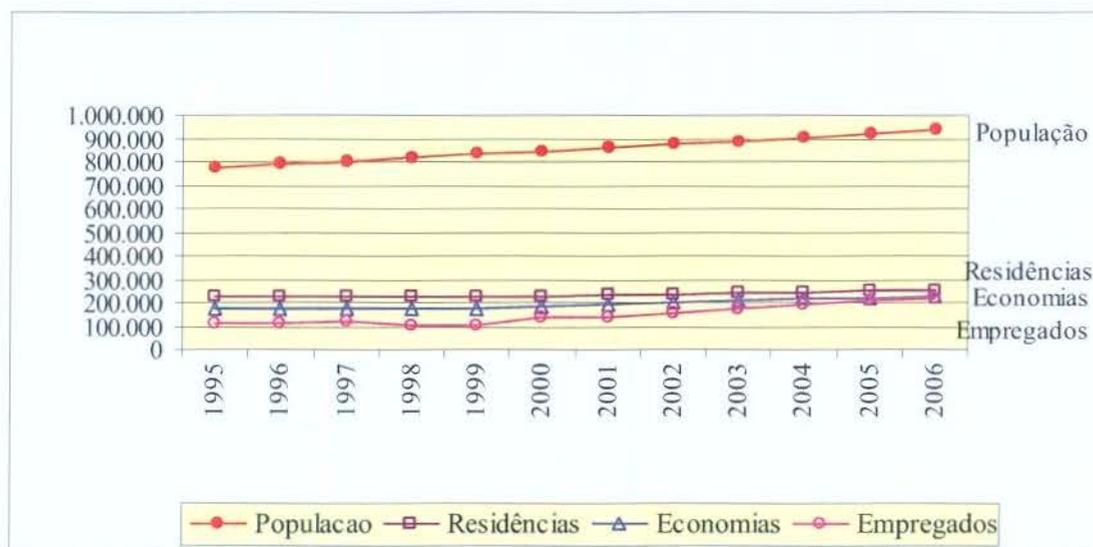


Figura 7.4: Evolução da população, do número de residências, de economias e de empregados do setor comercial da bacia, no período 1995-2006.

A análise da Figura 7.4 mostra que a população da bacia evoluiu, no período de dez anos, a uma taxa de 1,6% a.a., enquanto que o Estado de Mato Grosso vem apresentando um crescimento populacional anual da ordem de 1,89%. Segundo a estimativa do IBGE de 2006, os municípios de Cuiabá (1,25% a.a.) e de Várzea Grande (0,98% a.a.) impulsionaram o crescimento, enquanto que os demais municípios da região tiveram um crescimento modesto, diminuíram sua população ou estagnaram. A evolução da população da bacia e dos municípios foi apresentada no Capítulo 6.

Em relação ao número de residências ou domicílios nos municípios, observa-se, no período 1995-2006, um crescimento de 0,91% a.a. De acordo com o Apêndice 25 o município de Cuiabá possui 66% das residências da bacia, em 2006, e o município de Planalto da Serra, a menor - 0,3% do total. O Apêndice 25 apresenta a evolução histórica do número de residências e de economias na bacia.

É o setor comercial (comércio e serviços) o que mais contribui com a economia da bacia, garantindo uma trajetória crescente do emprego nessa atividade. De acordo com a Figura 7.3, o número de empregos no setor comercial, após um crescimento de 3,8% a.a. no período 1995-2000, vem crescendo ao dobro dessa taxa entre os municípios da bacia, no período 2001-2006. O Apêndice 26 apresenta a evolução do número de empregados no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no período 1995-2006.

#### **7.4 CONSUMOS ESPECÍFICOS E INTENSIDADES DE USO DA ÁGUA NOS SETORES RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL, POR USOS FINAIS**

Nesta seção são apresentadas as evoluções dos consumos específicos e das intensidades de uso da água (variáveis de nível do serviço de água exigido e de eficiência técnica a serem aplicadas nas projeções das demandas de água), por usos finais, calculados a partir dos dados de consumo de água por uso final apresentados na subseção 6.4.1 e na seção 6.5, do número de economias (residências com ligação ativa de água), do número de empregados (do setor de comércio e serviços) e dos valores adicionados (do setor industrial) apresentados neste Capítulo.

##### **Setor residencial**

A Figura 7.5 e o Apêndice 27 mostram que os maiores consumos específicos de água do setor residencial são a lavanderia (máquinas de lavar roupas) e o banho (chuveiros) e decresceram 8% no período 2002-2006. Os outros usos e os serviços executados por equipamentos de cozinha apresentaram os menores consumos específicos e a utilização de descarga de vasos sanitários apresentou um consumo específico da ordem de 30 m<sup>3</sup>/economia no ano de 2006. Estas grandezas vêm decrescendo muito pouco, acompanhando o crescimento do número de residências, mas com diminuição no número de pessoas por domicílio.

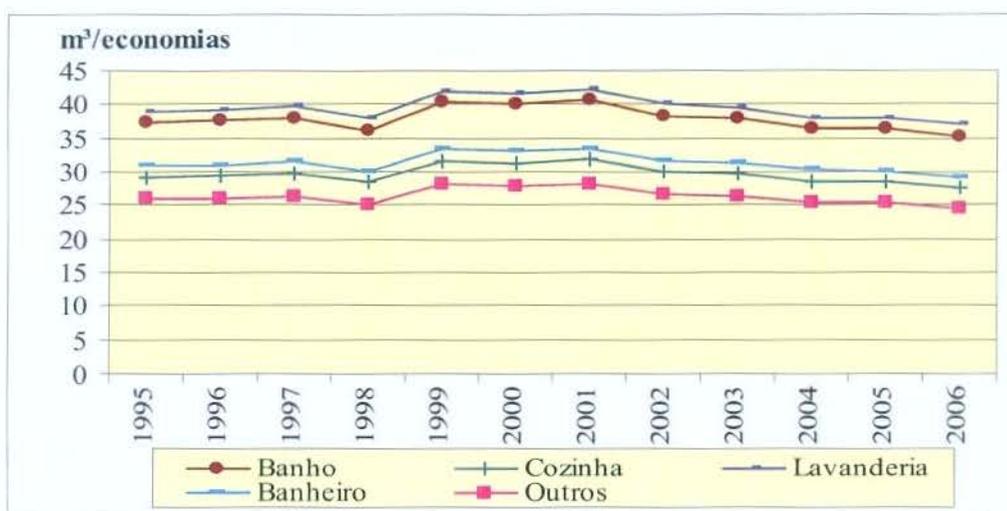


Figura 7.5: Evolução dos consumos específicos de água nos usos finais do setor residencial da bacia, no período de 1995 a 2006.

### Setor comercial

No setor comercial, para uma variação no consumo total de água de 6%, o aumento do número de empregados no período de 2002 a 2006, conduziu a uma redução do consumo específico de 33%, como se observa na Figura 7.6 e no Apêndice 28. Neste Apêndice estão as evoluções dos consumos específicos do setor para os municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

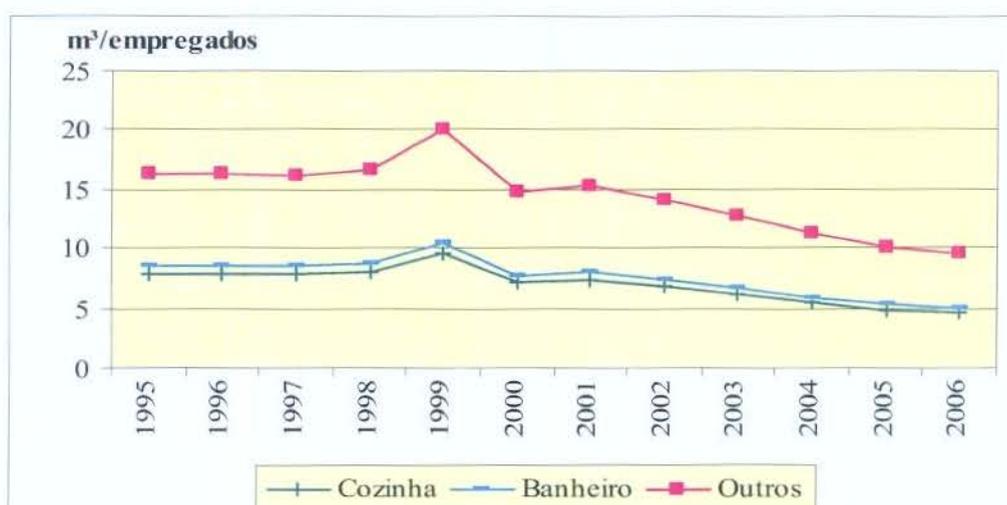


Figura 7.6: Evolução dos consumos específicos de água no usos finais do setor comercial da bacia, no período de 1995 a 2006.

## Setor industrial

A intensidade de uso da água no setor industrial é mostrada na Figura 7.7e no Apêndice 29. Esta intensidade oscilou muito pouco, de 1995 a 2006, em torno de 1,31 e 1,24 GJ/Mil R\$ para o uso final resfriamento e praticamente constante para o uso como matéria-prima nos processos (em média 0,74 GJ/Mil R\$).



Figura 7.7: Evolução das intensidades de uso da água no usos finais do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

## 7.5 CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO, POR CULTIVOS E PARA DESSEDENTAÇÃO E MANEJO DE REBANHOS, POR ESPÉCIE ANIMAL

Os consumos específicos de água para irrigação são os requerimentos de água das espécies para se obter uma produção ótima, conforme explicado no Capítulo 4 e calculadas a partir dos dados das necessidades individuais médias e da área cultivada. O Apêndice 6 e o Apêndice 7 mostram a evolução da área cultivada e a evolução dos rebanhos, por espécies, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. No Apêndice 12 e no Apêndice 13 encontram-se os valores das demandas de água necessárias para irrigação de áreas plantadas e para dessedentação animal. A Figura 7.8 e o Apêndice 30 apresentam estas grandezas para os cultivos temporários e permanentes. Entre as culturas irrigadas, a banana é o cultivo de maior necessidade específica de água, seguida de outras culturas temporárias. Os outros cultivos (temporários e permanentes) apresentam variações devido às escolhas de espécies por período e das suas distintas necessidades hídricas (Apêndice 4). O Apêndice 31 e o Apêndice 32 mostram as participações de cada espécie

cultivada e tipo de rebanho manejado na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no período de 1995 a 2006.

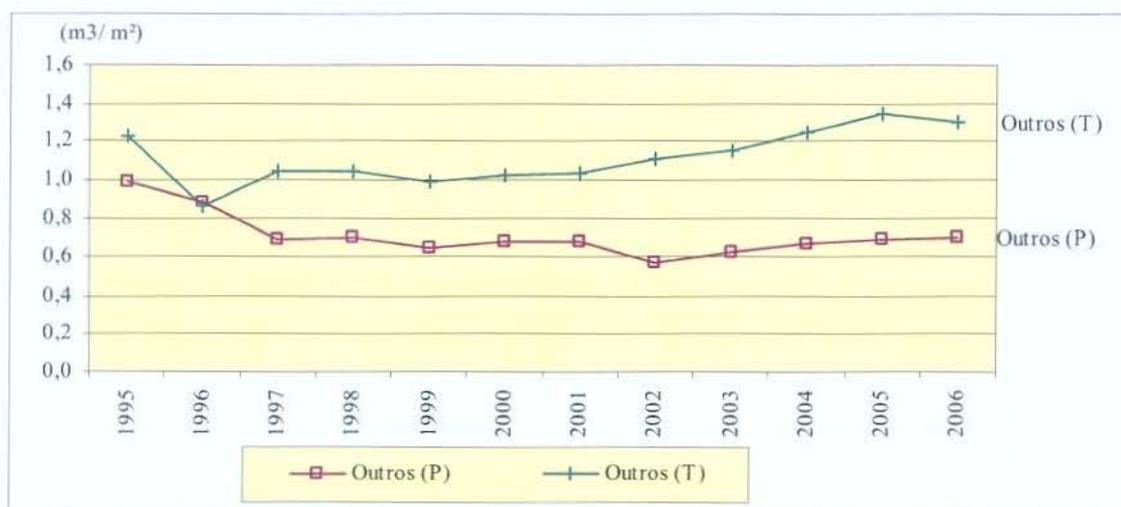


Figura 7.8: Consumos específicos de água de cultivos temporários (T) e permanentes (P) no setor agrícola da bacia.

Os consumos específicos para dessedentação animal são as próprias necessidades específicas individuais de cada espécie (Apêndice 4). A Tabela 7.1 apresenta os indicadores para as espécies manejadas na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

Tabela 7.1: Consumos específicos para dessedentação animal.

Espécie	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
m³/cabeça	18,3	36,5	1,5	2,6	0,15	14,6

## 7.6 CONSUMOS ESPECÍFICOS DE ENERGIA DOS SETORES RESIDENCIAL E COMERCIAL, E INTENSIDADES ENERGÉTICAS DOS SETORES INDUSTRIAL, DE TRANSPORTE E AGROPECUÁRIO DA BACIA, POR USOS FINAIS

Nesta seção discute-se a evolução dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais (variáveis de nível do serviço de energia exigido e de eficiência técnica a serem aplicadas nas projeções), por usos finais, calculados conforme discutido na metodologia (Seção 4.3.1 do Capítulo 4), a partir dos dados de consumo energético por uso final apresentados na seção 6.6, e do número de residências (consumidores de energia elétrica do setor residencial), do

número de empregados (do setor de comércio e serviços) e dos valores adicionados (dos setores industrial, de transporte e agropecuário) obtidos na seção 7.3.

A Tabela 7.2 apresenta, para a bacia, a evolução dos consumos específicos e intensidades energéticas no uso final iluminação dos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário, onde se observa que no setor residencial, após uma elevação no período 1996-2000, houve uma redução no período seguinte (2001) devido à crise energética, sem recuperação até o ano de 2006. O mesmo efeito foi sentido pelo setor comercial, que reduziu em 10% o consumo específico no período de 2001 a 2006. A amplitude média da variação da intensidade energética do setor industrial não ultrapassou 10% no período 1999-2004, mas vem apresentando ligeiro crescimento em razão de uma redução no valor adicionado nos últimos dois anos do período analisado.

Tabela 7.2: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final iluminação dos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia, no período 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)
1995	2,61	3,12	0,016	0,005
1996	2,86	3,23	0,015	0,006
1997	3,24	3,57	0,016	0,006
1998	3,46	4,27	0,016	0,006
1999	3,46	4,56	0,015	0,007
2000	3,45	3,57	0,015	0,007
2001	2,89	3,28	0,016	0,009
2002	2,93	3,13	0,017	0,01
2003	2,87	3,02	0,017	0,009
2004	2,83	2,86	0,015	0,008
2005	2,93	2,83	0,019	0,008
2006	3,03	2,98	0,025	0,01

Para facilitar a visualização das tendências verificadas nos consumos específicos de iluminação dos setores residencial e comercial, a Figura 7.9 mostra a evolução destas grandezas, no período de 1995 a 2006.

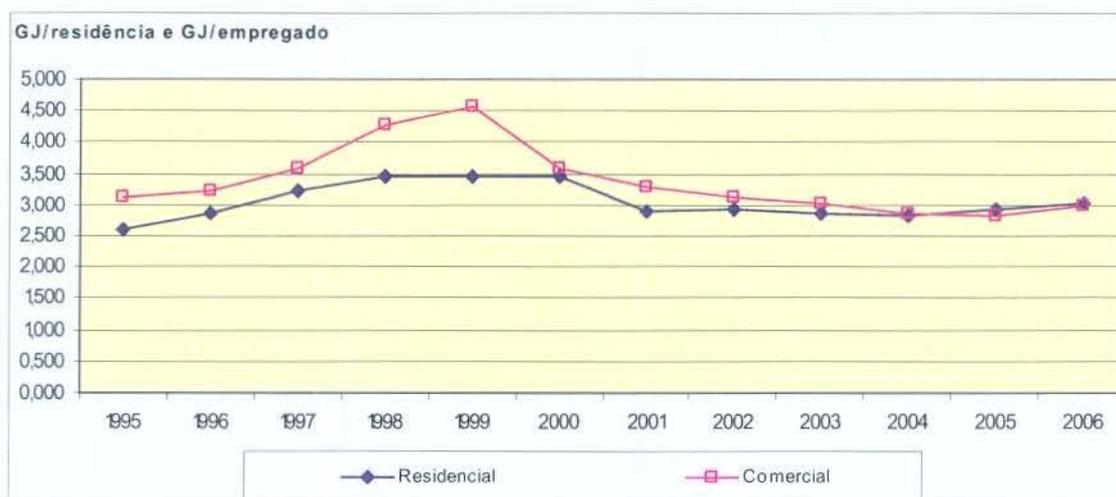


Figura 7.9: Evolução dos consumos específicos no uso final iluminação dos setores residencial e comercial da bacia, no período de 1995 a 2006.

A Tabela 7.3 sintetiza os consumos específicos e as intensidades energéticas obtidas para o uso final refrigeração nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário.

Tabela 7.3: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final refrigeração dos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil RS)	Agropecuário (GJ/Mil RS)
1995	1,92	1,57	0,05	0,01
1996	2,10	1,62	0,05	0,02
1997	2,38	1,80	0,06	0,02
1998	2,54	2,15	0,06	0,02
1999	2,54	2,29	0,05	0,02
2000	2,53	1,80	0,05	0,02
2001	2,12	1,65	0,06	0,02
2002	2,15	1,57	0,06	0,03
2003	2,11	1,57	0,06	0,03
2004	2,08	1,44	0,05	0,02
2005	2,15	1,42	0,07	0,02
2006	2,22	1,50	0,09	0,03

Verifica-se uma tendência de aumento no consumo específico residencial neste uso final, após o período 2001-2005, embora menor que no período 1995-2000, determinada por um crescimento no consumo de geladeiras e freezers nas residências no período 2001-2006. Um aumento do número de empregados no setor comercial (com uma elevação de 34% no consumo de eletricidade) determinou uma amplitude menor (5%) do consumo específico em 2006 em

relação ao ano de 2002. No setor industrial, com o aumento no consumo energético e redução no valor adicionado no período 2001-2006, a intensidade energética cresceu 17%.

Para o uso final ar condicionado, a Tabela 7.4 mostra que nos setores residencial e comercial os consumos específicos vêm oscilando muito pouco, no período após a crise energética de 2001, com amplitudes de 3,3% e 4,3%, respectivamente. O Apêndice 33, o Apêndice 34 e o Apêndice 35 apresentam os consumos específicos e as intensidades energéticas por energético para os setores residencial, comercial, industrial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

Tabela 7.4: Consumos específicos no uso final ar condicionado dos setores residencial e comercial da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)
1995	0,16	1,94
1996	0,17	2,09
1997	0,19	2,22
1998	0,21	2,66
1999	0,21	2,84
2000	0,21	2,22
2001	0,17	2,04
2002	0,17	1,95
2003	0,17	1,88
2004	0,17	1,78
2005	0,17	1,77
2006	0,18	1,86

De acordo com a Tabela 7.5, o consumo específico no uso final força motriz no setor comercial decresceu 15% no período 2001-2005, recuperando, em 2006 graças a um incremento no número de estabelecimentos, especialmente no município de Cuiabá, e conseqüentemente, ao aumento no consumo de eletricidade. A intensidade energética do setor industrial oscilou em torno de um valor médio de 0,64 GJ/Mil R\$, no período de 2000 a 2005, crescendo 12% desta média no ano 2006 devido a uma redução do valor adicionado do setor em 17%, em relação ao ano de 2005. Já no setor de transporte, após um crescimento da intensidade energética no período 2001-2004, uma redução do valor adicionado e uma redução no consumo total de combustíveis do setor determinaram uma diminuição nessa grandeza, da ordem de 25% entre os anos de 2005 e 2006. A intensidade energética do setor agropecuário apresenta uma tendência de aumento em razão da elevação do consumo energético e de redução do valor adicionado nos últimos anos da

análise. O Apêndice 36 mostra as grandezas para a bacia e para os municípios de Cuiabá, nos setores comercial, industrial, de transporte e agropecuário, nesse uso final, por energético.

Tabela 7.5: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final força motriz dos setores comercial, industrial, de transporte e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)	Transporte (GJ/Mil R\$)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)
1995	0,64	0,84	37,78	0,11
1996	0,66	0,76	40,14	0,13
1997	0,74	0,77	40,67	0,15
1998	0,88	0,75	47,96	0,15
1999	0,94	0,65	44,47	0,16
2000	0,74	0,56	45,73	0,16
2001	0,67	0,53	44,69	0,20
2002	0,64	0,52	64,27	0,22
2003	0,62	0,52	76,05	0,22
2004	0,59	0,44	73,09	0,18
2005	0,58	0,56	70,90	0,18
2006	0,61	0,73	53,22	0,23

Em relação ao uso final aquecimento direto, a Tabela 7.6 mostra que o consumo específico do setor residencial (100% eletricidade para este uso final) variou muito pouco no período 2001-2006 - em torno de 4% e 7%, apresentando um valor maior em 2006 devido ao aumento do consumo.

Tabela 7.6: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final aquecimento direto dos setores residencial e industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Industrial (GJ/Mil R\$)
1995	1,47	1,19
1996	1,6	1,03
1997	1,83	1,02
1998	1,95	0,97
1999	1,95	0,84
2000	1,94	0,66
2001	1,63	0,61
2002	1,65	0,54
2003	1,62	0,51
2004	1,60	0,37
2005	1,65	0,46
2006	1,71	0,58

No setor industrial, a redução do valor adicionado e o aumento do consumo de eletricidade em detrimento de outros energéticos como o GLP, o óleo combustível e a lenha para aquecimento direto, a intensidade energética vem mantendo, nos últimos cinco anos, valores próximos de 0,5 GJ/Mil R\$, mas 5% menor que o valor aferido no ano de 2001. O Apêndice 37 mostra os consumos específicos e intensidades energéticas para esse uso final, por energético, para a bacia e para os municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

A Tabela 7.7 apresenta os consumos específicos e as intensidades energéticas no uso final calor de processo. No setor residencial esta grandeza vem decrescendo, sobretudo por conta de uma redução no consumo de lenha e GLP, com ligeira recuperação deste último, no período 2003-2006; o acompanhamento do crescimento das famílias pela demanda de GLP é, também, um outro fator determinante para esta diminuição. O consumo específico do setor comercial saltou de uma média de 0,08 GJ/empregado no período 2003-2005 para 0,012 GJ/empregado, no ano de 2006, um aumento de 50%. A intensidade energética do setor industrial diminuiu em 33% no ano 2006 em relação à média dos três últimos anos anteriores, contando com a redução dos consumos de óleo combustível e lenha e um aumento no consumo de GLP.

Tabela 7.7: Consumos específicos e intensidades energéticas no uso final calor de processo dos setores residencial, comercial e industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)
1995	11,96	0,040	1,71
1996	11,41	0,033	1,52
1997	11,44	0,019	1,54
1998	9,66	0,017	1,26
1999	9,91	0,005	1,06
2000	9,91	0,002	0,63
2001	9,16	0,0019	0,51
2002	8,38	0,0013	0,42
2003	8,12	0,0011	0,49
2004	7,72	0,0008	0,19
2005	7,57	0,0006	0,19
2006	7,36	0,0012	0,19

O Apêndice 38 mostra os consumos específicos e intensidades energéticas para o uso final calor de processo, por energético, para a bacia e para os municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

Os consumos específicos e as intensidades energéticas devidas aos outros usos finais considerados estão mostrados na Tabela 7.8. Observa-se que no setor residencial o consumo específico vem crescendo no período pós-crise energética e seus efeitos de racionamento, fato explicado pelas melhores condições e facilidades de crédito para aquisição de aparelhos eletrodomésticos. Já no setor comercial, a aquisição de equipamentos elétricos eficientes tem contribuído para reduções no consumo específico nos últimos três anos da série estudada. O setor agropecuário, também com utilização majoritária de eletricidade nos outros usos finais, apresentou variação de 15% no período 2002-2005, voltando ao patamar de 2002, no ano de 2006 (0,0325 GJ/Mil R\$).

Tabela 7.8: Consumos específicos e intensidades energéticas em outros usos finais dos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia, no período de 1995 a 2006.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Agropecuário (GJ/ Mil R\$)
1995	0,86	0,19	0,0015
1996	0,95	0,20	0,0018
1997	1,07	0,22	0,0021
1998	1,15	0,26	0,0021
1999	1,14	0,28	0,0022
2000	1,14	0,22	0,0022
2001	0,96	0,20	0,0028
2002	0,97	0,20	0,0031
2003	0,95	0,33	0,0031
2004	0,94	0,33	0,0026
2005	0,97	0,26	0,0026
2006	1,00	0,19	0,0033

As evoluções dos consumos específicos, por energético, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, estão apresentadas no Apêndice 39.

## **7.7 EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS PRINCIPAIS ENERGÉTICOS CONSUMIDOS, POR USOS FINAIS, NOS SETORES DA ECONOMIA DA BACIA**

A eletricidade participa com 100% nos usos finais iluminação, refrigeração e ar condicionado, em todos os setores da economia. Para o uso final força motriz, nos setores comercial e agropecuário, a eletricidade é o principal energético e também participa com 100%. No setor industrial, a participação dos principais energéticos consumidos neste uso final distribui-

se conforme mostram a Figura 7.10 e o Apêndice 40, onde se observa uma forte curva ascendente na participação da eletricidade e uma decrescente participação do óleo combustível.

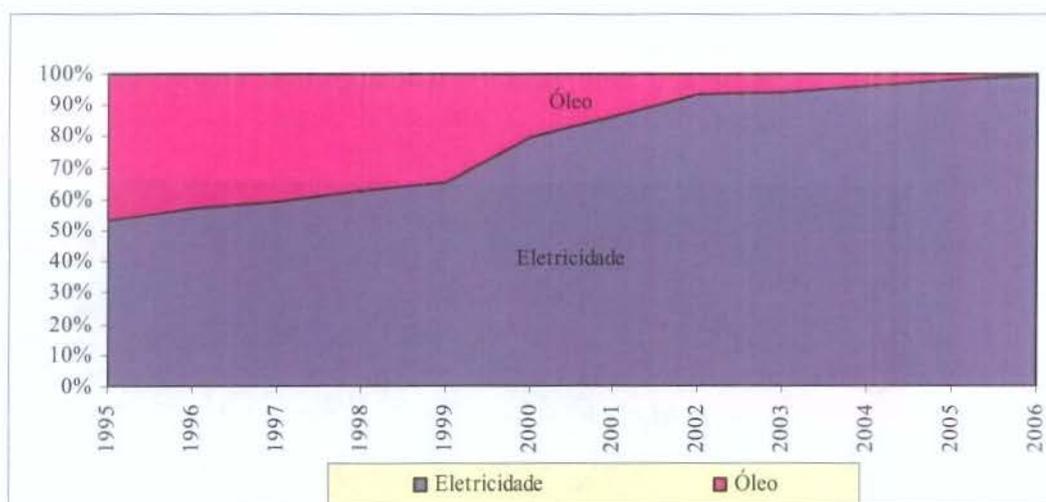


Figura 7.10: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final força motriz do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

No setor de transporte, a Figura 7.11 e o Apêndice 40 mostram que o óleo Diesel vem aumentando sua participação, com um aumento simétrico de gasolina e de álcool, e ainda uma pequena participação do querosene de aviação, da ordem de 3,5% do total dos principais energéticos consumidos, no último ano da série.

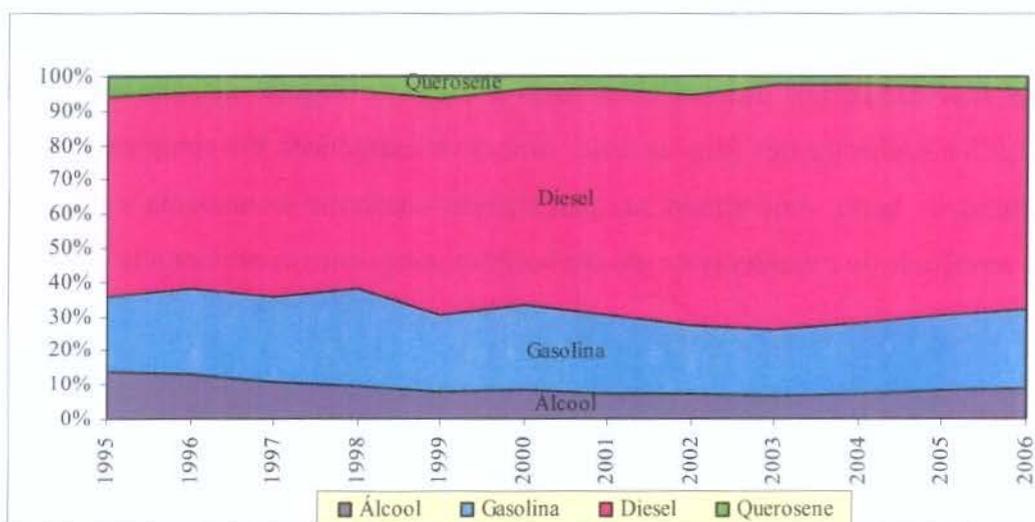


Figura 7.11: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final força motriz do setor de transporte da bacia, no período de 1995 a 2006.

O principal energético utilizado no uso final aquecimento direto, no setor residencial é a eletricidade (100% de participação). No setor industrial, conforme a Figura 7.12 e o Apêndice 41,

esta participação divide-se entre quatro principais energéticos: a eletricidade – majoritária, a lenha que vem aumentando sua participação juntamente com o GLP, e o óleo combustível que, deslocado por questões de preço, baixa eficiência e efeitos ambientais, reduziu drasticamente sua participação, passando de 33,5% no ano 2000, para 0,8% no ano 2006, uma redução de 71% a.a..

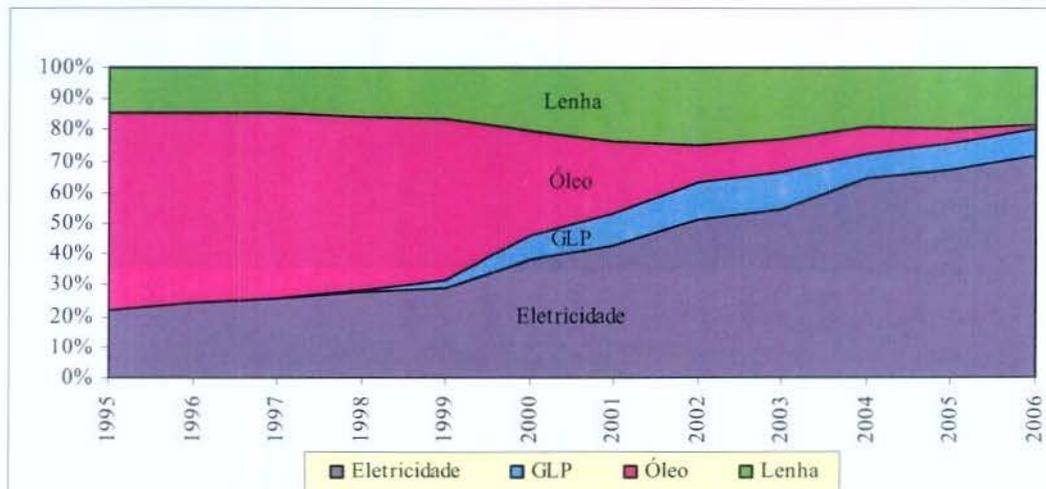


Figura 7.12: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final aquecimento direto do setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

No uso final calor de processo, de acordo com a Figura 7.13 e o Apêndice 42, os três principais energéticos utilizados no setor residencial são o GLP que aumentou sua participação em todo o período de análise, passando de 41,6% em 1995 para 64,8% no ano 2006; a lenha vem diminuindo suavemente nos últimos cinco anos e o carvão vegetal mantém uma participação média de 2,5% nos últimos três anos da série. Ambos os energéticos são complementares do GLP nas residências da bacia, diminuindo sua participação conforme se aumenta a urbanização e o avanço do serviço de distribuidoras de gás em botijões nos pequenos municípios.

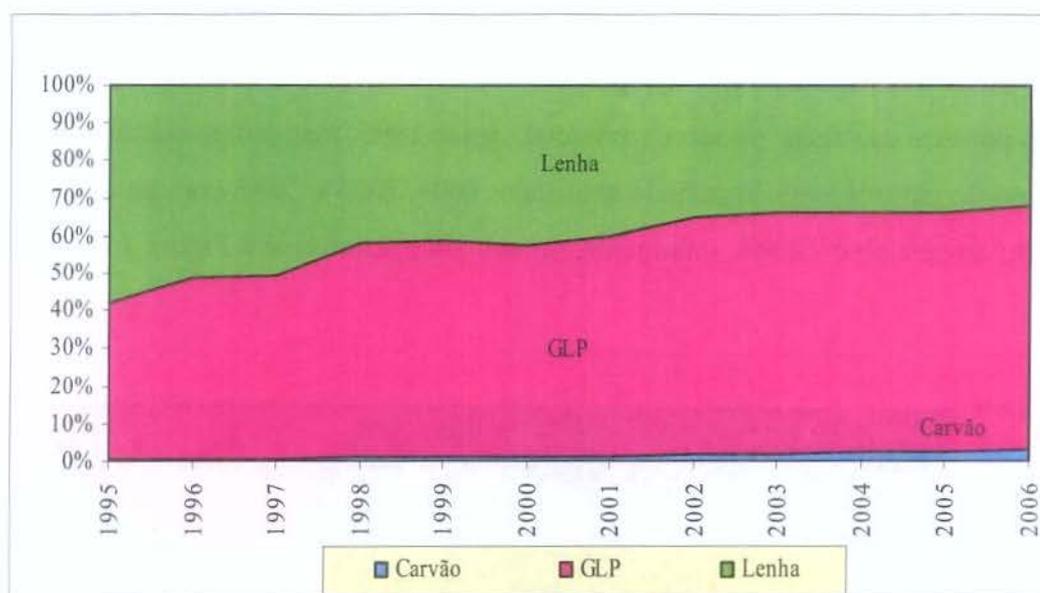


Figura 7.13: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final calor de processo no setor residencial da bacia, no período de 1995 a 2006.

O setor comercial apresenta no uso final calor de processo, o GLP como principal energético consumido, com 100% de participação. Já no setor industrial, o óleo combustível era o principal energético até o ano de 2004, quando foi grande parte substituída pela lenha e pelo GLP, participando, ambos, no ano 2006, com 34,1% e 4,1%, respectivamente. O bagaço de cana é consumido somente na Usina produtora de álcool no município de Poconé, com uma boa participação neste uso final (57,4% em 2006), como mostram a Figura 7.14 e o Apêndice 43.

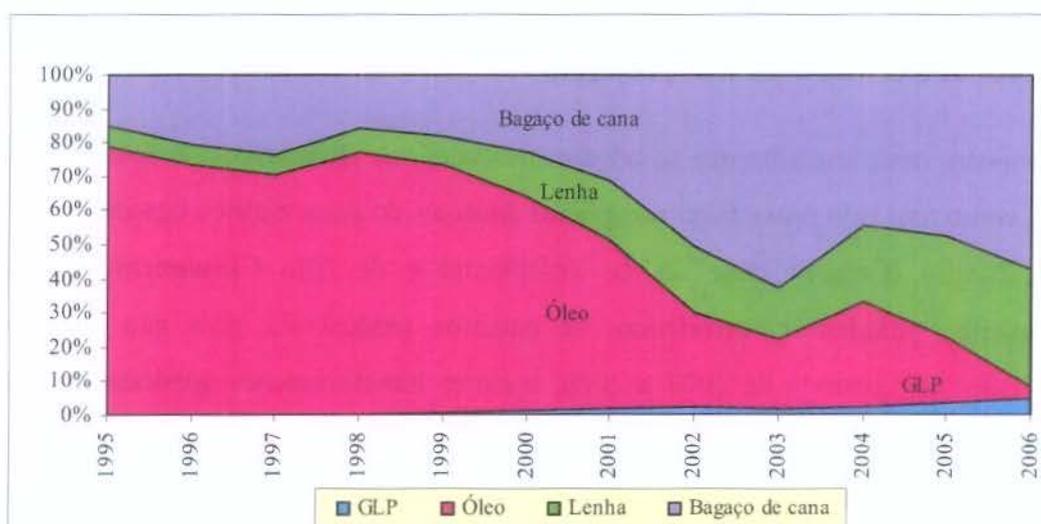


Figura 7.14: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético no uso final calor de processo no setor industrial da bacia, no período de 1995 a 2006.

A eletricidade é o energético majoritário, com 100% de participação, no consumo de outros usos finais dos setores residencial e agropecuário. A eletricidade também foi o único energético consumido por este uso final, no setor comercial, desde 1995, mas o óleo combustível teve uma boa participação em três anos do período analisado: 2003, 2004 e 2005, com uma média de 40%, mas substituído pela eletricidade, totalmente, no ano 2006, conforme a Figura 7.15 e o Apêndice 44.

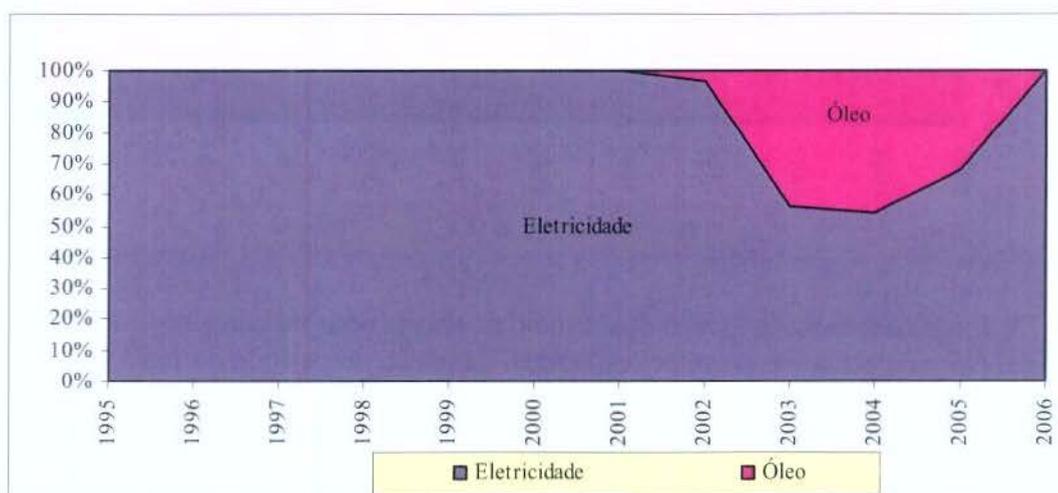


Figura 7.15: Evolução da participação dos principais energéticos no consumo energético nos outros usos finais no setor comercial da bacia, no período de 1995 a 2006.

## 7.8 PROJEÇÕES DAS DEMANDAS DE ENERGIA E DE ÁGUA

### 7.8.1 Cenários escolhidos para as projeções

É proposto neste trabalho que se adotem três cenários alternativos de desenvolvimento da economia, como tem sido praxe fazer nos planos decenais do setor elétrico brasileiro. Os cenários de Baixo, Médio (Cenário Base ou de Referência) e de Alto Crescimento da economia, respectivamente, guardam características de cenários tendenciais, pois não consideram, no horizonte focado, período de 2007 a 2020, maiores transformações qualitativas na trajetória produtiva do País, além daquelas já delineadas nos últimos anos. As mudanças na economia brasileira, como progresso técnico e alterações na estrutura produtiva, ocorrem num ritmo cadenciado, embora as taxas projetadas de crescimento macroeconômico sejam superiores à taxa real média do passado recente. Mantêm-se, ainda, as tendências esperadas dos preços dos energéticos, e ausência de novas políticas públicas.

Dois cenários exploratórios de eficiência energética e de conservação de água serão também aplicados, como discutido na Capítulo 4: o cenário de eficiência congelada e o de potencial técnico.

A construção dos cenários alternativos para a bacia do rio Cuiabá está baseada em:

- análises retrospectivas da evolução da estrutura socioeconômica da bacia e de sua matriz energética e de uso dos recursos hídricos feitas no Capítulo 6;
- balizadores para a elaboração de cenários e projeções da economia nacional, estabelecidos com base nos cenários e projeções do Fundo Monetário Internacional – FMI (IMF, World Economic Outlook Database, 2009);
- propostas de programas de eficiência energética e de conservação de água.

A Tabela 7.9 mostra os cenários socioeconômicos nacionais obtidos. Para o período 2007-2013 as taxas são aquelas projetadas pelo FMI para o Brasil; e a partir de 2014, assumiu-se uma taxa de 3,5% a.a. no cenário médio. O Apêndice 45 mostra as projeções dos PIB's do Brasil e de Mato Grosso utilizadas para as projeções dos PIB's da bacia e dos municípios. Nesse mesmo Apêndice é apresentado o modelo de regressão utilizado para essas projeções.

Tabela 7.9: Projeções das variações reais das taxas de crescimento do PIB nacional até 2013 e taxas assumidas a partir de 2014.

Ano	Taxa
2007	5,67%
2008	5,08%
2009	-1,30%
2010	2,16%
2011	3,04%
2012	3,43%
2013	3,78%
2014	3,50%
2015	3,50%
2016	3,50%
2017	3,50%
2018	3,50%
2019	3,50%
2020	3,50%

## 7.8.2 Rebatimento dos cenários socioeconômicos nacionais para o Estado de Mato Grosso e para a bacia do rio Cuiabá

Como analisado anteriormente, o PIB de Mato Grosso, historicamente, tem crescido mais que o do Brasil, e o PIB da bacia do rio Cuiabá é reflexo das economias do País e do Estado. O Estado de Mato Grosso apresenta especificidades dentro da dinâmica socioeconômica nacional: está numa situação estratégica de fronteira na América do Sul, com abundância de recursos naturais. Destacando-se com uma notável atividade agrícola, o Estado constitui-se num motus da fronteira do Brasil de uma série de mudanças: a interiorização da população brasileira e da agroindústria nacional, avanço da urbanização para os centros mais distantes do litoral, o incremento do comércio internacional, o surgimento de uma nova tecnificação de culturas agrícolas e de um pólo de crescimento do Centro-Oeste brasileiro.

A Tabela 7.10 sintetiza os cenários de crescimento do PIB da bacia e a Figura 7.16 mostra a evolução do PIB nos três cenários. As taxas dos cenários de baixo crescimento e de alto crescimento obtidas são os resultados da subtração e da adição, respectivamente, de 1% da taxa do cenário médio (base).

Tabela 7.10: Projeções das taxas de crescimento do PIB de Mato Grosso e da bacia, nos cenários de baixo, de médio e de alto crescimento da economia.

ANO	CENÁRIO BASE	CENÁRIO BASE - 1%	CENÁRIO BASE + 1%
2007	5,7%	4,7%	6,7%
2008	5,1%	4,1%	6,1%
2009	-1,3%	-2,3%	-0,3%
2010	2,2%	1,2%	3,2%
2011	3,0%	2,0%	4,0%
2012	3,4%	2,4%	4,4%
2013	3,8%	2,8%	4,8%
2014	4,5%	3,5%	5,5%
2015	4,5%	3,5%	5,5%
2016	4,5%	3,5%	5,5%
2017	4,5%	3,5%	5,5%
2018	4,5%	3,5%	5,5%
2019	4,5%	3,5%	5,5%
2020	4,5%	3,5%	5,5%

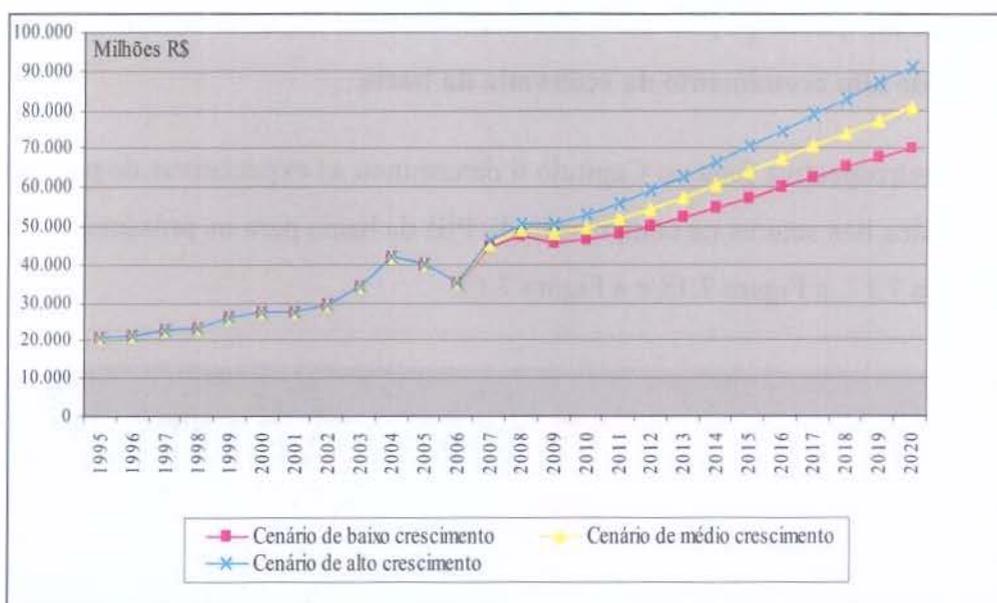


Figura 7.16: Projeções do PIB de Mato Grosso para o período 2007-2020, para os três cenários escolhidos e cenário observado 1995-2006.

Os resultados mostrados na Figura 7.16 correspondem às evoluções do PIB, a taxas variáveis nos três cenários, e não apresentam choques ou rupturas no período estabelecido, mas as participações setoriais alteram-se nos três cenários.

O primeiro cenário, de baixo crescimento, de restrição, pressupõe um crescimento muito moderado do PIB, nos patamares de 1998. O setor comercial é o grande contribuinte, e a estrutura produtiva não se altera.

O cenário base (médio crescimento) utiliza uma taxa mais elevada, com uma trajetória sem sobressaltos, mantendo acelerado o nível de atividades da economia da bacia. Este cenário reflete um crescimento maior da participação do setor industrial e uma contribuição menor do setor agropecuário.

O cenário de alto crescimento denota, além da melhora da infra-estrutura e das condições de vida, as contribuições maiores dos valores adicionados dos setores industrial e comercial. A seção 7.8.3 analisa as projeções das participações dos valores adicionados setoriais na composição do PIB da bacia, nos três cenários.

### 7.8.3 Projeções das participações dos valores adicionados setoriais nos cenários de baixo, médio e de alto crescimento da economia da bacia

A análise retrospectiva feita no Capítulo 6 determinou as expectativas de participações dos valores adicionados dos setores na composição do PIB da bacia para os próximos 14 anos, como mostram a Figura 7.17, a Figura 7.18 e a Figura 7.19.

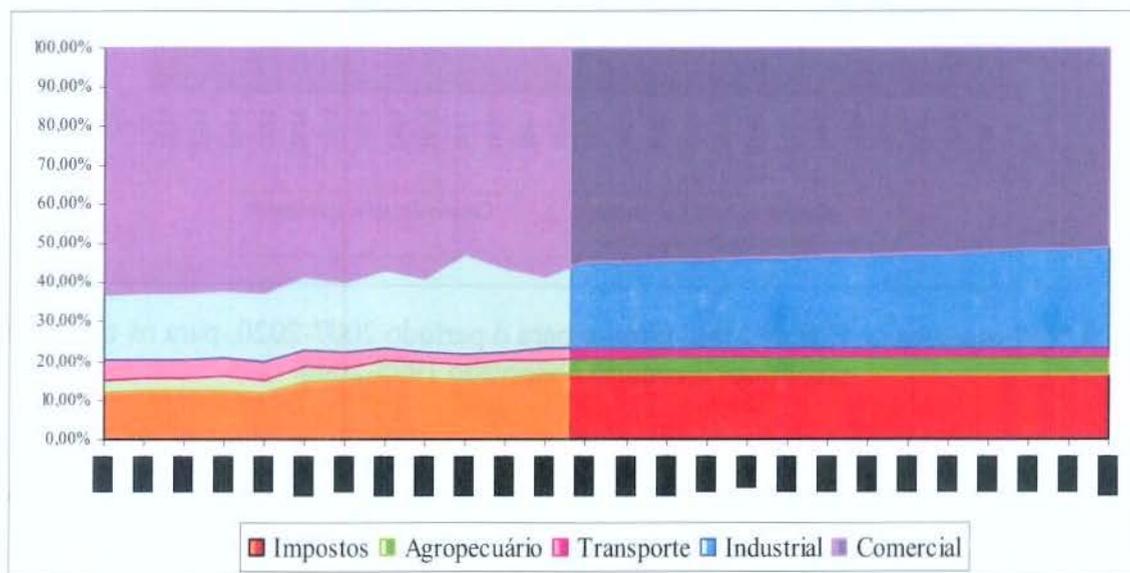


Figura 7.17: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de baixo crescimento.

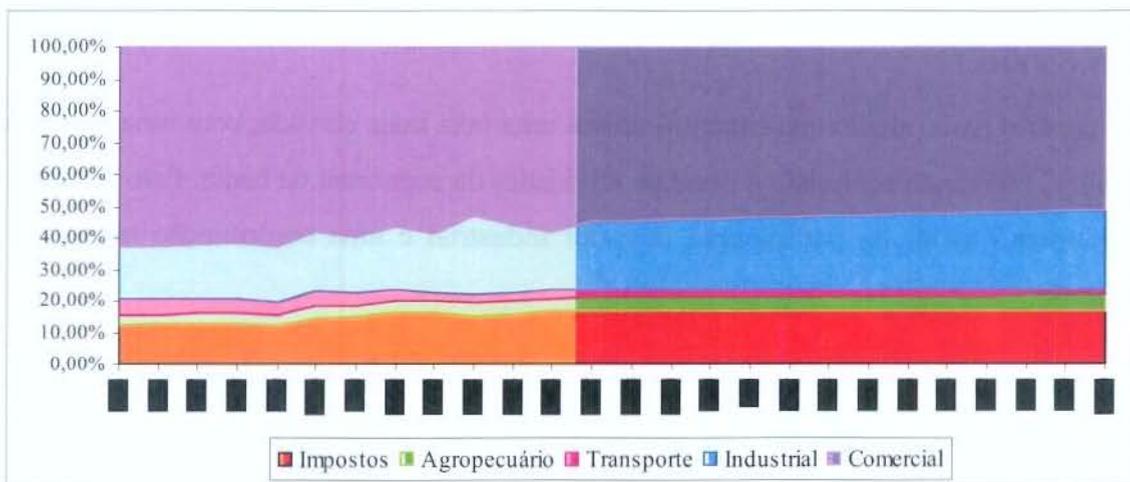


Figura 7.18: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de médio crescimento (base).

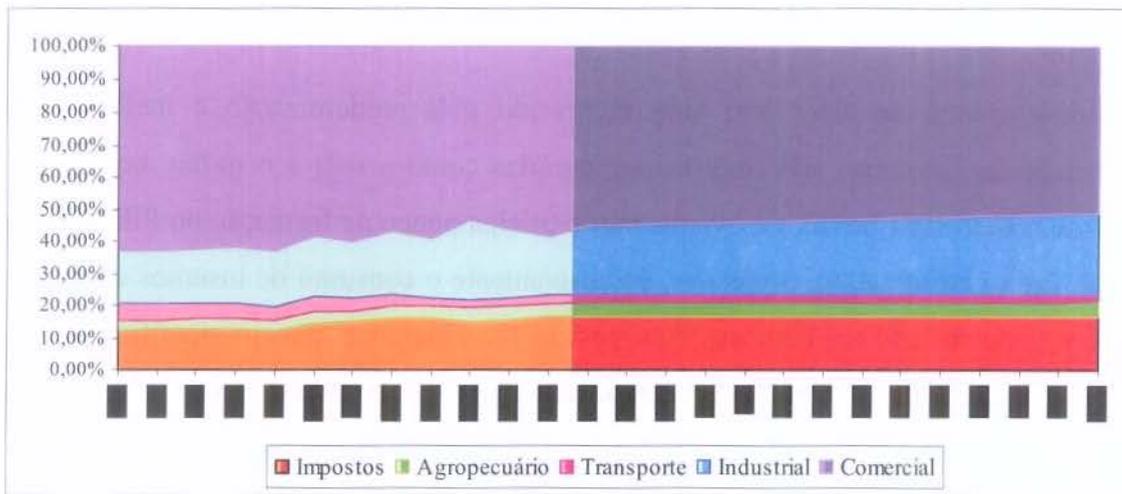


Figura 7.19: Participação relativa dos valores adicionados no PIB da bacia – cenário de alto crescimento.

### Setor comercial

A participação do setor comercial será maior no cenário de alto crescimento, pois, além da expectativa de uma melhora na renda, espera-se maior incorporação de gestão de gerenciamento de negócios, utilização de fatores tecnológicos, capital e informação, tornando-os competitivos, gestão apropriada de recursos humanos e do gerenciamento dos equipamentos e processos de produção de seus serviços e produtos. Nos cenários de baixo e médio crescimento são refletidas as deficiências da região pela baixa atividade de empresas que possibilitem uma maior agregação de valor aos insumos básicos produzidos localmente e pelo nível de qualificação para execução de serviços mais complexos.

### Setor industrial

No cenário de baixo e médio crescimento não se espera a criação ou ampliação extraordinária de mercado referente à produção industrial. Por outro lado, no cenário de alto crescimento, para as transformações industriais, sobretudo as da agroindústria, as participações são propostas mais realistas na estrutura produtiva, limitadas, em boa parte, pela magnitude dos investimentos necessários para o incremento da produção.

## **Setor agropecuário**

O desempenho do setor tem sido favorecido pela modernização e melhoramento de produtividade das lavouras, sobretudo as temporárias como a soja e o milho, bem como pelo aumento de rebanhos de bovinos e ovinos, mas participa pouco na formação do PIB da bacia. No cenário de baixo crescimento, projeta-se, exclusivamente o consumo de insumos e maquinarias, sem maior impacto, embora com um bom padrão tecnológico e manejo científico de recursos biológicos no agro e na pecuária, e uma ampliação da área cultivada de lavouras, mas com uma participação no PIB um pouco abaixo nos cenários de médio e de alto crescimento.

## **Setor de transporte**

Os cenários representam a manutenção das tendências atuais do setor. Nos cenários de baixo e médio crescimento mantêm-se os parâmetros dos modais coletivos, caracterizada pelo fato de que, na atual década, tanto o setor privado quanto o setor público demonstraram pouco interesse na ampliação dos sistemas de transporte urbano de massa. No cenário de alto crescimento, há uma maior participação esperada pela expansão e manutenção dos modais coletivos, e pela implantação de sistemas de transportes mais complexos, sobretudo para atender à região metropolitana de Cuiabá.

Em termos de valores absolutos, do Apêndice 46 ao Apêndice 48 são mostradas as participações dos setores e o total, nos três cenários de crescimento da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, a serem aplicados na metodologia de projeção dos consumos energéticos e de água.

### **7.8.4 Projeções da população, do número de residências, de economias e de empregados do setor comercial da bacia do rio Cuiabá**

Como o IBGE disponibiliza as projeções das populações estaduais, as estimativas da população da bacia foram obtidas através de regressões lineares simples das projeções para o Estado de Mato Grosso, de acordo com a Figura 7.20 e o Apêndice 49; a partir das projeções da bacia obtiveram-se as estimativas para os municípios, mostradas do Apêndice 50 ao Apêndice 52.

As projeções do número de residências e do número de empregados foram obtidas a partir de regressão linear do número de residências e do número de empregados, respectivamente, com o PIB “per capita” (Figura 7.20 e do Apêndice 50 até o Apêndice 52).

A projeção do número de economias foi obtida como o percentual do número de residências, tomando como base o ano de 2006. O Apêndice 53 mostra o modelo de regressão elaborado para essas projeções.

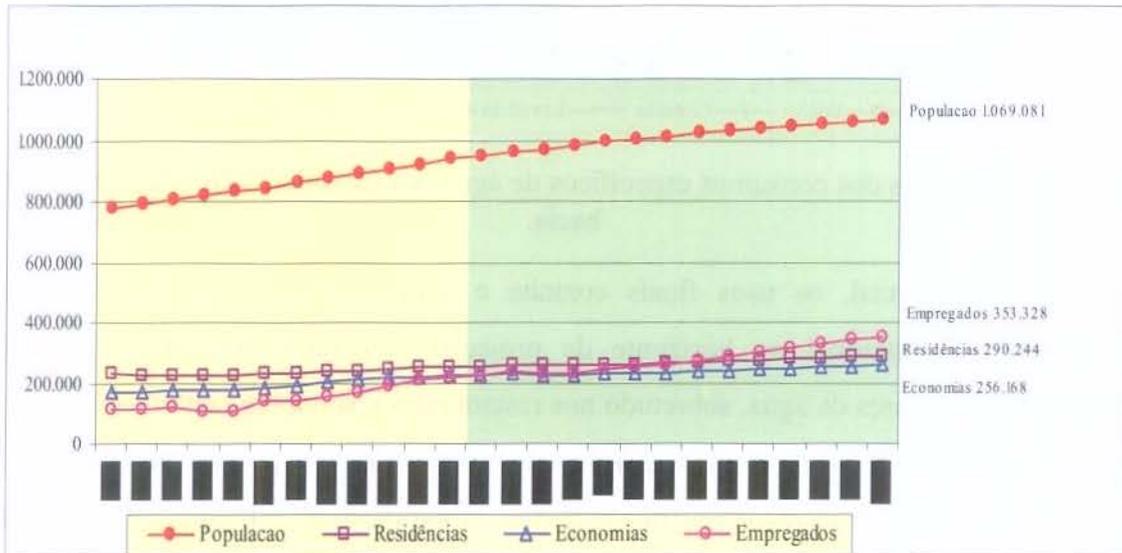


Figura 7.20: Projeções da população, número de residências, número de economias e número de empregados do setor comercial da bacia.

### 7.8.5 Projeções dos consumos específicos e intensidades de uso da água nos setores residencial, comercial e industrial, por usos finais

As tendências dos diversos usos finais, no setor residencial, são de estabilização no consumo específico de água, como mostram a Figura 7.21 e o Apêndice 54. Uma combinação de fatores como a redução do tamanho das famílias, os hábitos de uso e forças do mercado influenciando a tomada de decisão na aquisição de equipamentos poupadores de água respondem a estas tendências. No final do período o consumo específico residencial no uso final banheiro é da ordem de 29,39 m<sup>3</sup>/economia, 3% menor que no ano base de 2006.

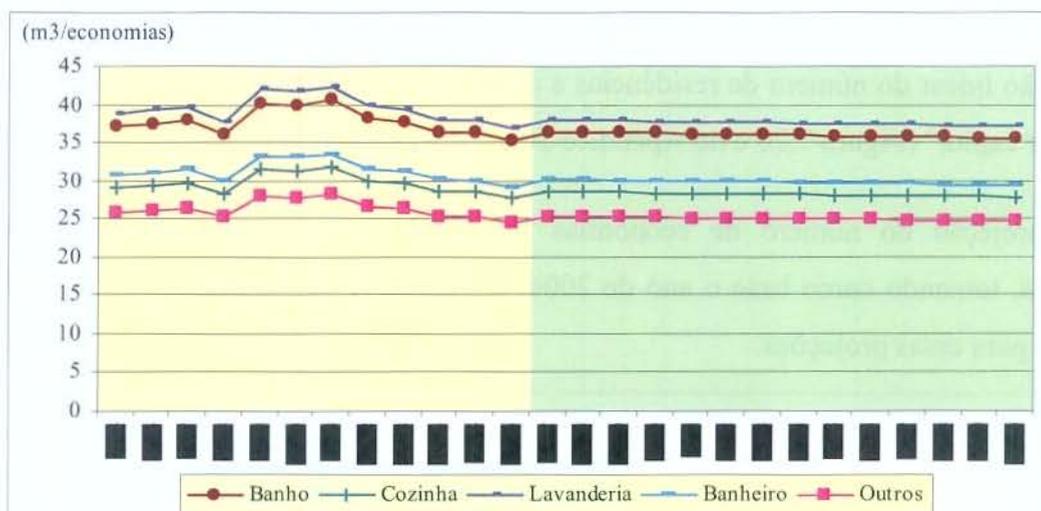


Figura 7.21: Projeções dos consumos específicos de água nos usos finais do setor residencial da bacia.

No setor comercial, os usos finais cozinha e banheiro (descarga de vaso sanitário) apresentam declínio gradual no horizonte de projeção, motivado mais pela utilização de equipamentos poupadores de água, sobretudo nos restaurantes e shopping centers. Os outros usos referentes à utilização de água para limpeza, lavanderia, lavagens de jardins, pisos e calçadas, e abluções também tem o consumo específico reduzido, como mostram a Figura 7.22 e o Apêndice 55.

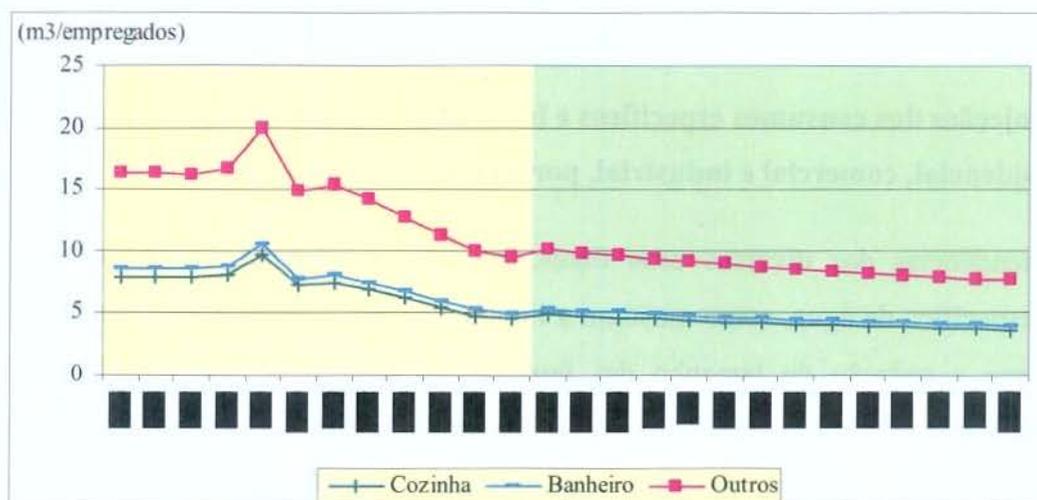


Figura 7.22: Projeções dos consumos específicos de água nos usos finais do setor comercial da bacia.

As intensidades de uso da água no setor industrial, nos usos finais de resfriamento, processamento de matéria-prima e nos outros usos (limpeza, lavagens de jardins, pisos e

calçadas, abluções, filtros e geração de vapor e outros) mantém um comportamento quase constante, com ligeiras variações no final do período, com a substituição e utilização de equipamentos e instalações mais eficientes (Figura 7.23 e Apêndice 56).

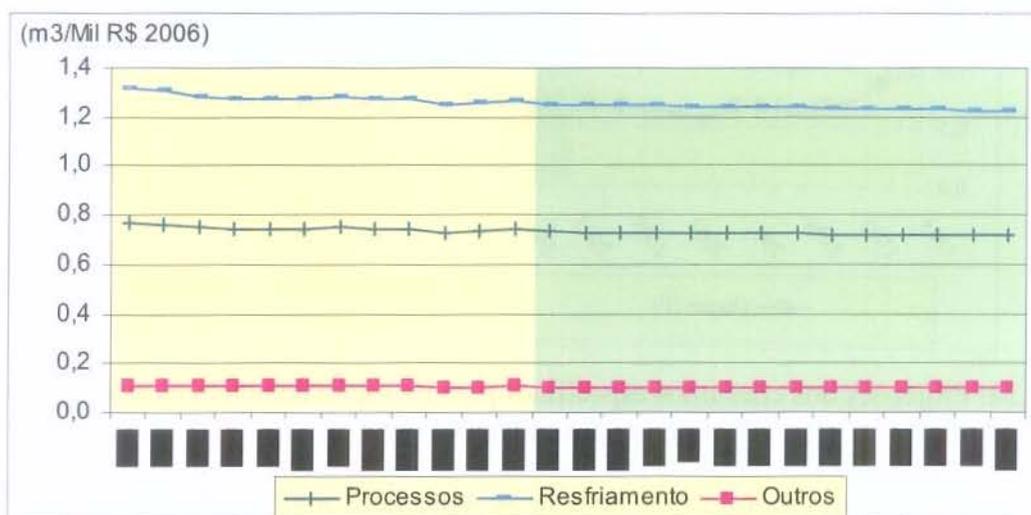


Figura 7.23: Projeções das intensidades de uso da água nos usos finais do setor industrial da bacia.

### 7.8.6 Projeções dos consumos específicos para irrigação e dessedentação

De acordo com o Capítulo 5Capítulo 4 e a seção 7.2 deste Capítulo, a Figura 7.24 e o Apêndice 57 mostram a tendência dos consumos específicos de água para os outros cultivos permanentes e temporários considerados, variando em função do tipo de cultura escolhida e, evidentemente, pelas necessidades hídricas individuais. Os consumos específicos das demais culturas, tanto permanentes, como temporárias, são constantes em todo o período.

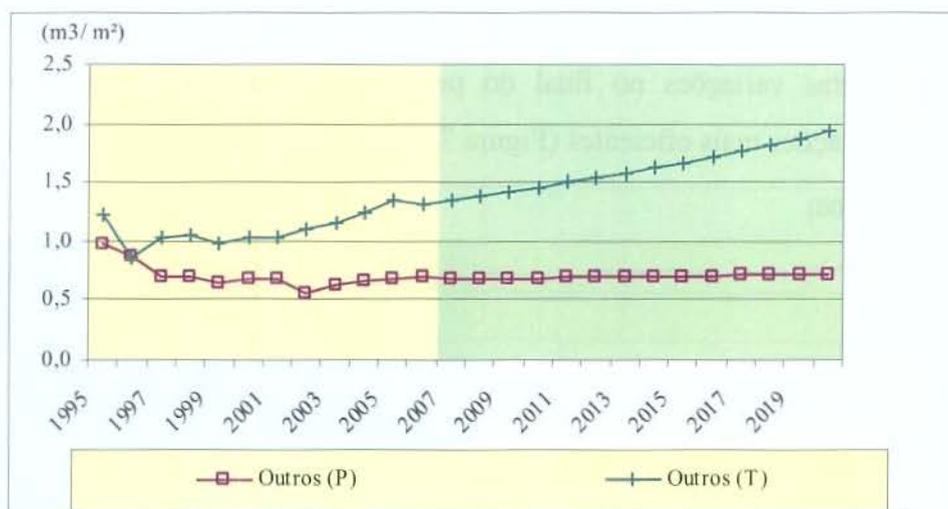


Figura 7.24: Projeções dos consumos específicos para irrigação de outros cultivos permanentes (P) e temporários (T), da bacia.

Os consumos específicos de água para dessedentação, como explicado no Capítulo 4, são os mesmos em todo o período de projeção.

As projeções dos consumos específicos de água dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra estão apresentadas no Apêndice 57.

### 7.8.7 Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas, por usos finais, dos setores da economia da bacia do rio Cuiabá

Da Tabela 7.11 até a Tabela 7.17 apresenta-se uma visualização das projeções dos consumos específicos e intensidades energéticas setoriais, por usos finais. As tendências destes coeficientes foram obtidas de acordo com a metodologia explicada no Capítulo 4.

Tabela 7.11: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final iluminação, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)
2007	2,93	2,89	0,02	0,0094
2008	2,93	2,89	0,02	0,0096
2009	2,93	2,89	0,02	0,0098
2010	2,93	2,89	0,02	0,0010
2011	2,93	2,89	0,02	0,0102
2012	2,93	2,89	0,02	0,0104
2013	2,93	2,89	0,02	0,0106
2014	2,93	2,89	0,02	0,0108
2015	2,93	2,89	0,02	0,0110
2016	2,93	2,89	0,02	0,0112
2017	2,93	2,89	0,02	0,0114
2018	2,93	2,89	0,02	0,0116
2019	2,93	2,89	0,02	0,0118
2020	2,93	2,89	0,02	0,0120

Para o consumo específico de iluminação nesses setores, a tendência encontrada foi a de manutenção dos valores observados (média dos últimos três anos da série histórica e regressão linear para o setor agropecuário) (Tabela 7.11). No setor residencial, este valor é 2% menor que o valor do ano 2006, indicando um padrão de uso idêntico ao do ano base. O mesmo comportamento ocorre no setor comercial, com variação de 4%; no setor industrial, a intensidade energética oscila 23% em relação ao ano base, com melhoramento da eficiência. No setor agropecuário, a tendência da intensidade energética é a de ficar em torno de 0,0107 GJ/Mil R\$.

Tabela 7.12: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final refrigeração, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)
2007	2,15	1,45	0,068	0,025
2008	2,15	1,45	0,068	0,026
2009	2,15	1,45	0,068	0,026
2010	2,15	1,45	0,068	0,027
2011	2,15	1,45	0,068	0,028
2012	2,15	1,45	0,068	0,028
2013	2,15	1,45	0,068	0,029
2014	2,15	1,45	0,068	0,029
2015	2,15	1,45	0,068	0,030
2016	2,15	1,45	0,068	0,030
2017	2,15	1,45	0,068	0,031
2018	2,15	1,45	0,068	0,031
2019	2,15	1,45	0,068	0,032
2020	2,15	1,45	0,068	0,032

Sem valores de referência locais, as tendências encontradas foram determinadas pelas médias dos últimos três anos da série histórica. Conforme a Tabela 7.12, o consumo específico do setor residencial tende a um ligeiro decréscimo, em função da introdução gradativa de refrigeradores mais eficientes, assumindo-se um valor 3,5% menor, mas constante, em relação ao ano base de 2006. No setor comercial, o consumo específico é 3% menor do que no ano de 2006, motivado pela ligeira substituição de equipamentos mais antigos por equipamentos mais eficientes. Com uma intensidade energética 22% menor do que no ano base, o uso final refrigeração industrial responde ao aumento da participação do valor adicionado do setor, com uma expectativa de boa penetração de plantas utilizadoras desse processo.

Tabela 7.13: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final ar condicionado, nos setores residencial e comercial da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)
2007	0,17	1,80
2008	0,17	1,80
2009	0,17	1,80
2010	0,17	1,80
2011	0,17	1,80
2012	0,17	1,80
2013	0,17	1,80
2014	0,17	1,80
2015	0,17	1,80
2016	0,17	1,80
2017	0,17	1,80
2018	0,17	1,80
2019	0,17	1,80
2020	0,17	1,80

A tendência obtida no setor residencial indica um consumo específico 3,5% menor do que no ano de 2006, projetando uma melhora de eficiência em aparelhos de ar condicionado – forte componente da demanda na região, de acordo com a Tabela 7.13. No setor comercial, este consumo específico deve acompanhar a evolução das tipologias construtivas das grandes lojas e de shopping centers, mais eficientes em termos de conforto térmico.

Tabela 7.14: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final força motriz, nos setores comercial, industrial, agropecuário e de transporte da bacia.

Ano	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)	Transporte (GJ/Mil R\$)
2007	0,60	0,58	69,40	0,22
2008	0,60	0,58	70,93	0,22
2009	0,60	0,58	72,45	0,22
2010	0,60	0,58	73,96	0,23
2011	0,60	0,58	75,50	0,23
2012	0,60	0,58	77,03	0,24
2013	0,60	0,58	78,55	0,24
2014	0,60	0,58	80,06	0,25
2015	0,60	0,58	81,60	0,25
2016	0,60	0,58	83,13	0,26
2017	0,60	0,58	84,65	0,26
2018	0,60	0,58	86,18	0,27
2019	0,60	0,58	87,70	0,27
2020	0,60	0,58	89,23	0,28

De acordo com a Tabela 7.14, para o setor comercial assume-se um consumo específico 3,0% menor do que no ano de 2006, projetando-se uma melhoria de eficiência nos motores utilizados no bombeamento de água e transporte vertical. Com grande participação de segmentos enorgo-intensivos, a força motriz no setor industrial tem um aumento no valor adicionado, reduzindo a intensidade energética, que conta, ainda, com a instalação de novos motores mais eficientes. O setor de transporte é o que mais consome energia na região. Com um aumento no volume esperado e, portanto, do valor adicionado, e com um aumento crescente no consumo enorgético, a regressão linear aponta para um valor médio, no período de projeção, de 79,31 GJ/Mil R\$, 50% maior do que no ano base. A regressão linear também foi escolhida para ajustar a curva de tendência da intensidade energética do uso final força motriz no setor agropecuário, apontando um valor médio, no período 2007-2020, de 0,25 GJ/Mil R\$, 8% maior que no ano de 2006. Há uma tendência de ligeiro aumento no indicador em razão do aumento da mecanização do setor, sobretudo em equipamentos de irrigação.

Tabela 7.15: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final aquecimento direto, nos setores comercial e industrial da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Industrial (GJ/Mil R\$)
2007	1,65	0,42
2008	1,65	0,41
2009	1,65	0,39
2010	1,65	0,38
2011	1,65	0,37
2012	1,65	0,35
2013	1,65	0,34
2014	1,65	0,33
2015	1,65	0,33
2016	1,65	0,32
2017	1,65	0,31
2018	1,65	0,30
2019	1,65	0,30
2020	1,65	0,29

O aquecimento direto residencial é majoritariamente utilizado para aquecer água através de chuveiros elétricos e aquecedores. Assume-se, conforme a Tabela 7.15, um valor 4% menor para as projeções, em relação ao ano de 2006, indicando uma introdução de equipamentos mais eficientes, como chuveiros de menor potência ou como os de aquecimento através de placas solares. No setor industrial, o consumo específico do uso final aquecimento direto

Tabela 7.16: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Industrial (GJ/Mil R\$)
2007	7,20	0,0008	0,19
2008	7,05	0,0008	0,19
2009	6,90	0,0008	0,19
2010	6,76	0,0008	0,19
2011	6,62	0,0008	0,19
2012	6,49	0,0008	0,19
2013	6,37	0,0008	0,19
2014	6,25	0,0008	0,19
2015	6,14	0,0008	0,19
2016	6,03	0,0008	0,19
2017	5,93	0,0008	0,19
2018	5,83	0,0008	0,19
2019	5,74	0,0008	0,19
2020	5,65	0,0008	0,19

Para os outros usos finais, o ajuste da curva aponta para um valor constante nos setores residencial e comercial, variando ligeiramente no setor agropecuário (Tabela 7.17). No setor residencial, o comportamento é determinado pelo aumento na aquisição de aparelhos

eletrodomésticos eficientes, tal qual no setor comercial que aumenta suas atividades. No setor agropecuário há introdução de novos aparelhos nas sedes rurais, alterando a intensidade energética no período.

Tabela 7.17: Projeções dos consumos específicos e das intensidades energéticas setoriais, em outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia.

Ano	Residencial (GJ/residência)	Comercial (GJ/empregado)	Agropecuário (GJ/Mil R\$)
2007	0,97	0,26	0,003
2008	0,97	0,26	0,003
2009	0,97	0,26	0,003
2010	0,97	0,26	0,003
2011	0,97	0,26	0,003
2012	0,97	0,26	0,003
2013	0,97	0,26	0,003
2014	0,97	0,26	0,003
2015	0,97	0,26	0,004
2016	0,97	0,26	0,004
2017	0,97	0,26	0,004
2018	0,97	0,26	0,004
2019	0,97	0,26	0,004
2020	0,97	0,26	0,004

As projeções dos consumos específicos de energia, por setor da economia e por usos finais, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra estão apresentadas do Apêndice 58 até o Apêndice 64.

#### **7.8.8 Projeções das participações dos principais energéticos consumidos, por usos finais, nos setores da economia da bacia.**

A eletricidade é o único energético consumido no uso final iluminação nos setores residencial, comercial e industrial, e projeta-se que continuará participando com 100% neste uso final, por todo o período de análise, da mesma forma para a refrigeração e para ar condicionado.

No uso final força motriz, a eletricidade participa com 100% no setor comercial e agropecuário, por todo o período de projeção. No setor industrial, o óleo combustível foi substituído gradativamente pela eletricidade e assume-se que permanecerá com uma participação média de 1% até o horizonte de projeção, conforme a Figura 7.25 e o Apêndice 65. No setor de transporte, há uma significativa participação dos combustíveis fósseis, com 91% em derivados de

petróleo, com um incremento suave na participação do óleo Diesel mantendo-se no horizonte de planejamento. A projeção indica que o crescimento da frota de veículos leves, elevará, principalmente, o consumo de álcool carburante no final do período, motivado pela introdução de modelos flex-fuel, de acordo com a Figura 7.25. O Apêndice 65 mostra os valores projetados das participações dos energéticos nos usos finais, no período analisado, no setor de transporte, para a bacia e para os municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.

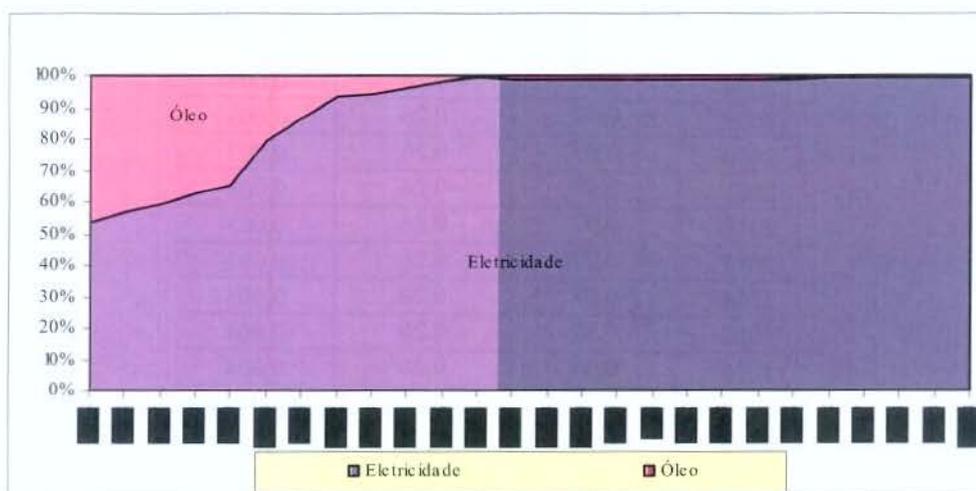


Figura 7.25: Projeção da participação de energéticos no uso final força motriz no setor industrial da bacia.

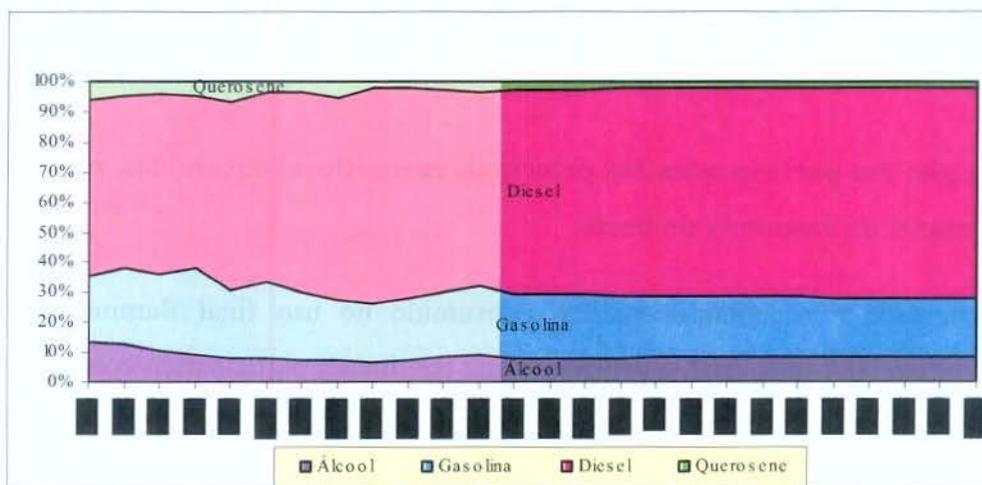


Figura 7.26: Projeção da participação de energéticos no uso final força motriz no setor de transporte da bacia.

No uso final aquecimento direto, a eletricidade participa com 100% no setor residencial. No setor industrial, a projeção mostrada na Figura 7.26 expressa a tendência do uso majoritário da

eletricidade, seguida da lenha e do GLP. Assume-se que o óleo combustível será quase totalmente substituído por energéticos mais eficientes. O Apêndice 66 apresenta os valores das participações dos energéticos neste uso final na bacia e nos dois municípios em destaque.

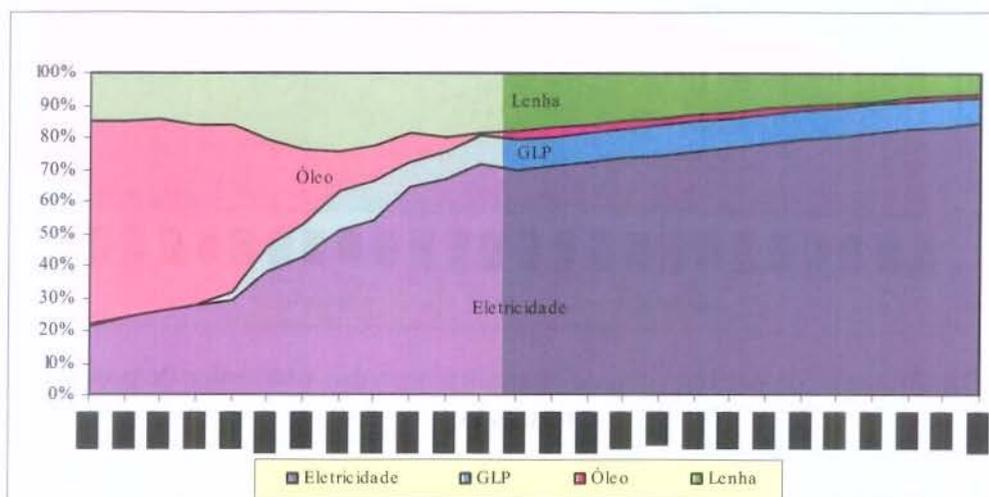


Figura 7.27: Projeção da participação de energéticos no uso final aquecimento direto no setor industrial da bacia.

No setor residencial, o calor de processo apresenta uma participação majoritária do GLP, quase constante, com 68% no final do período. A lenha e o carvão vegetal participam com o restante como complementares ao GLP nas maiores cidades (Cuiabá e Várzea Grande) e como substitutos nas menores, pela disponibilidade dos energéticos e pelo preço do GLP (Figura 7.27 e Apêndice 67). No setor industrial, a acentuada queda da participação do óleo combustível permanece no período de projeção, que indica uma penetração maior de lenha (sobretudo de reflorestamento) na indústria cerâmica e de alimentos. É esperado que o bagaço de cana tenha um ligeiro crescimento com melhoramento do desempenho do setor sucroalcooleiro da região, único a consumir esse combustível. O GLP, após um ligeiro declínio, terá um aumento de 5% nos últimos quatro anos do período de projeção, conforme mostram a Figura 7.28 e o Apêndice 67.

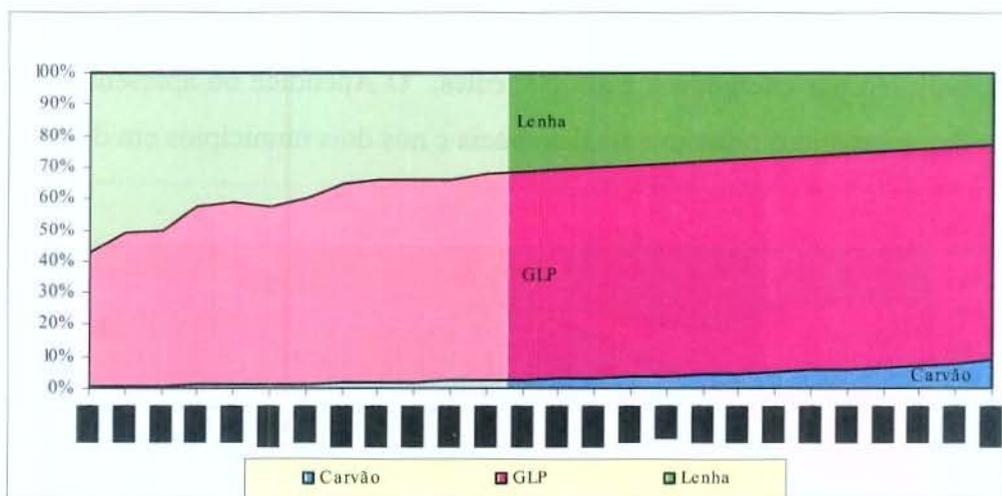


Figura 7.28: Projeção da participação de energéticos no uso final calor de processo no setor residencial.

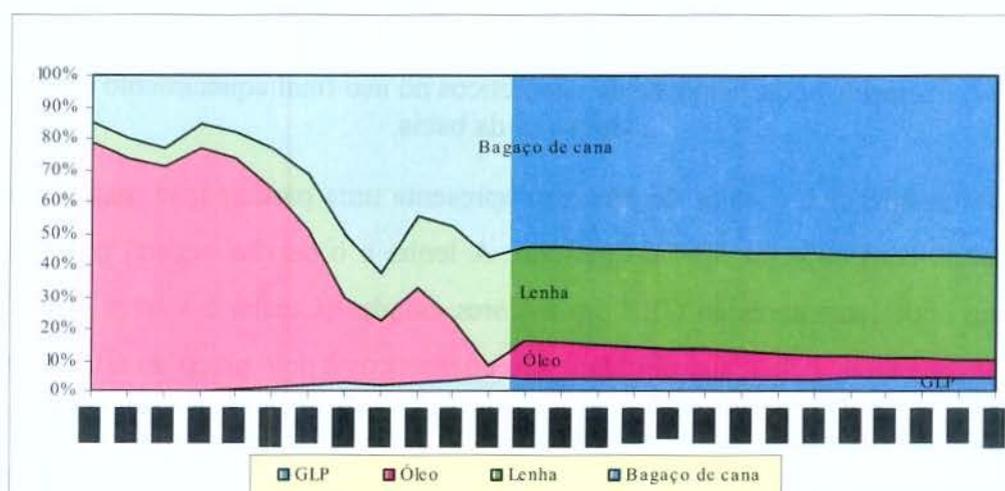


Figura 7.29: Projeção da participação de energéticos no uso final calor de processo no setor industrial.

Para outros usos finais assumiu-se que a eletricidade participa com 100% nos setores residencial e agropecuário. A Figura 7.29 e o Apêndice 68 mostram que no setor comercial a tendência é de aumentar-se o uso de óleo combustível em diversos equipamentos, sobretudo em virtude do fator preço, com queda gradativa da eletricidade.

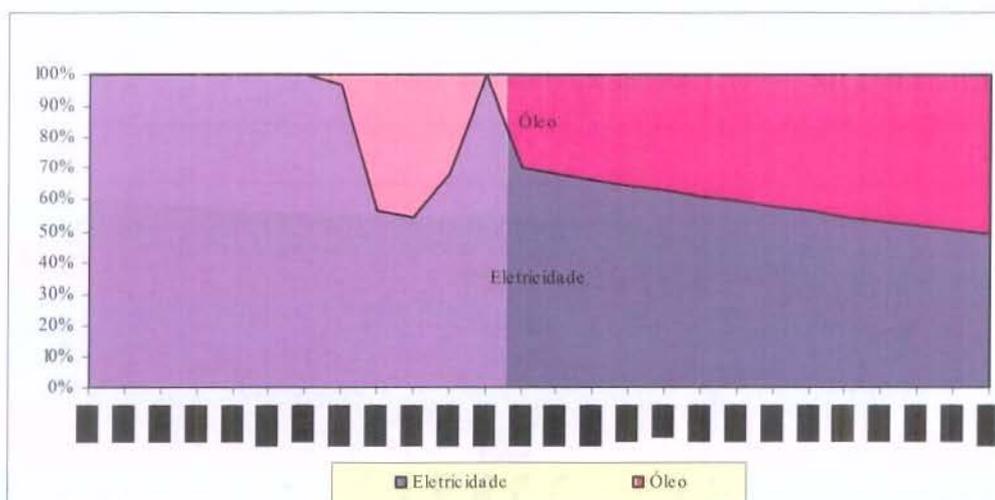


Figura 7.30: Projeção da participação de energéticos nos outros usos finais no setor comercial.

As projeções das participações no uso da água dos cultivos temporários e permanentes, bem como dos rebanhos da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra estão apresentados no Apêndice 69 e no Apêndice 70.

### 7.8.9 Projeções das demandas de água, por usos finais nos setores da economia da bacia

De acordo com os estudos realizados no Capítulo 6, e com a análise histórica feita nas seções 7.1 a 7.3 deste Capítulo, efetuam-se nesta seção as projeções das demandas de água, por usos finais nos setores da economia da bacia, dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Conforme a metodologia explicada no Capítulo 4 e considerando que não existe um estudo de posse de equipamentos utilizadores de água e hábitos de uso, foram assumidos níveis de penetração de 100% nos usos finais dos setores.

#### Setor residencial – Cenário de baixo crescimento

O setor residencial não apresenta, necessariamente, um aumento significativo no consumo de água (responsável por 80% do consumo entre os setores residencial, comercial e industrial), mas um crescimento cadenciado (Figura 7.31). O tamanho das famílias, a conscientização responsável das ações da sociedade em relação ao uso da água e suas conseqüências no meio ambiente, além de medidas governamentais e as forças de mercado para aquisição de equipamentos economizadores de água, especialmente as lavadoras de roupas e chuveiros, influenciarão fortemente a decisão sobre o uso do recurso no futuro. O Apêndice 71 mostra os

valores obtidos para as projeções neste cenário, para o setor residencial. No final do período de projeção a demanda é 10% maior que no ano base de 2006.

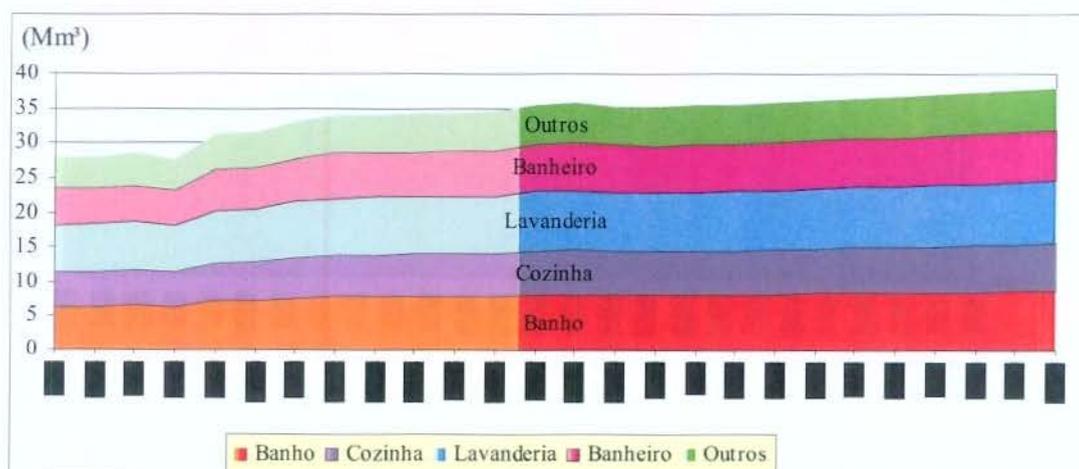


Figura 7.31: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de baixo crescimento.

No cenário de médio crescimento, projeta-se um crescimento de 14% no número de economias, 5% mais que no cenário de baixo crescimento. Com aumento da renda, as famílias adquirem novos aparelhos utilizadores de água, principalmente os de cozinha e lavanderia (Figura 7.32 e Apêndice 72); espera-se que os vasos sanitários (banheiro) tenham gradativa substituição por aparelhos economizadores. Os outros usos terão um crescimento de 5% em relação ao cenário anterior, denotando uma ampliação no número de residências com áreas externas, condomínios (calçamentos e jardins) e de apartamentos com maiores áreas.



Figura 7.32: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de médio crescimento.

No cenário de alto crescimento, os usos finais relativos aos equipamentos de banheiro (vasos sanitários) terão um crescimento, no final do período de projeção, de apenas 10% em relação ao cenário de baixo crescimento (Figura 7.33 e Apêndice 71), devido ao aumento do número de novas residências e de economias, com instalações hidrossanitárias mais eficientes. A tendência é de uma maior disciplina no uso da água e de iniciativas de conservação por parte do governo e da população que, neste cenário, consumirá 41,4 milhões de m<sup>3</sup>/ano, em 2020, 4,5% mais que no cenário tendencial (médio crescimento).

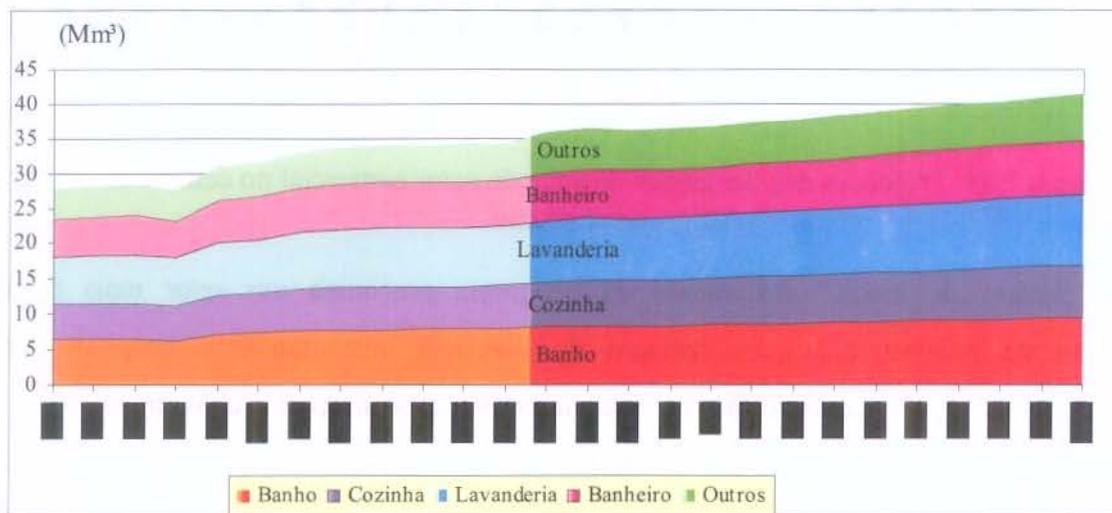


Figura 7.33: Projeções das demandas de água do setor residencial no cenário de alto crescimento.

### Setor comercial

A Figura 7.34 e o Apêndice 74 apresentam a projeção da demanda de água, no cenário de baixo crescimento da economia, para os usos finais considerados no setor comercial. Dependente do nível de atividade, o consumo cresce pouco, respondendo à projeção da evolução do número de empregados do setor, de 2,4% a.a. (por sua vez dependente do VA setorial). Os consumos de água terão um ligeiro crescimento de 0,4% a.a nos equipamentos de lavanderia e chuveiros (outros usos), para os usos de vasos sanitários (banheiro) e usos de cozinha (preparação de alimentos, bebida e lavagem de utensílios). O consumo total é 11% maior que no ano base de 2006.

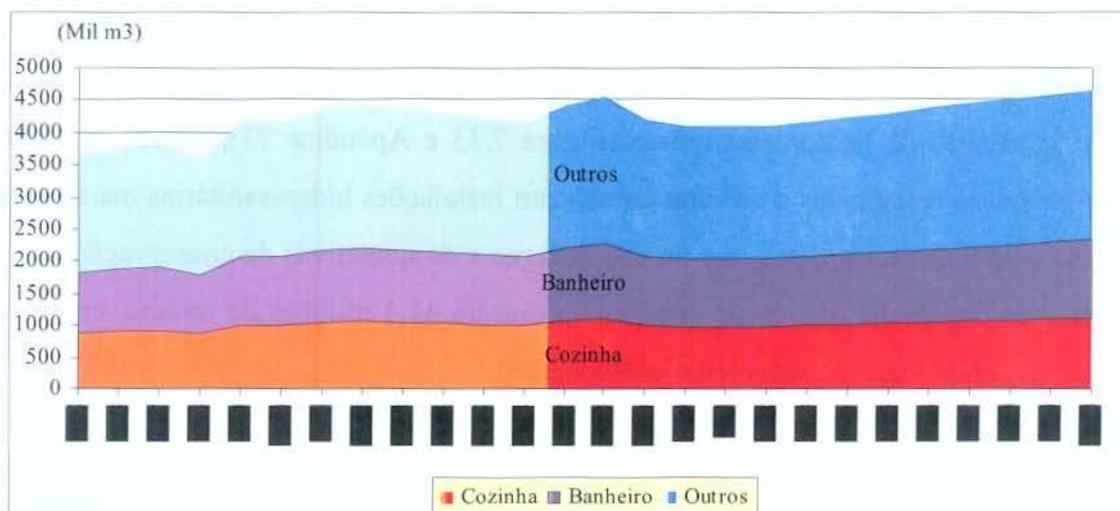


Figura 7.34: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de baixo crescimento.

O cenário de médio crescimento da economia preconiza um setor mais dinâmico, principalmente nas atividades de serviços de hotelaria, restaurantes e hospitais, grandes consumidores de água. Dessa forma, os equipamentos de lavanderia e chuveiros (outros usos) indicam um consumo 16% maior que no cenário de baixo crescimento (Figura 7.35 e Apêndice 72). Os equipamentos de cozinha apresentam, neste cenário, um consumo 25% maior que no cenário anterior.

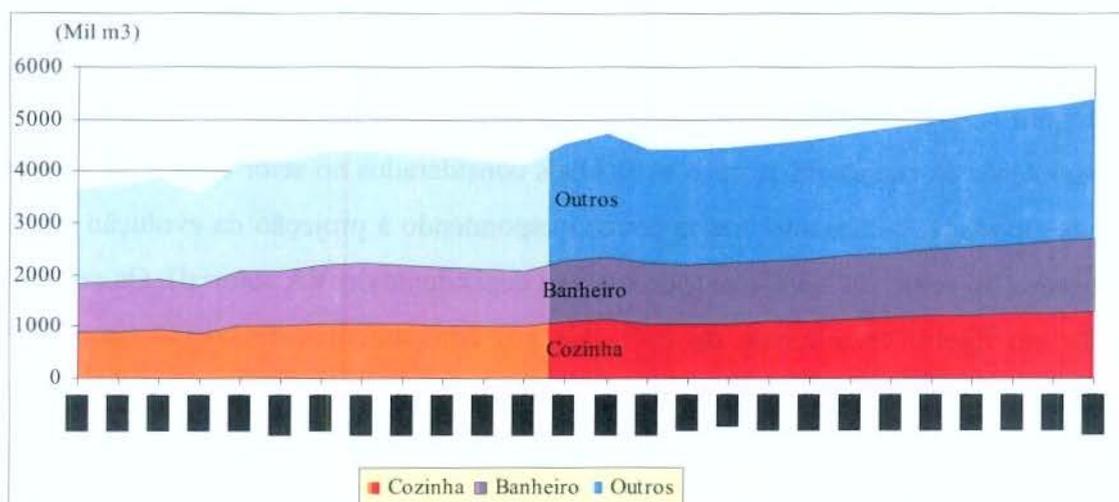


Figura 7.35: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de médio crescimento.

Com um ritmo de crescimento de 4% a.a. no contingente de empregados no comércio e serviços da região, fruto também de um crescimento acelerado do valor adicionado, no cenário

alto, o consumo total de água é 13% maior que no cenário tendencial e 31% maior que no cenário de baixo crescimento (Figura 7.36 e Apêndice 76). A elevação do consumo em outros usos (lavanderia, chuveiros, limpezas de áreas externas) denota um aumento das atividades de serviços de hospedagem e hospitais, mas com utilização de equipamentos mais eficientes do que no cenário de baixo crescimento.

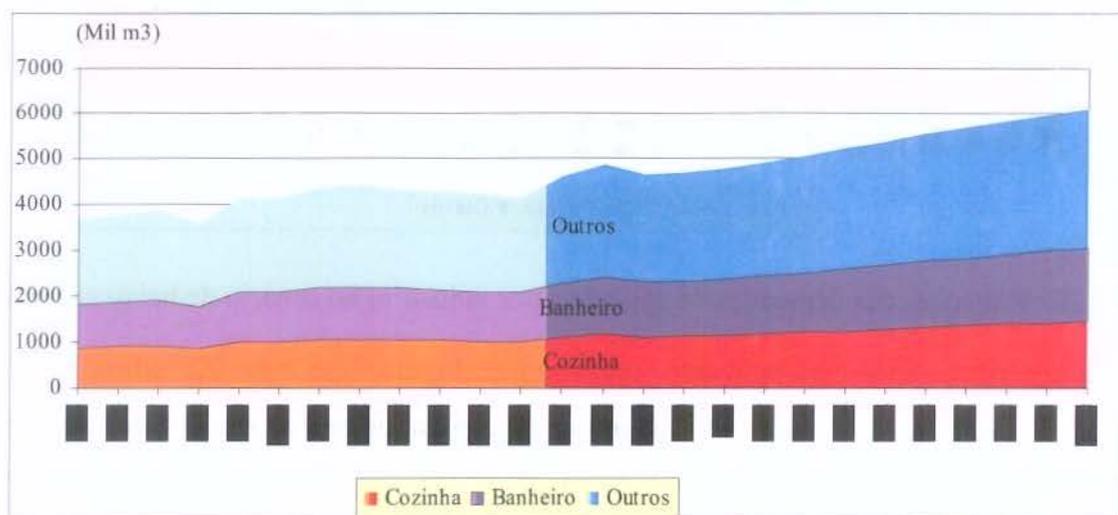


Figura 7.36: Projeções das demandas de água do setor comercial no cenário de alto crescimento.

### Setor industrial

A Figura 7.37 e o Apêndice 77 mostram as projeções das demandas dos usos finais de água no setor industrial, no cenário de baixo crescimento da economia, caracterizado por um baixo dinamismo. Não há investimentos em novos equipamentos e o aumento da demanda é reflexo do crescimento do setor. Dessa forma, o consumo de água nos processos e para resfriamento – os principais usos, apresentam uma taxa de crescimento nos patamares de 3,6% a.a. no período de projeção.

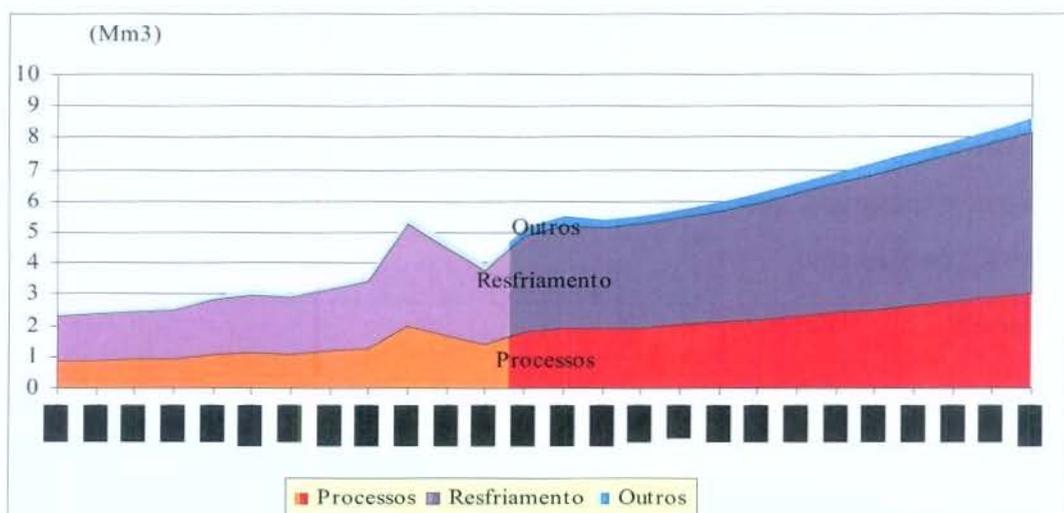


Figura 7.37: Projeções das demandas de água do setor industrial no cenário de baixo crescimento.

No cenário de médio crescimento, mostrado na Figura 7.38 e no Apêndice 78, o valor adicionado da indústria, em média, 8% maior que no cenário de baixo crescimento, conduz a um crescimento das unidades de produção e há incorporação de equipamentos mais modernos e eficientes, com um aumento no consumo total de água de 12,5% em relação ao cenário anterior.

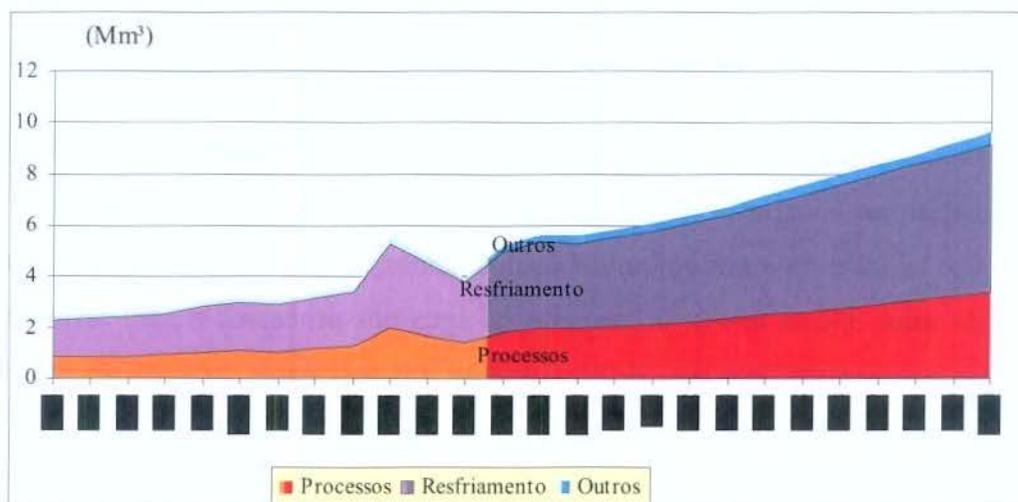


Figura 7.38: Projeções das demandas de água do setor industrial, no cenário de médio crescimento.

Um consumo de água total 11% maior que no cenário tendencial é resposta ao ritmo acelerado do setor industrial no cenário de alto crescimento da economia. A expansão de unidades fabris é esperada, contando com modernos e eficientes equipamentos de uso final, melhorando o consumo por unidade produzida. Conforme a Figura 7.39 e o Apêndice 79, o

consumo de água nos processos atinge a marca de três milhões e 750 mil metros cúbicos anuais, um valor duas vezes e meia maior que o verificado no ano de 2006.

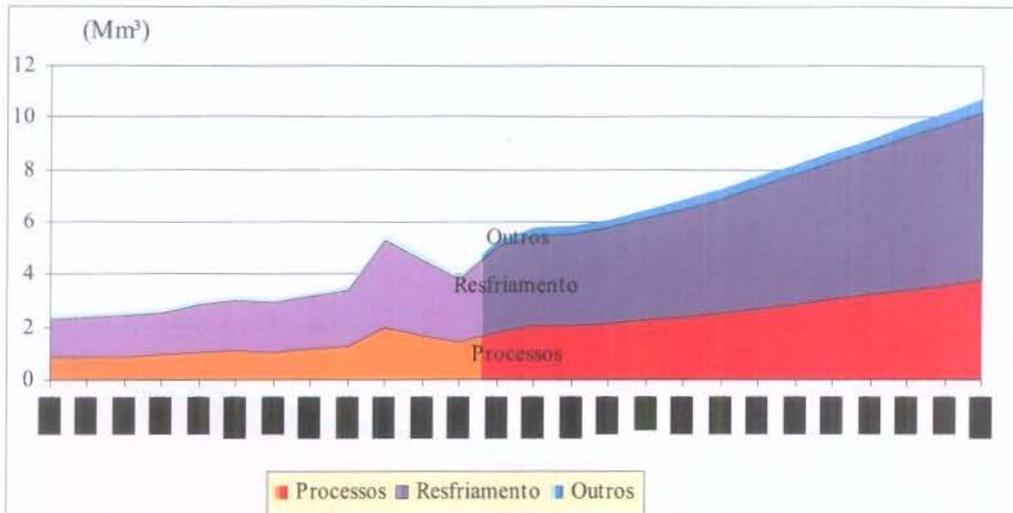


Figura 7.39: Projeções das demandas de água do setor industrial, no cenário de alto crescimento.

### Irrigação

O cenário de baixo crescimento da economia indica que as projeções do setor agrícola apresentam uma forte expansão da soja, requerendo dois terços da água de irrigação, no fim do período de projeção, 10% a mais que no início do período (Figura 7.40 e o Apêndice 80). O cultivo do milho, que também experimenta um aumento na área plantada de 39%, entre 2006 e 2020, apresentando um consumo de água crescente de 3% a.a.

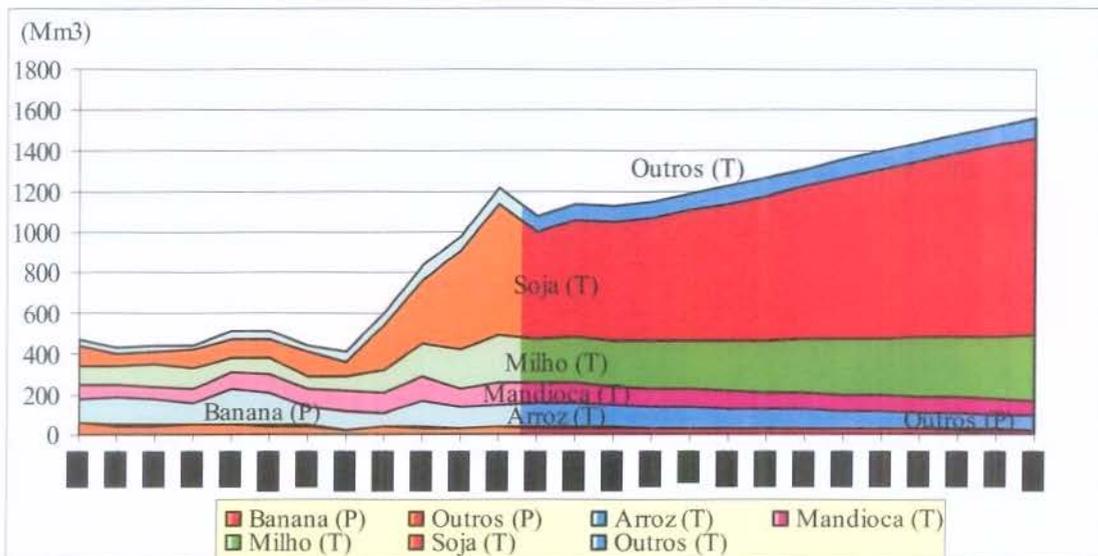


Figura 7.40: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de baixo crescimento.

Um valor adicionado 6,8% maior que no cenário de baixo crescimento, permite, no cenário médio, a manutenção da produtividade e de investimentos em melhorias no setor agropecuário. A demanda total de água para irrigação, no cenário de médio crescimento é, em média, 7% maior que no cenário anterior. A soja continuará a expandir a produção à frente dos demais cultivos, o que requererá a utilização de equipamentos de irrigação mais eficientes (Figura 7.41 e Apêndice 81).

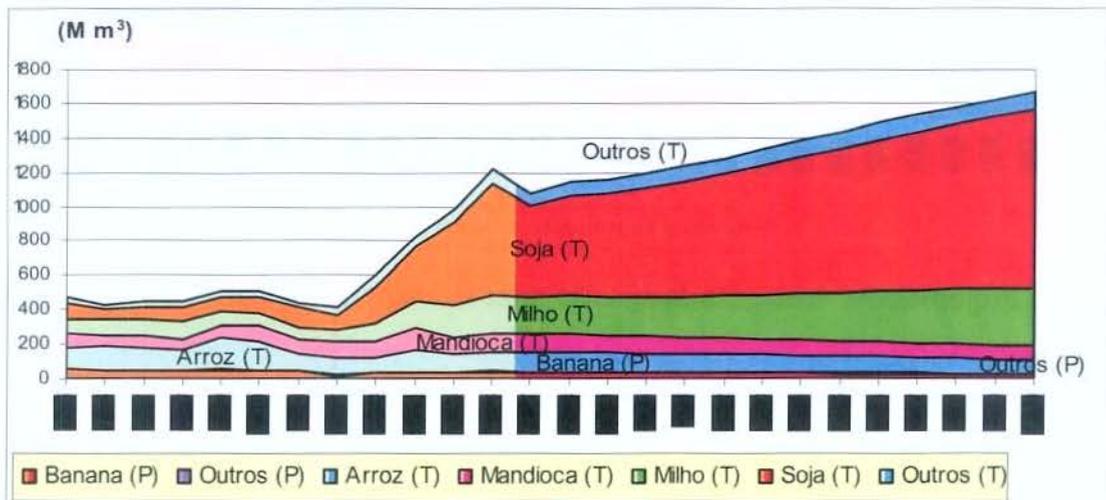


Figura 7.41: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de médio crescimento.

O cenário de alto crescimento, como comentado anteriormente, guarda similaridade com o de médio crescimento, com altos níveis de produtividade somados ao emprego de melhores técnicas agro florestais e caminhando para um modelo de desenvolvimento sustentável do setor agropecuário. A área plantada requererá uma demanda de água para irrigação da ordem de 1,8 bilhões de m<sup>3</sup>, uma vez e meia maior que a demanda requerida no ano de 2006 (Figura 7.42 e Apêndice 82).

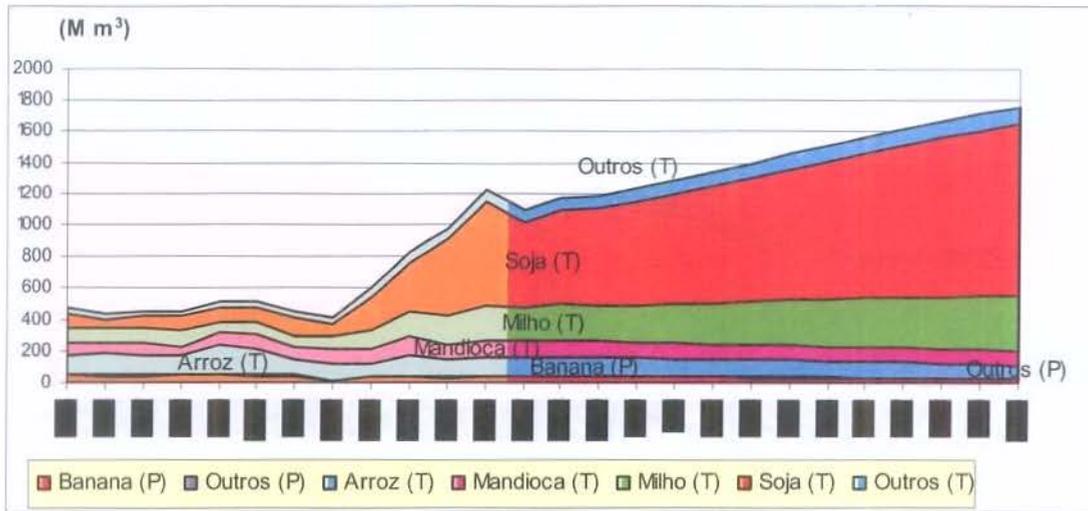


Figura 7.42: Projeções das demandas de água para irrigação das culturas permanentes e temporárias, no cenário de alto crescimento.

### Dessedentação de rebanhos

Na Figura 7.43, na Figura 7.45 e do Apêndice 83 até o Apêndice 85 são mostradas as projeções das demandas de água para dessedentação, nos três cenários. A demanda no cenário alto é 4,2% maior que no cenário baixo, dado o aumento das atividades como comentado na seção 7.2. O predomínio do manejo de bovinos em todos os cenários conduz o aumento do consumo de água no setor agropecuário.

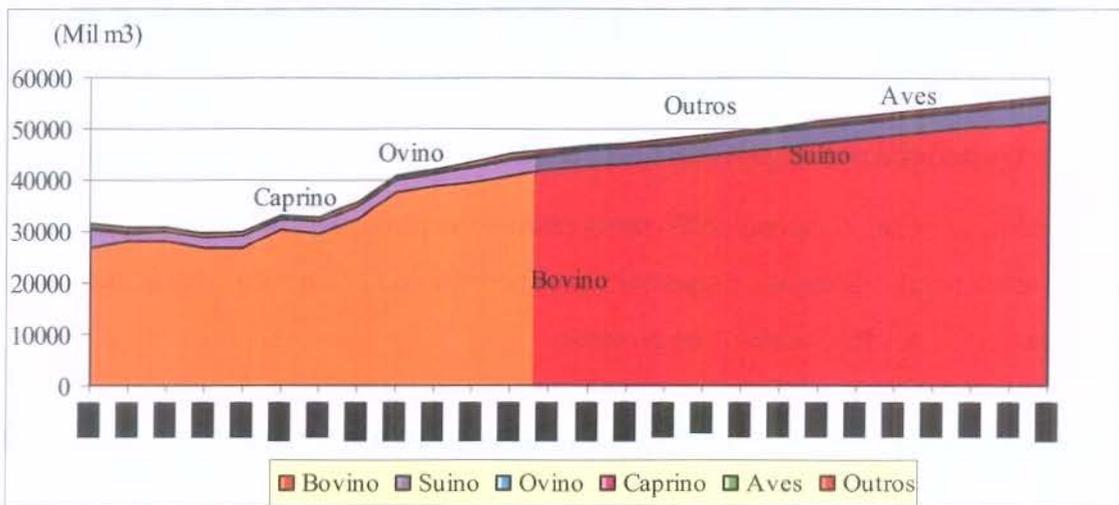


Figura 7.43: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de baixo crescimento.

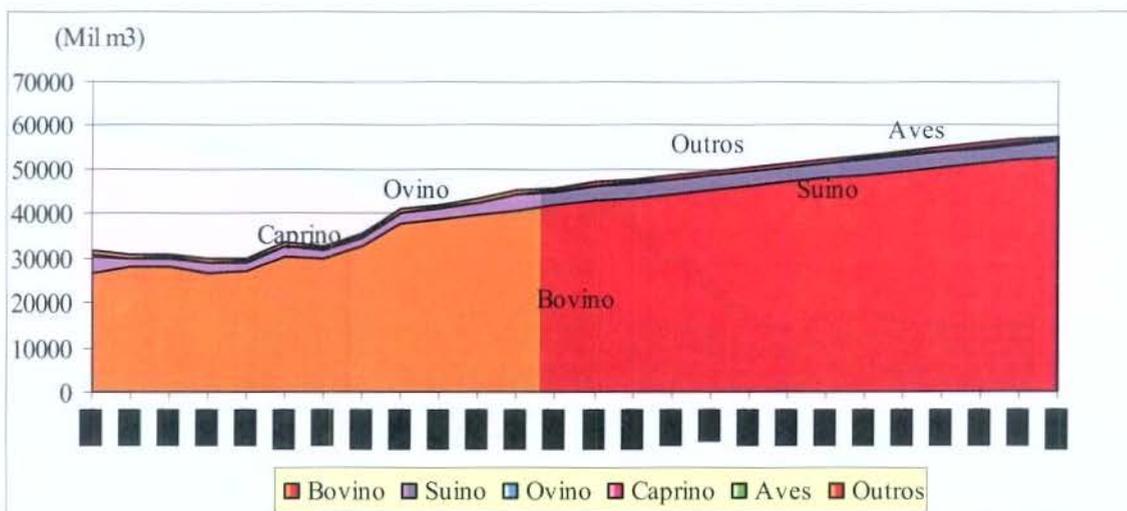


Figura 7.44: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de médio crescimento.

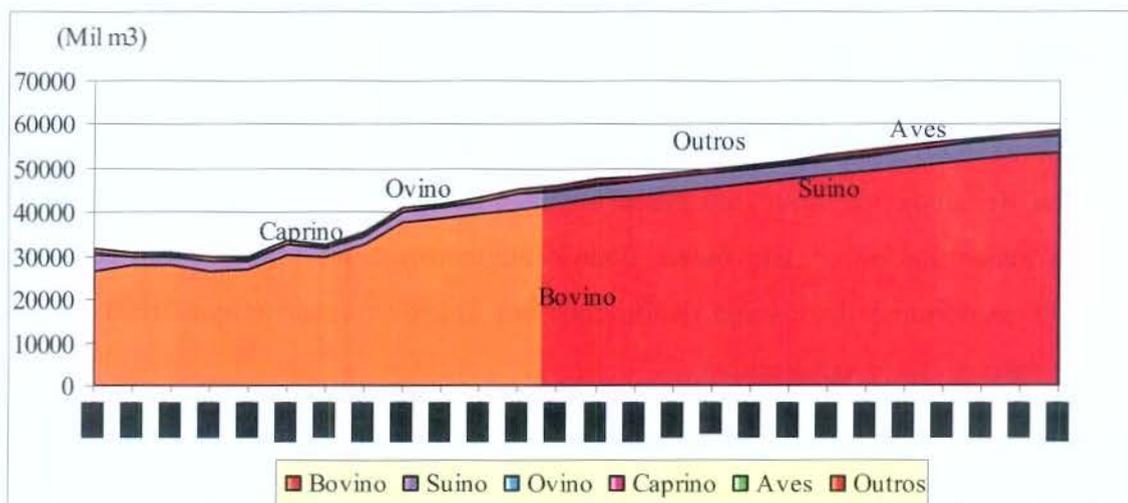


Figura 7.45: Projeções das demandas de água para dessedentação, no cenário de alto crescimento.

Do Apêndice 86 até o Apêndice 88 apresentam-se as projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e Planalto da Serra, nos três cenários de projeção.

#### 7.8.10 Projeções das demandas de energia, por usos finais nos setores da economia da bacia

Nesta seção, as projeções são apresentadas por cenário econômico, por setor e por uso final. Em relação à forma de apresentação, para os usos finais em que se considerou apenas um

energético (como principal, ou por falta ou imprecisão de dados), os resultados foram mostrados através de tabelas, figurando-se gráficos para os usos finais com mais de um energético.

Foram utilizados para estas projeções, os níveis de penetração de equipamentos nos usos finais, por energético, constantes da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Classe Residencial, Região Centro-Oeste, do PROCEL/ELETROBRÁS, Ano-base 2005, 2007, e comparadas à pesquisa da concessionária de energia elétrica local, em 2007, conforme descrito no Capítulo 6. Como não há uma pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso representativa para outros setores da economia da região da bacia do rio Cuiabá, que sustentasse e permitisse alterar, com bom grau de confiabilidade, o nível de penetração de equipamentos de uso final, considerou-se, na simulação, um nível de penetração de equipamentos, de 100%, mudando-se apenas o parâmetro de participação do uso final, de acordo com o Capítulo 4 e o Capítulo 6.

#### Cenário de baixo crescimento da economia

##### □ Setor residencial

Tabela 7.18: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros usos
2007	719.634	526.824	42.725	404.941	237.407
2008	721.353	528.069	42.826	405.898	237.968
2009	704.081	515.412	41.799	396.168	232.264
2010	697.728	510.748	41.421	392.584	230.162
2011	694.094	508.075	41.204	390.529	228.957
2012	691.663	506.282	41.059	389.151	228.150
2013	690.269	505.249	40.975	388.357	227.684
2014	690.756	505.593	41.003	388.621	227.839
2015	691.213	505.914	41.029	388.868	227.984
2016	691.639	506.213	41.053	389.098	228.118
2017	692.034	506.489	41.076	389.310	228.243
2018	692.401	506.744	41.096	389.506	228.358
2019	692.744	506.983	41.116	389.690	228.465
2020	693.067	507.206	41.134	389.862	228.566

A evolução, modernização e diversificação do uso final de eletricidade, dentre outros fatores, tem influenciado a demanda de energia no setor residencial, cujo perfil está condicionado

a vários fatores como os socioeconômicos, demográficos, comportamentais, climáticos etc. A eletricidade continua sendo o principal energético utilizado nas residências mato-grossenses, com destinações importantes para iluminação, refrigeração, condicionamento de ar e aquecimento de água.

O cenário de baixo crescimento da economia (Tabela 7.18 e Apêndice 89) preconiza uma suave redução no consumo energético de iluminação (0,27% a.a.), que tem participação relativa de 14% na composição do consumo total de eletricidade, sugerindo que haverá boa participação de lâmpadas eficientes no médio e longo prazo. Embora varie significativamente o consumo dos aparelhos de refrigeração (geladeiras e “freezers”) (17-72 kWh/mês), a tendência verificada é de redução da demanda energética total destes equipamentos com a substituição ao longo do tempo dos aparelhos antigos e menos eficientes por refrigeradores eficientes. O condicionamento de ar requer 20,0% da eletricidade consumida no setor (uso final dominado pelos municípios de Cuiabá e de Várzea Grande), e a tendência verificada é a de ligeira diminuição na demanda total. Considerando que o tempo de uso permaneça o mesmo, durante todo o dia, o cenário induz que os aparelhos terão uma potência menor e um consumo médio típico de 159 kWh/mês<sup>30</sup>. Os chuveiros elétricos e ferro de passar (aquecimento direto) constituem a maior participação no consumo de eletricidade (29%) que, neste caso, é função mais do número de moradores do que do índice de posse. Neste cenário, este uso final experimenta, também, uma redução na demanda, dado que o número de moradores não cresce significativamente, na região, e a tendência é a de utilização de chuveiros com potências inferiores a 4.000 Watts. Os outros usos finais referem-se aos outros aparelhos eletrodomésticos. Entre estes, o televisor, a lavadora de roupas e o ventilador são os mais utilizados e a redução na demanda total só ocorre por causa do aumento de eficiência desses aparelhos.

A Figura 7.46 e o Apêndice 90 mostram a projeção da demanda de energia no uso final calor de processo no setor residencial da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. O GLP é o principal energético utilizado neste uso final, seguido da lenha e de um consumo crescente de carvão vegetal (6,5% a.a.). Neste cenário, há uma expectativa de manutenção na taxa de utilização de fogões a lenha, embora com declínio do consumo deste energético. Mesmo com

---

<sup>30</sup> Cidades com temperaturas médias de 26° C anuais. Estudos relativos a posse e hábitos e análise da estrutura de consumo de eletricidade no setor residencial de cidades com estas temperaturas podem ser encontrados na tese de doutorado de Pompermayer (1997).

um aumento no nível de urbanização dos municípios, observa-se que o GLP mantém um consumo quase constante, sendo a lenha substituída pelo carvão, principalmente nos municípios mais distantes da bacia mediana.

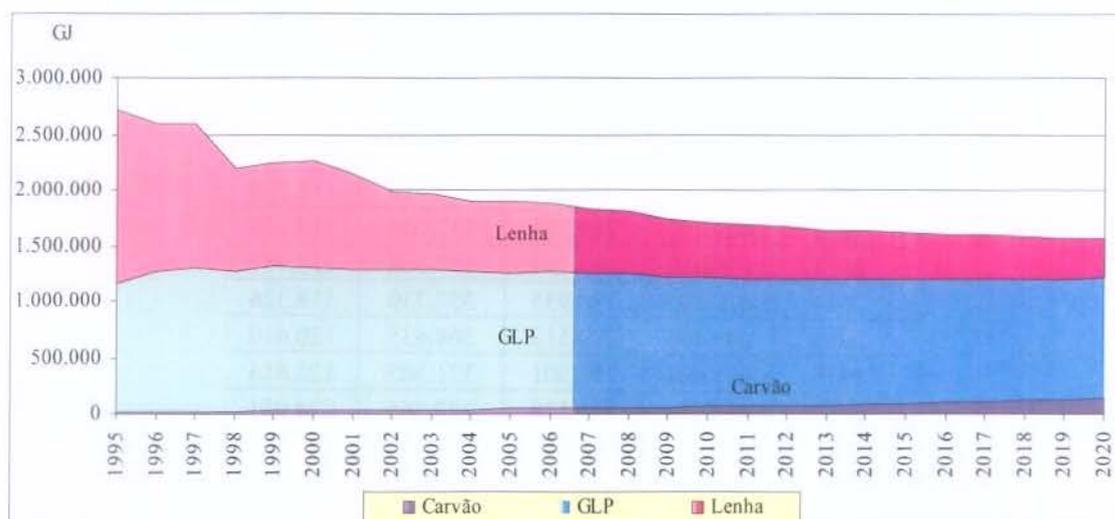


Figura 7.46: Projeção da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

#### □ Setor comercial

As hipóteses relacionadas com o consumo de energia, majoritário de eletricidade, neste setor, nos usos finais de iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz supõem uma previsão conservadora para a expansão das atividades de comércio e serviços na região, conforme a Tabela 7.19 e o Apêndice 89. Devido a esse ritmo, o uso final iluminação apresenta um pequeno crescimento na metade da série, e mais significativo nos cinco anos finais do período (cresce 7% entre 2016 e 2020). O aumento de instalações de refrigeração acompanha o ritmo da economia também, e mantém-se apenas 6% acima dos patamares do ano 2007. O uso final ar condicionado é requisito obrigatório de conforto nas grandes lojas e shoppings da região. Mesmo com baixa atividade econômica no comércio, sua utilização é constante e mantém praticamente o mesmo nível de 2007, com uma taxa de crescimento no período de 0,5% a.a. A força motriz representa apenas 8,5% do consumo total entre esses usos finais, com modesto crescimento no consumo refletido pelo cenário de baixo crescimento da economia. Em termos de consumo, a maioria dos motores elétricos responde pela execução de serviços transporte vertical e de bombeamento de água; outros estão instalados em pequenas empresas prestadoras de serviço mecânico, elétrico, manutenção e reparos.

Tabela 7.19: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz
2007	646.905	300.466	372.005	123.048
2008	666.566	309.008	382.581	126.546
2009	615.633	284.857	352.680	116.656
2010	605.490	279.638	346.219	114.519
2011	605.217	278.994	345.421	114.255
2012	609.112	280.274	347.006	114.779
2013	616.480	283.151	350.568	115.957
2014	630.200	288.935	357.730	118.326
2015	643.495	294.513	364.635	120.610
2016	656.401	299.901	371.305	122.816
2017	668.954	305.118	377.765	124.953
2018	681.196	310.185	384.038	127.028
2019	693.168	315.122	390.151	129.050
2020	704.909	319.949	396.128	131.027

Considerou-se, neste setor, a participação exclusiva de GLP no uso final calor de processo, pela imprecisão da destinação da lenha e do carvão vegetal para cada setor da economia. No entanto, admite-se que existe a concorrência de outros energéticos como a lenha e, em menor escala, do carvão para os diversos serviços. A Tabela 7.20 e o Apêndice 92 mostram que, neste cenário, o GLP atinge, no final do período, valores de 141 GJ, 1,5% menor que os de 2007, denotando uma estabilização de atividades do setor de serviços.

Tabela 7.20: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Calor de processo
2007	184
2008	194
2009	184
2010	184
2011	188
2012	193
2013	200
2014	208
2015	216
2016	224
2017	233
2018	241
2019	249
2020	257

A Figura 7.47 e o Apêndice 93 apresentam as projeções dos energéticos nos outros usos finais no setor comercial, com uma participação expressiva de eletricidade no início do período de projeção e de óleo combustível no final (47% do total). Observa-se que a partir de 2002, houve uma penetração significativa do óleo combustível para utilização em geradores de emergência, dado o efeito da crise energética – racionamento de eletricidade pelo qual passou o País naquele ano. No entanto, projeta-se que equipamentos como caldeiras e fornos, calandras em lavanderias, hospitais e hotéis constituem os principais demandantes destes energéticos neste uso final, ao longo do período de projeção.

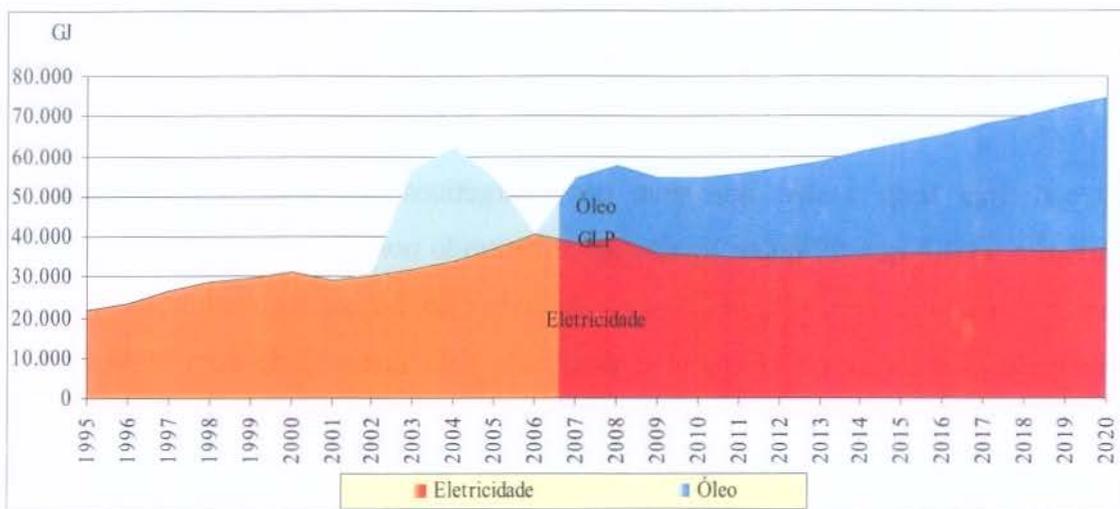


Figura 7.47: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

#### □ Setor industrial

A Tabela 7.21 e o Apêndice 94 apresentam as projeções de demanda de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração. Ainda que com um cenário de baixo crescimento, o setor mostra que será alavancado na região, mesmo que modicamente, principalmente no que se refere à agroindústria. Neste ritmo, novas instalações aumentam o consumo de iluminação e refrigeração industrial em quase três vezes no período, mantendo, cada uso final, a sua participação cativa.

Tabela 7.21: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração
2007	47.456	175.412
2008	52.265	192.873
2009	53.052	195.457
2010	56.365	207.329
2011	60.560	222.404
2012	65.363	239.665
2013	70.814	259.246
2014	77.276	282.469
2015	84.244	307.475
2016	91.759	334.405
2017	99.865	363.413
2018	108.609	394.667
2019	118.043	428.347
020	128.221	464.645

O uso final força motriz apresenta três energéticos principais: a eletricidade, o óleo combustível e o GLP que foi quase totalmente substituído nos últimos anos, assim como o óleo combustível. De acordo com a Figura 7.48 e o Apêndice 95, há pouca substituição de energéticos no período de projeção, cujo consumo é dominado pela eletricidade com 99% do total. Os motores elétricos respondem por 60% do consumo de eletricidade da indústria da bacia e o parque de equipamentos é composto, na sua maioria, por motores convencionais de diversas potências.

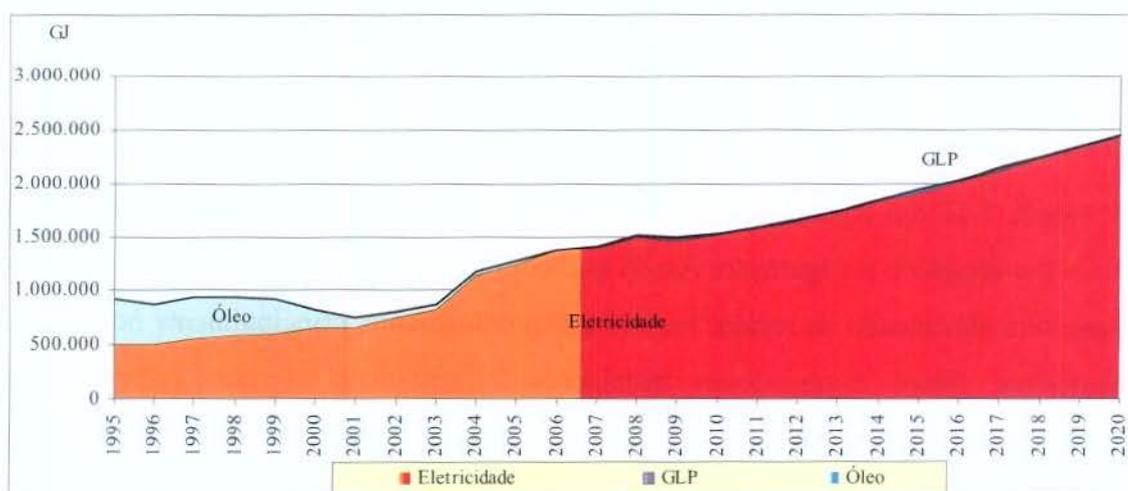


Figura 7.48: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

No uso final aquecimento direto a eletricidade continuará majoritária neste cenário, com 84,0%, consumo motivado pela oferta, garantia de fornecimento e pela elevada eficiência do energético nos equipamentos. O segundo energético mais utilizado é o GLP, com modesto crescimento, seguido da lenha (decrecendo a 5,3% a.a.), com 8,2% e 6,7%, respectivamente de participação cada um, conforme a Figura 7.49 e o Apêndice 96. Deslocado pela eletricidade, o consumo do óleo combustível decrescerá a uma taxa de 7,5% a.a. A utilização do gás natural na indústria dependerá da disponibilidade do energético através do gasoduto Bolívia-Brasil Lateral Cuiabá, dos investimentos necessários em “City Gates” e dos investimentos do próprio setor, especialmente dos Distritos Industriais existentes nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Atualmente, não há consumo desse energético na indústria da região, com uma perspectiva de atingirem-se, futuramente, mercados potenciais em vários segmentos industriais como os de alimentos e bebidas, têxtil, cerâmica e vidro, para produção de calor de processo e aquecimento direto.

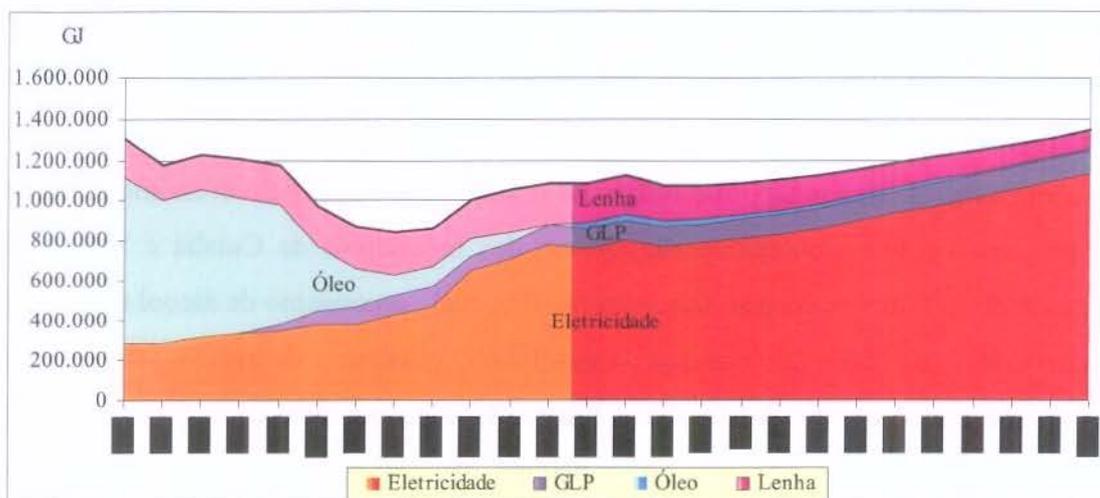


Figura 7.49: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

A lenha substitui o GLP e o óleo combustível a uma taxa de 2% a.a. no uso final calor de processo produzido por caldeiras no cenário de baixo crescimento, conforme mostram a Figura 7.50 e o Apêndice 97. O bagaço de cana mantém um crescimento de 6% a.a. O óleo combustível mantém uma participação, no final do período, de 13% no consumo total, pela manutenção das caldeiras convencionais a óleo e pouca disposição para troca por caldeiras operadas por combustíveis mais eficientes.

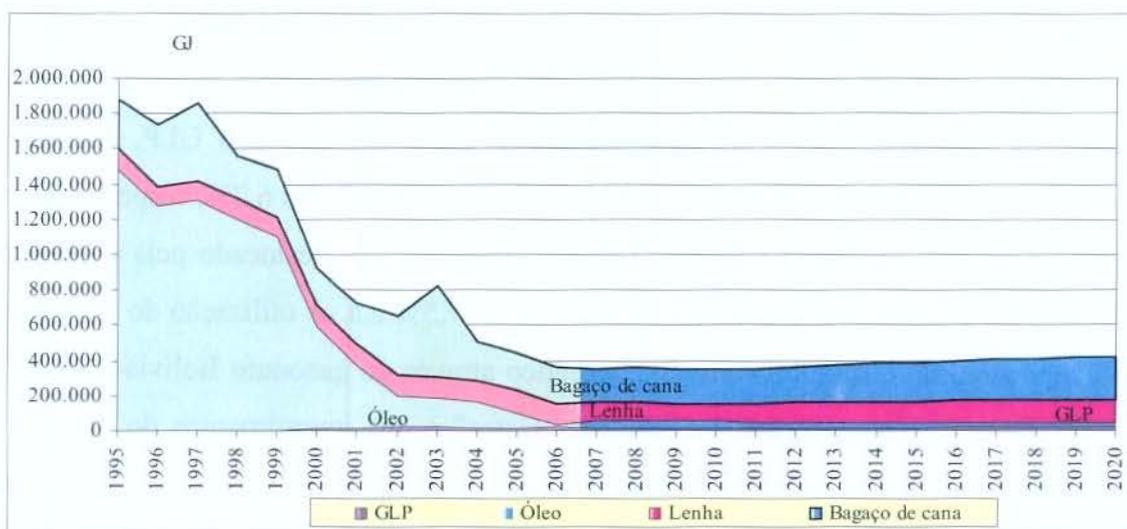


Figura 7.50: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

#### □ Setor de transporte

A Figura 7.51 e o Apêndice 98 mostram, para o cenário de baixo crescimento da economia, a tendência de aumento no consumo de óleo Diesel, da ordem de 2,5% a.a., motivado em boa parte, pela aquisição de veículos comerciais leves com motores a ciclo Diesel, como se verifica com as camionetas de uso misto, que rodam na região; bem como pelo crescimento da frota de ônibus, principalmente no conglomerado urbano dos municípios de Cuiabá e Várzea Grande. Com o aumento da comercialização dos veículos flex-fuel, o consumo de álcool representará, no final do período, quase 50% do consumo de gasolina. O querosene de aviação, consumido quase exclusivamente no aeroporto de Cuiabá - Várzea Grande por pequenas e médias aeronaves, apresenta uma estabilização, uma vez que a maioria das grandes aeronaves já não abastece em Cuiabá, e não se projetam alterações neste cenário.

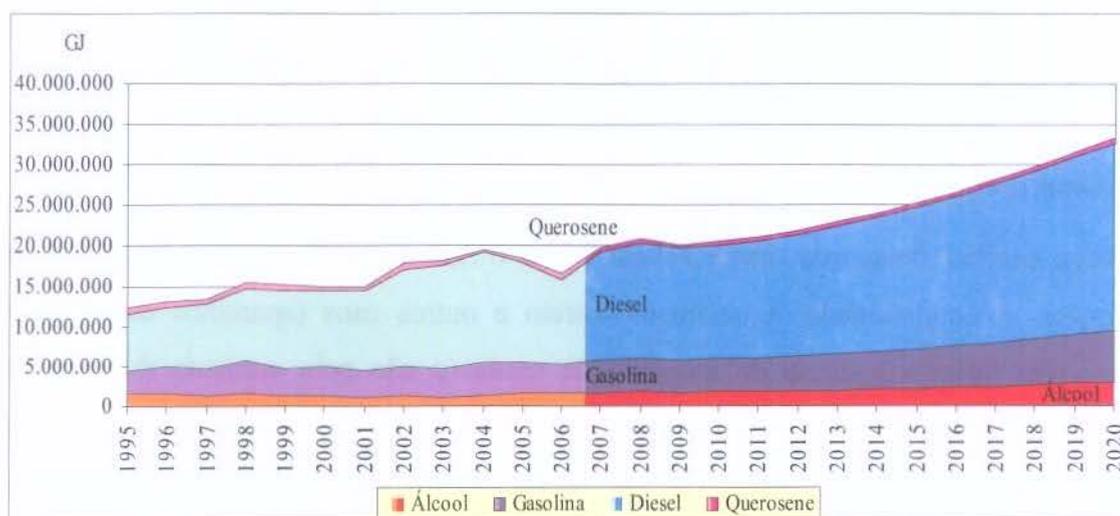


Figura 7.51: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia.

#### □ Setor agropecuário

Para o setor agropecuário, considerou-se o principal energético a eletricidade. Neste cenário de baixo crescimento da economia, é assumida uma manutenção dos seus parâmetros de crescimento, com elevação do consumo de energia que atingirá valores, no final do período de projeção, 100% maiores que no início do período. Os motores elétricos são o principal uso final do setor, principalmente para os serviços de irrigação, com 85% de participação, seguidos dos equipamentos de refrigeração, com 10%, conforme a Tabela 7.22 e o Apêndice 99.

Tabela 7.22: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de baixo crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Força motriz	Outros usos
2007	4.435	12.881	109.618	1.546
2008	4.809	13.947	118.691	1.674
2009	4.889	14.159	120.491	1.699
2010	5.143	14.872	126.559	1.785
2011	5.451	15.741	133.954	1.889
2012	5.794	16.706	142.170	2.005
2013	6.172	17.772	151.239	2.133
2014	6.610	19.005	161.734	2.281
2015	7.070	20.300	172.752	2.436
2016	7.554	21.660	184.323	2.599
2017	8.063	23.088	196.475	2.771
2018	8.599	24.588	209.241	2.951
2019	9.162	26.164	222.652	3.140
2020	9.755	27.820	236.746	3.338

## Cenário de médio crescimento da economia

### □ Setor residencial

Neste cenário, de acordo com a Tabela 7.23 e o Apêndice 100, os usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos (aparelhos eletrodomésticos diversos) têm influência direta do aumento da renda (e não pelo aumento do tamanho das famílias) e uma maior distribuição entre as classes de consumidores. Há um aumento na aquisição de aparelhos de climatização (ar condicionado) e de refrigeração eficientes, mas elevando pouco o consumo, no período, na ordem de 0,03% a.a.. Os chuveiros elétricos, lâmpadas e outros aparelhos eficientes terão seu estoque aumentado no período de projeção, com pequeno crescimento do consumo total.

Tabela 7.23: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros usos
2007	737.571	529.002	42.901	406.615	238.388
2008	742.398	532.336	43.172	409.178	239.891
2009	727.895	521.812	42.318	401.088	235.148
2010	724.311	519.118	42.100	399.018	233.934
2011	723.367	518.318	42.035	398.403	233.574
2012	723.543	518.321	42.035	398.404	233.575
2013	724.677	519.010	42.091	398.934	233.885
2014	727.632	521.002	42.253	400.466	234.783
2015	730.479	522.917	42.408	401.937	235.646
2016	733.220	524.755	42.557	403.350	236.474
2017	735.861	526.521	42.700	404.707	237.270
2018	738.408	528.219	42.838	406.013	238.035
2019	740.869	529.856	42.971	407.271	238.773
2020	743.252	531.437	43.099	408.486	239.485

A Figura 7.52 e o Apêndice 101 mostram, para o cenário de médio crescimento da economia, que o GLP mantém uma posição constante de consumo em relação à lenha que é parcialmente substituída pelo carvão vegetal (à taxa de 7% a.a.), uma vez que o GLP e a lenha são complementares nas residências dos municípios menores da bacia.

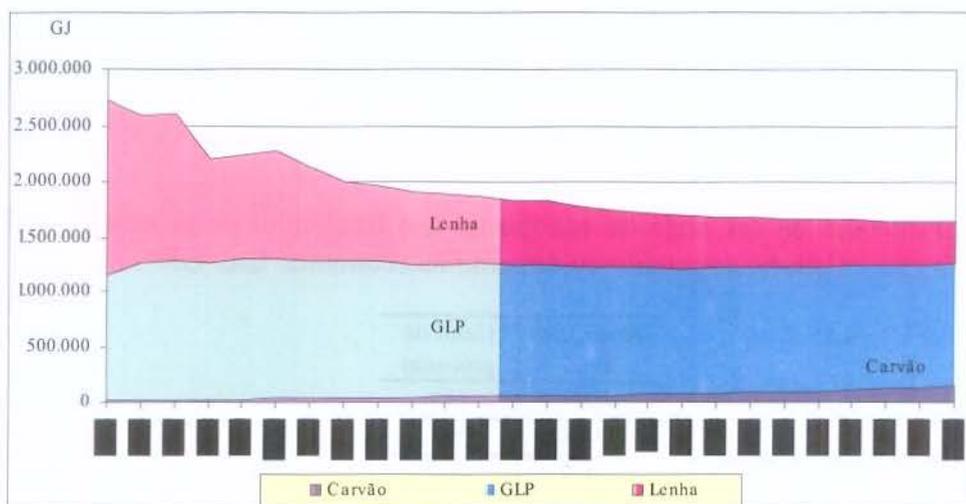


Figura 7.52: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

#### □ Setor comercial

O cenário de médio crescimento da economia já considera um reforço na modernização das atividades comerciais e de serviços, com o emprego de novos e mais eficientes equipamentos consumidores de energia elétrica. Mas o impulso econômico é moderado, com um crescimento na classe de serviços. O consumo no uso final iluminação, neste cenário, é 25% maior do que o verificado no final da série histórica, e os equipamentos de ar condicionado apresentam um consumo 13% maior no mesmo período, conforme a Tabela 7.24 e o Apêndice 102.

Tabela 7.24: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Uso final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz
2007	658.136	305.682	378.463	125.184
2008	688.297	319.082	395.054	130.672
2009	647.842	299.760	371.131	122.759
2010	647.136	298.872	370.032	122.395
2011	655.640	302.238	374.199	123.774
2012	667.770	307.265	380.423	125.832
2013	682.891	313.653	388.333	128.449
2014	703.899	322.725	399.565	132.164
2015	724.124	331.415	410.323	135.722
2016	743.635	339.757	420.651	139.138
2017	762.501	347.786	430.592	142.426
2018	780.789	355.535	440.186	145.600
2019	798.570	363.039	449.477	148.673
2020	815.903	370.329	458.502	151.658

A Tabela 7.25 e o Apêndice 103 apresentam a projeção da demanda de GLP no uso final calor de processo, indicando um aumento de 12% no período de projeção, especialmente pelo crescimento do setor de serviços de hotéis e restaurantes.

Tabela 7.25: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano / Uso final	Calor de processo
2007	188
2008	201
2009	193
2010	197
2011	204
2012	212
2013	221
2014	232
2015	243
2016	254
2017	265
2018	276
2019	287
2020	297

O alto grau de heterogeneidade das atividades de comércio engloba o comércio varejista, o serviço de comunicações e telecomunicações, os serviços de alojamento e alimentação, de reparo, manutenção e conservação, os clínicos-hospitalares, serviços de ensino, de higiene, os serviços comerciais, de diversões, escritórios de gerência e administração, as entidades financeiras, as cooperativas, e as fundações/entidades/associações de fins não lucrativos, e os serviços públicos. Por consequência, há uma grande variedade de usos finais inseridos na classe “outros usos” que consomem, principalmente eletricidade e óleo combustível. Neste cenário, estas atividades sofrem impacto direto da evolução do produto interno bruto, encontrando condições favoráveis para expansão de suas atividades e o destaque é para o aumento do consumo em caldeiras e equipamentos de lavanderias, de hotéis, de óleo combustível, ainda competitivo neste setor, a uma taxa de 6,5% a.a., conforme mostram a Figura 7.53 e o Apêndice 104.

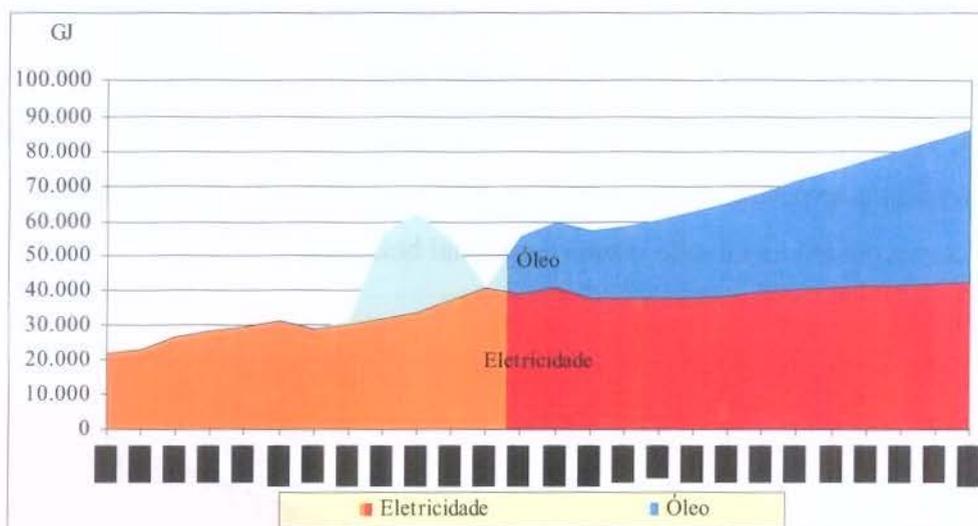


Figura 7.53: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

#### □ Setor industrial

A Tabela 7.26 apresenta as projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração no setor industrial da bacia, e o Apêndice 94 e o Apêndice 105, para os municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, indicando que a expansão do parque instalado, com a tendência da elevação do valor adicionado do setor, propiciará a entrada de unidades produtivas modernas e, por conseguinte, aumento desses usos finais e do consumo de eletricidade. Com a mesma participação em relação ao ano base, neste cenário, os consumos para iluminação e refrigeração serão, no último ano de projeção, 12% maiores que no cenário de baixo crescimento da economia.

Tabela 7.26: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos finais	Iluminação	Refrigeração
2007	48.060	177.645
2008	53.532	197.548
2009	55.085	202.949
2010	59.209	217.790
2011	64.281	236.071
2012	70.038	256.806
2013	76.525	280.153
2014	84.110	307.449
2015	92.301	336.881
2016	101.148	368.623
2017	110.705	402.861
2018	121.029	439.799
2019	132.182	479.654
2020	144.232	522.664

O uso final força motriz tem predomínio da eletricidade com pouca participação do GLP e do óleo combustível que, juntos apresentam um consumo médio no período de projeção em torno de 30.000 GJ, 1% do total consumido nesse uso final, conforme a Figura 7.54 e o Apêndice 106. Neste cenário há uma expectativa de penetração, embora módica, de motores elétricos eficientes, coadunando com a tendência de todo o setor industrial brasileiro.

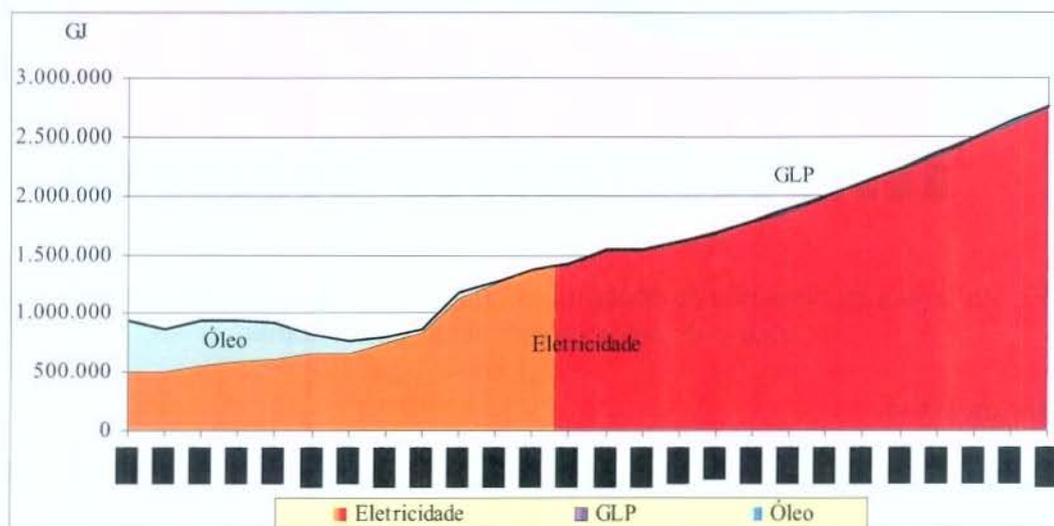


Figura 7.54: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

No uso final aquecimento direto, projeta-se uma maior participação da eletricidade, mas com uma tendência de composição de manutenção de consumos importantes de lenha e de GLP, com diminuição da participação do óleo combustível (7 % a.a.) (Figura 7.55 e Apêndice 107). Esta propensão está ligada aos processos de queima direta em grandes empresas de fabricação de cerâmica vermelha na região do município de Várzea Grande que possuem disponibilidade e vem expandindo suas áreas de plantação de eucalipto.

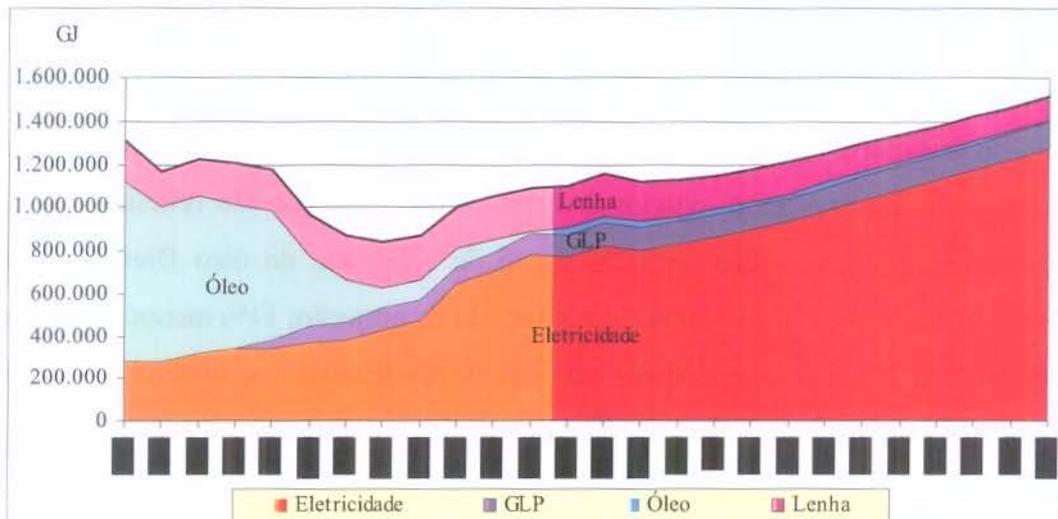


Figura 7.55: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

Este cenário projeta para o uso final calor de processo um aumento de 3,5% a.a. para os consumos dos principais energéticos utilizados, de acordo com a Figura 7.56 e o Apêndice 108. A lenha, pela disponibilidade das florestas de eucalipto, garante participação majoritária para utilização em caldeiras, principalmente das indústrias de alimentos e bebidas da região. O óleo combustível apresenta participação decrescente em razão da sua substituição e pela troca de equipamentos antigos e ineficientes por outros mais modernos num cenário de crescimento moderado da economia.

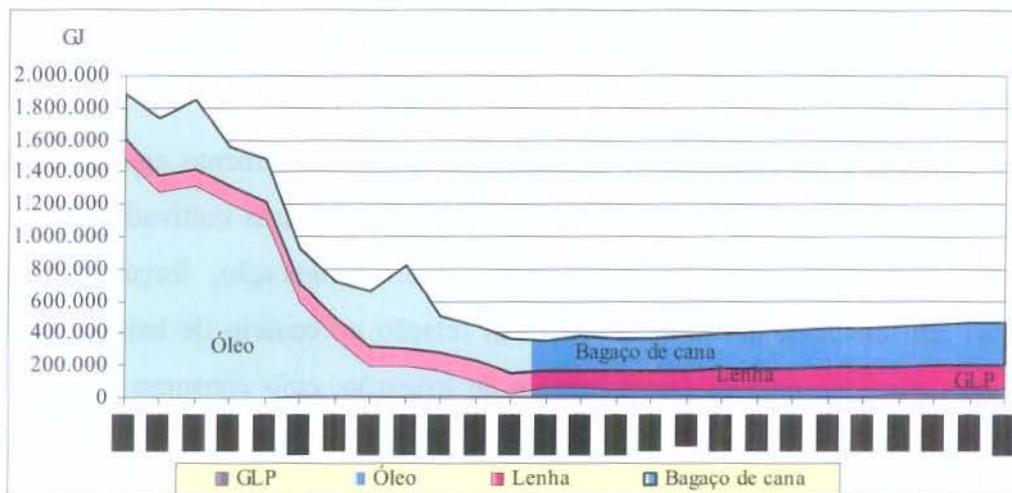


Figura 7.56: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

## □ Setor de transporte

Neste cenário, o óleo Diesel mantém uma participação majoritária decorrente do predomínio do transporte rodoviário na região; a gasolina também mantém um crescimento em função do estímulo ao transporte individual. Estes comportamentos são refletidos nas taxas de crescimento previstos da gasolina de 1,7% a.a. e de 3,2% a.a. do óleo Diesel. O querosene mantém um consumo médio de 503.094 GJ no período de projeção, 11% menor que no ano base, denotando que diminuirá o abastecimento de aeronaves pequenas e médias no aeroporto de Cuiabá, com este combustível. A Figura 7.57 e o Apêndice 109 mostram este cenário.

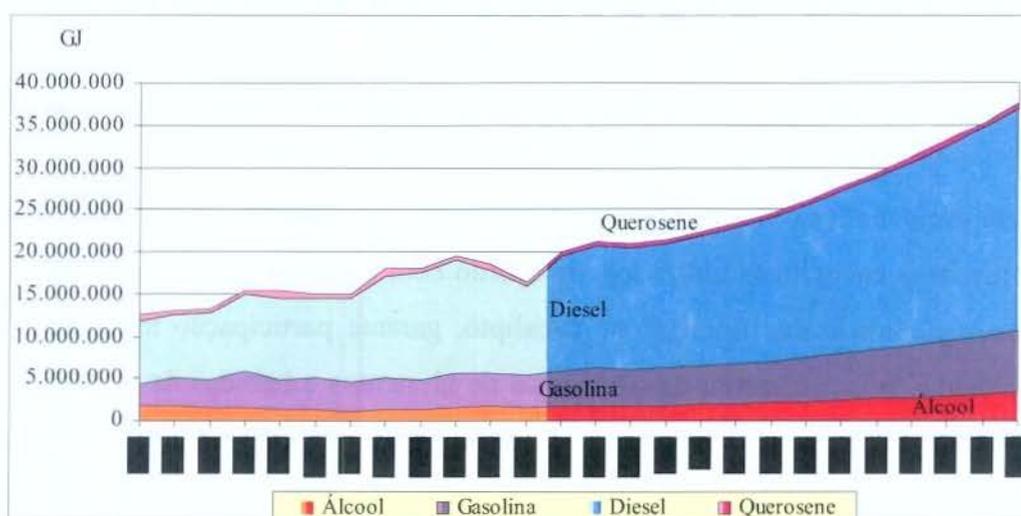


Figura 7.57: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de médio crescimento da economia.

## □ Setor agropecuário

Como comentado na seção 7.8.1, o cenário de médio crescimento apresenta uma ligeira diminuição do valor adicionado, mas com uma ampliação na área cultivada. Dessa forma, o consumo de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros equipamentos tem um aumento total de 10% em relação ao cenário de baixo crescimento da economia, com destaque para os equipamentos de irrigação, cujo consumo cresce a 6,2% a.a (Tabela 7.27 e Apêndice 110).

Tabela 7.27: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de médio crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Força motriz	Outros usos
2007	4.478	13.007	110.687	1.561
2008	4.900	14.211	120.937	1.705
2009	5.034	14.577	124.054	1.749
2010	5.344	15.454	131.510	1.854
2011	5.713	16.497	140.391	1.980
2012	6.121	17.649	150.197	2.118
2013	6.569	18.915	160.963	2.270
2014	7.081	20.360	173.265	2.443
2015	7.621	21.881	186.207	2.626
2016	8.189	23.481	199.822	2.818
2017	8.788	25.164	214.144	3.020
2018	9.419	26.934	229.212	3.232
2019	10.084	28.797	245.064	3.456
2020	10.785	30.757	261.743	3.691

### Cenário de alto crescimento da economia

#### □ Setor residencial

Este cenário preconiza um aumento da eletrificação dos domicílios e da posse de aparelhos – maior entre os três cenários, melhores condições comerciais e de renda, e disposição do consumidor para aquisição de novos aparelhos, mantendo-se a mesma taxa de utilização dos equipamentos eletrodomésticos (Tabela 7.28 e Apêndice 111). Projeta-se que haverá boa penetração de aparelhos eficientes, com um consumo total de energia elétrica, em 2020, embora 10% maior que o consumo do cenário de baixo crescimento, 0,6 % menor do que no ano base de 2006.

Tabela 7.28: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos, no setor residencial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros
2007	740.579	531.159	43.076	408.273	239.360
2008	748.293	536.563	43.515	412.426	241.795
2009	736.737	528.151	42.832	405.960	238.004
2010	735.876	527.407	42.772	405.389	237.669
2011	737.525	528.463	42.858	406.200	238.145
2012	740.185	530.243	43.002	407.568	238.947
2013	743.706	532.638	43.196	409.409	240.027
2014	748.946	536.264	43.490	412.196	241.660
2015	754.001	539.755	43.774	414.880	243.234
2016	758.879	543.119	44.046	417.465	244.750
2017	763.588	546.360	44.309	419.957	246.210
2018	768.140	549.488	44.563	422.361	247.620
2019	772.545	552.510	44.808	424.684	248.982
2020	776.815	555.435	45.045	426.932	250.300

No cenário de alto crescimento, embora haja um aumento da urbanização e melhores condições para crescimento das instalações de gás canalizado, os hábitos da população não conduzem a um aumento expressivo dos energéticos no uso final calor de processo. O GLP, em 2020, apresenta suave crescimento de 3% em relação ao ano base de 2006 (Figura 7.58 e Apêndice 112). Pode-se considerar, também, no longo prazo, uma pequena inserção do gás natural neste uso final residencial, se houver disponibilidade do gás boliviano e o investimento necessário em infra-estrutura de distribuição. O uso da lenha é cada vez menor, mas não ocorre a substituição completa pelo GLP por três fatores principais (MANCUSO, 1997): o sabor do alimento preparado em fogão à lenha é superior ao preparado em fogão a gás; a lenha, diferentemente do GLP, não tem custo financeiro para o usuário, apenas o trabalho de cata; onde não há canalização para gás, existe certa dificuldade para a troca de botijões, isto é, o sistema de distribuição não é confiável e/ou muitas vezes o usuário tem que se deslocar a outro município ou povoado mais próximo para adquirir um botijão abastecido. Entretanto, há uma estagnação do número de residências com uso exclusivo de lenha e aumento de domicílios que tenham o uso conjugado de lenha/GLP (TOLMASQUIM et al., 2000).

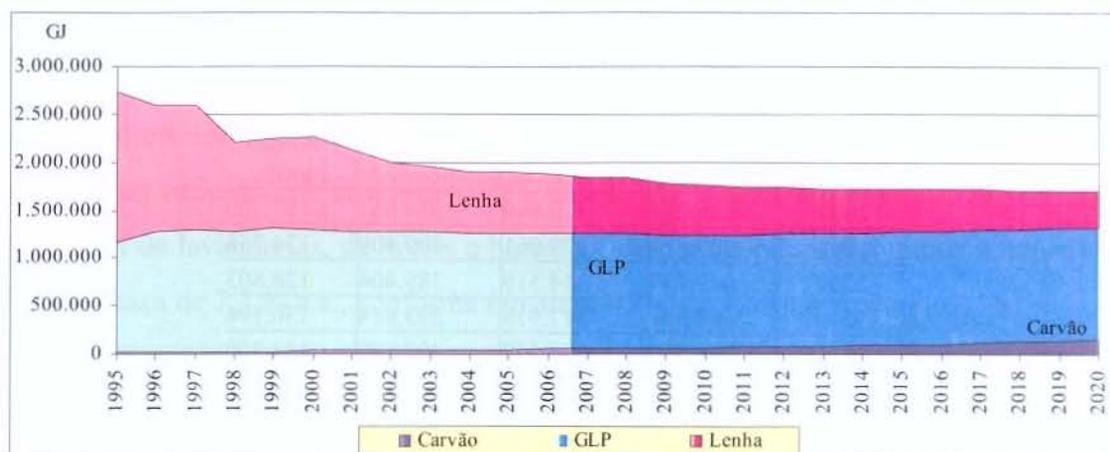


Figura 7.58: Projeção da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

#### □ Setor comercial

A Tabela 7.29 e o Apêndice 113 apresentam as projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz. No total, o consumo é 24% maior que no cenário de baixo crescimento, no final do período de projeção. O setor continua com uma participação maior que os demais setores, como consequência do acelerado ritmo de suas atividades na região. Este cenário torna-o mais dinâmico, com crescimento do consumo de energia, notadamente da eletricidade nos usos finais em lojas varejistas e shopping centers, bancos e escritórios comerciais.. A verticalização dos prédios públicos aumenta o consumo energético para força motriz, bombeamento de água e condicionamento de ar. Nestas condições, o consumo total cresce 2,3% a.a., atingindo um consumo, em 2020, 30% maior que no ano base de 2006.

Tabela 7.29: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz
2007	669.261	310.849	384.861	127.300
2008	709.823	329.061	407.409	134.758
2009	679.739	314.519	389.404	128.803
2010	688.379	317.919	393.614	130.196
2011	705.575	325.257	402.699	133.200
2012	725.861	333.995	413.517	136.779
2013	748.660	343.861	425.733	140.819
2014	776.887	356.189	440.996	145.868
2015	803.976	367.962	455.571	150.689
2016	830.030	379.230	469.522	155.304
2017	855.149	390.043	482.911	159.732
2018	879.427	400.450	495.795	163.994
2019	902.960	410.496	508.234	168.108
2020	925.833	420.225	520.278	172.092

O principal energético para calor de processo no setor comercial, o GLP, tem um crescimento, neste cenário, de 31% em relação ao cenário de baixo crescimento, no final do período de projeção, de acordo com a Tabela 7.30 e Apêndice 114. Aumento justificado pelo incremento dos serviços de alojamento, de alimentação e pessoais, preconizado pelo cenário de alto crescimento da economia.

Tabela 7.30: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo (GLP), no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Calor de processo
2007	191
2008	207
2009	203
2010	210
2011	220
2012	230
2013	242
2014	256
2015	270
2016	284
2017	297
2018	311
2019	324
2020	337

Os outros usos finais no setor comercial compartilham, ainda, neste cenário da eletricidade e do óleo combustível, que da mesma forma que no cenário de médio crescimento, estas atividades sofrem impacto direto da evolução do produto interno bruto, encontrando condições favoráveis para expansão de suas atividades. Destaca-se o aumento do consumo em caldeiras e equipamentos de lavanderias, de hotéis e hospitais, de óleo combustível, ainda competitivo neste setor, a uma taxa de 7,3 % a.a., conforme mostram a Figura 7.59 e o Apêndice 115.

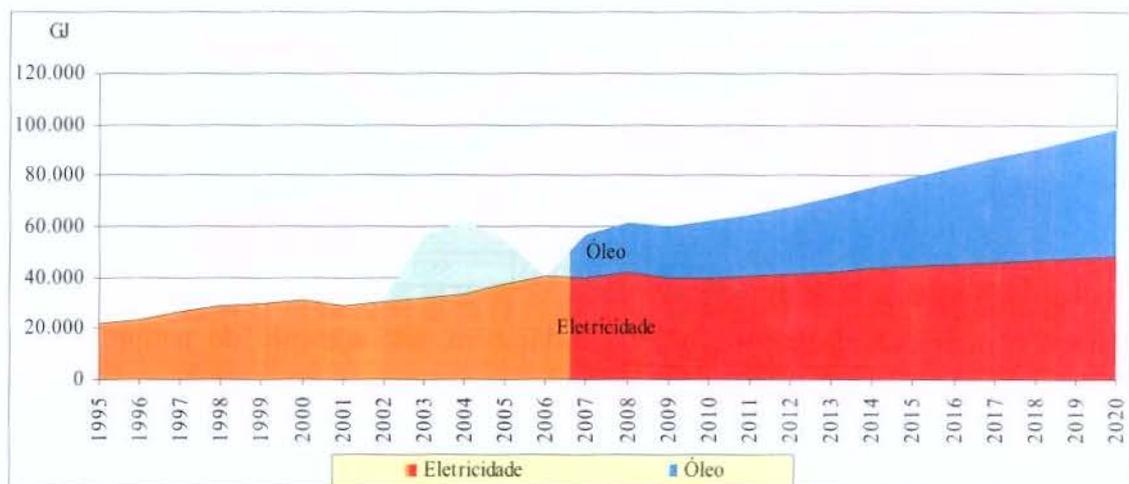


Figura 7.59: Projeções da demanda de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

#### □ Setor industrial

Este cenário prevê a expansão do parque instalado para atender ao aumento da demanda, com aumento da produção física dos sub-setores industriais, com crescimento dos produtos industrializados. A Tabela 7.31 e o Apêndice 116 mostram um consumo dos usos finais iluminação e refrigeração 25% maior que no cenário de baixo crescimento, ainda que esperado um aumento de eficiência nos equipamentos.

Tabela 7.31: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração
2007	48.658	179.857
2008	54.787	202.178
2009	57.099	210.367
2010	62.025	228.148
2011	67.966	249.602
2012	74.666	273.777
2013	82.179	300.853
2014	90.876	332.183
2015	100.279	365.999
2016	110.446	402.506
2017	121.439	441.924
2018	133.327	484.491
2019	146.184	530.464
2020	160.088	580.121

Para o uso final força motriz, espera-se, também, um aumento do parque de motores elétricos eficientes. O consumo majoritário total de eletricidade, neste cenário (Figura 7.60 e Apêndice 117) é 25% maior que no cenário de baixo crescimento e 11% maior do que no de médio crescimento.

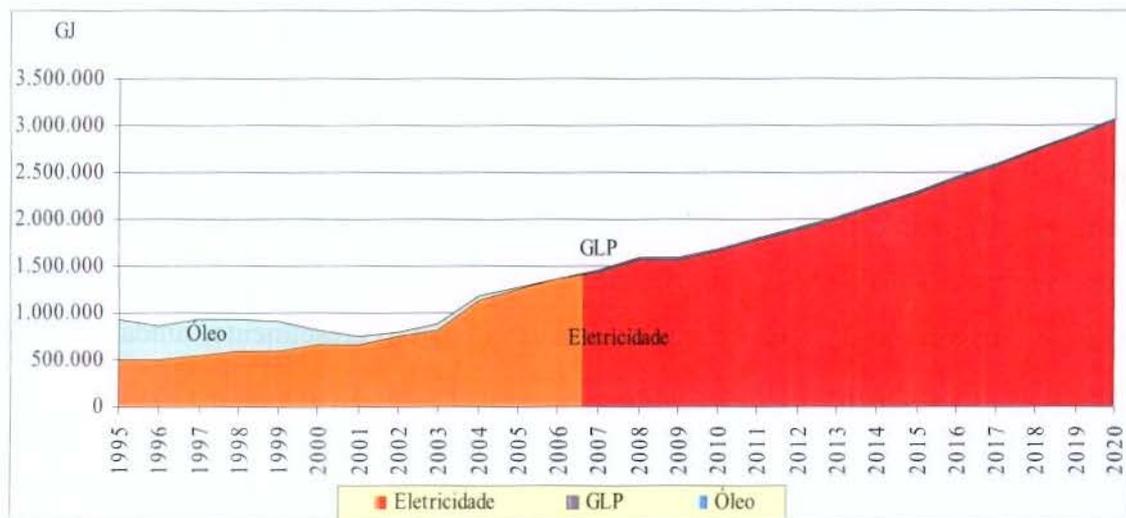


Figura 7.60: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

A eletricidade consumida no uso final aquecimento direto apresenta, neste cenário, um crescimento maior, a partir da metade do período de projeção, de 2,1% a.a. comparada à taxa verificada na metade anterior, de 1,5% a.a., denotando um incremento nas unidades produtivas, com utilização de equipamentos mais eficientes. O óleo combustível em fornos e secadores tem

uma queda de 60% em relação ao início do período de projeção e o consumo da lenha tem sua participação reduzida de 19% para 10% entre 2006 e 2020, substituída por equipamentos mais eficientes que utilizam eletricidade e GLP (Figura 7.61 e Apêndice 118).

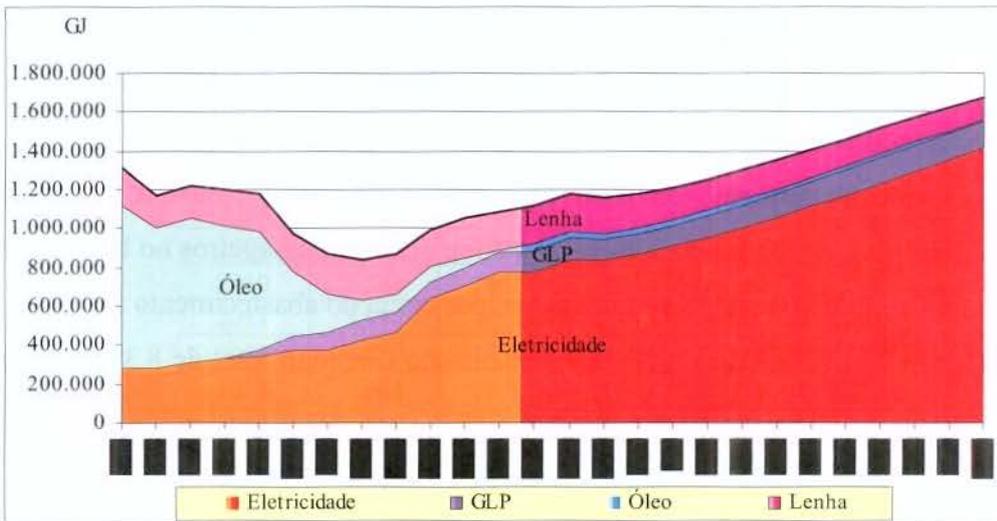


Figura 7.61: Projeções da demanda de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

Para o uso final calor de processo, a tendência verificada é a de um maior aumento na utilização do bagaço de cana, de óleo combustível (participa com 9,5% em 2006 e com 16% em 2020) e do GLP, com o decréscimo do consumo da lenha, que participa com 80% em 2006, e passa a participar com 74% em 2020, conforme mostram a Figura 7.62 e o Apêndice 119.

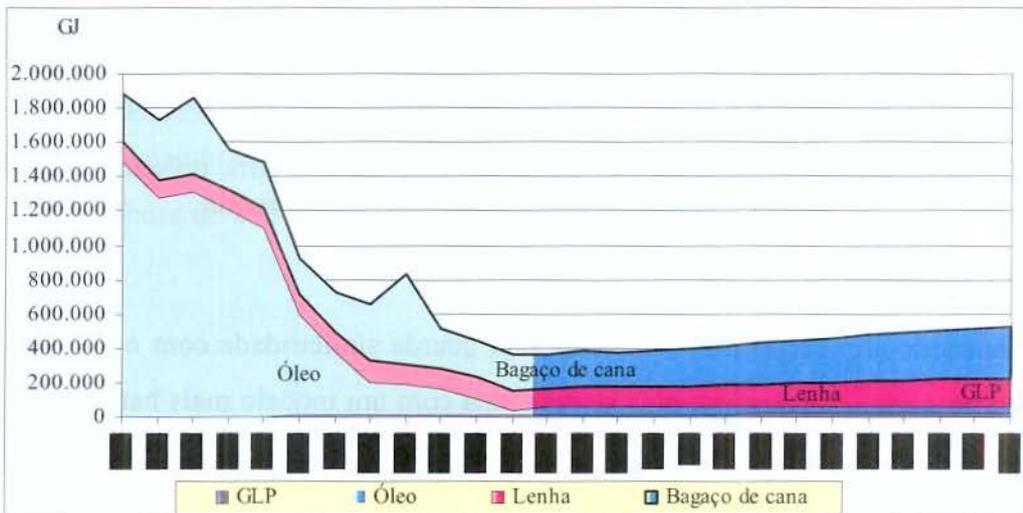


Figura 7.62: Projeções da demanda de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

## □ Setor de transporte

O cenário de alto crescimento, apresentado na Figura 7.63 e no Apêndice 120, aposta no ganho da competitividade dos setores produtivos e na melhoria das condições de vida da população. O estímulo ao transporte coletivo é maior do que o previsto no primeiro e segundo cenários, além de obras serem viabilizadas para ampliação dos corredores intermunicipais, e da rede ferroviária e um maior apoio ao sistema de embarcações responsáveis pelo transporte hidroviário. Devido ao aumento da frota de veículos de passeio, haverá um incremento no consumo da gasolina e do álcool. O aumento na circulação de passageiros no transporte aéreo não resultará em expansão do consumo de querosene, por conta do abastecimento realizado ainda fora do Estado. Verifica-se uma tendência a um aumento no consumo total de 8,3% a.a. entre 2007 e 2020.

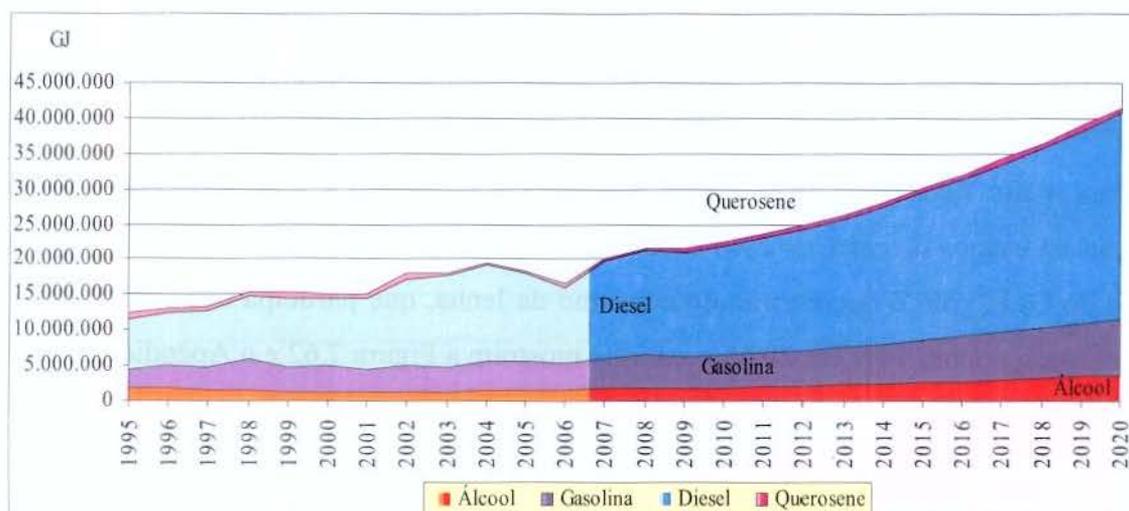


Figura 7.63: Projeções da demanda de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia – Cenário de alto crescimento da economia.

## □ Setor agropecuário

O cenário de alto crescimento da economia guarda similaridade com o cenário de médio crescimento no setor agropecuário, pois se preocupa com um modelo mais harmônico e com um favorecimento à comercialização de produtos agropecuários no mercado interno e com produtos para exportação, e, tal qual nas economias mais dinâmicas, o valor adicionado não tem uma maior participação. Os produtores rurais passam a se preocupar, também, com a produtividade e com a eficiência nos seus equipamentos e processos, consumindo energia 21% mais que no

cenário de baixo crescimento, e 9,4% que no cenário médio, em 2020 (Tabela 7.31 e Apêndice 121).

Tabela 7.64: Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário da bacia – Cenário de alto crescimento da economia. Un.: GJ.

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Força motriz	Outros usos
2007	4.521	13.132	111.749	1.576
2008	4.990	14.473	123.167	1.737
2009	5.177	14.994	127.599	1.799
2010	5.544	16.033	136.440	1.924
2011	5.974	17.251	146.803	2.070
2012	6.447	18.589	158.192	2.231
2013	6.964	20.053	170.647	2.406
2014	7.550	21.709	184.743	2.605
2015	8.168	23.454	199.593	2.814
2016	8.821	25.292	215.233	3.035
2017	9.509	27.227	231.704	3.267
2018	10.235	29.266	249.050	3.512
2019	11.000	31.412	267.317	3.769
2020	11.807	33.673	286.554	4.041

O Apêndice 122, o Apêndice 123 e o Apêndice 124 apresentam as projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e Planalto da Serra, nos três cenários de projeção. Os resultados mostram que a demanda total de energia na bacia, em todos os setores da economia, é 10,5 % maior no cenário médio em relação ao cenário de baixo crescimento enquanto que o cenário alto atinge um valor, no final do período, 23,5% maior em relação ao de baixo crescimento. No final do período de projeção, a demanda do cenário de baixo crescimento será 46% maior que a demanda verificada no ano-base de 2006.

## **Capítulo 8**

### **CONTRIBUIÇÕES A FUTUROS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DE ÁGUA NO ÂMBITO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Este Capítulo descreve a forma com que os programas podem ser implementados conjuntamente no âmbito do PIR por bacias hidrográficas e os benefícios da conservação simultânea de água e de energia. Na última seção, são propostos programas de eficiência energética e de conservação de água para a região da bacia do rio Cuiabá, considerando-se os estudos feitos no Capítulo 3, no Capítulo 6 e no Capítulo 7, respectivamente.

#### **8.1 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E DE ÁGUA**

As atividades implementadas para economizar energia e água terão um maior impacto se planejadas de forma conjunta, como visto ao longo deste trabalho. Os programas de conservação integrados devem ter como objetivo principal equilibrar e ajustar as demandas por recursos hídricos e energéticos, produzindo ações e intervenções segundo uma visão de futuro e prioridades compartilhadas, como requer o PIR.

No contexto do PIR por bacias hidrográficas, a principal estratégia a ser seguida é a integração dos programas de eficiência energética e de conservação de água, revistos no Capítulo 2. Verifica-se uma clara convergência entre os objetivos de conservação de energia e de água no âmbito de um planejamento integrado de recursos. E a grande interação na utilização desses

recursos pode facilitar sobremaneira o direcionamento dos esforços para se conceber e implementar medidas conjuntas e simultâneas.

De forma integrada, a busca do uso eficiente e a redução de perdas podem conduzir não só à diminuição das taxas de expansão das cadeias produtivas de água potável e dos principais energéticos – com as economias correspondentes de, frequentemente, escassos recursos naturais e financeiros –, mas também a importantes instrumentos para (BAJAY, 2007):

- (i) controlar melhor a poluição atmosférica, a emissão de gases que causam o efeito estufa (GEE's) e outros impactos ambientais negativos;
- (ii) melhorar a competitividade da indústria nacional; e
- (iii) conseguir avanços em metas sociais, como maiores taxas de criação de empregos e a redução de preços/tarifas de energéticos [e da água].

Nesse aspecto, um dos grandes desafios do planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas é fazer a gestão integrada dos recursos energéticos e hídricos do “blue water flow” – a parcela de água que escoia visível pelos rios –, além da água que infiltra nos terrenos, da água que infiltra e circula pelo subsolo da bacia, da água de chuva captada pelas cisternas e reúso das águas nas cidades, nas indústrias e na agricultura (REBOUÇAS, 2004). Na bacia hidrográfica, os recursos devem ser geridos por um planejamento único que leve em conta a complexidade particular da região, a utilização múltipla da água em empreendimentos hidrelétricos e termelétricos e nas plantas industriais e irrigação. Dessa forma, os programas integrados de eficiência e conservação, como parte deste planejamento e desdobrados para as dimensões ambientais e sociais, devem abordar sistematicamente os seguintes pontos:

- A sinergia entre energia e água, assegurando uma eficiente interoperabilidade dos macrosistemas (distribuição de água – sistemas de bombeamento e perdas físicas nas redes, empreendimentos energéticos etc.).
- O uso múltiplo da água na bacia, levando em conta os empreendimentos existentes e a implantar (hidrelétricas, termelétricas, sistemas de captação de água pela indústria e irrigação), ampliando o conceito de eficiência, em termos de conservação e de mais energia e água (quantidade e qualidade), conservação do solo, mais produção de

biomassa, mais saneamento, mais atendimento aos interesses coletivos, mais fortalecimento das estruturas locais e coletividade organizada.

- A incorporação da dimensão ambiental, ampliando os resultados na conservação de recursos, com valoração dos problemas locais.
- Cooperação estreita entre as empresas produtoras de energia e de distribuição de água e o governo para o desenvolvimento de normas e padrões que compatibilizem as diferentes tecnologias que utilizam energia e água.
- Ação coordenada de parceiros das áreas de meio ambiente, energia, recursos hídricos e indústria para iniciativas tecnológicas conjuntas, investigação e projetos de demonstração relacionados às tecnologias inovadoras e suas aplicações.
- Cobrança pela utilização da água e da energia hidrelétrica e termelétrica.
- Promoção de pesquisa e desenvolvimento tecnológico sobre sistemas completos (que demandam energia e água) e não somente sobre componentes dos sistemas.
- Explorar ao máximo ferramentas como o Sistema de Geo-referenciamento, a fim de garantir a maior utilização possível de combinações dos fluxos de recursos na bacia, e que resultará em escolhas de tratamento das medidas de conservação.
- Reunir, numa rede permanente, as câmaras das cidades pertencentes à bacia e o comitê de bacia para condução e manutenção dos programas no nível local, apoiando e incentivando o cumprimento de normas de maior eficiência, iniciativas voluntárias, e acompanhamento do ciclo de vida integral dos programas.

Na abordagem do PIR por bacias hidrográficas existe, a partir dos objetivos comuns, a viabilidade da incorporação dos mesmos critérios dos programas separados, em programas integrados, podendo-se detectar grandes interfaces entre os programas de conservação de água, ambientais, de saneamento e de conservação de energia. Alguns procedimentos são necessários e fundamentais para a consecução desses programas. O arcabouço metodológico do PIR por bacias apresentado no Capítulo 3 (Figura 3.1) e, especificamente, as etapas 2, 4 e 6 permitem a sua formulação que, de maneira sintética, envolve:

- A caracterização da bacia: descrevem-se as principais dimensões, especificidades e os problemas da bacia; identificam-se as necessidades e as expectativas dos participantes-envolvidos. Uma mobilização para coleta de dados precede essa fase. Um sistema de

informações de interesse para o programa deve ser desenvolvido e que sirva como apoio à etapa de diagnóstico. Um sistema de informações geo-referenciadas pode auxiliar formando uma base de dados contendo informações tabulares e espaciais que podem ser visualizadas dinamicamente na forma de mapas temáticos e relatórios.

- O diagnóstico da realidade existente da bacia: do meio físico, dos aspectos socioeconômicos e exame das demandas por recursos hídricos e energéticos e sua evolução no tempo. É essencial realçar somente o que tiver importância para o plano, interpretando o seu significado e suas consequências.
- O prognóstico quanto à situação da demanda hídrica e energética, cobrindo pelo menos (i) um cenário tendencial e um cenário de conservação (prospecção de cenários alternativos) de acordo com a metodologia de projeção integrada de energia e de água apresentada no Capítulo 4 e determinação de potenciais de economia; e (ii) compatibilização entre disponibilidades e demandas por recursos, bem como entre os interesses da população e, articulação entre os interesses internos e externos à bacia, considerados esses cenários.
- A implementação do programa através de um conjunto de metas e diretrizes, e intervenções para promover a efetivação das medidas propostas. A implementação conterá orientações para o seu monitoramento, atualização, redefinição de prioridades e contabilização do progresso alcançado.

## **8.2 BENEFÍCIOS DA CONSERVAÇÃO SIMULTÂNEA DE ÁGUA E ENERGIA**

Ao longo deste trabalho o termo “água e energia” norteou as discussões e foi usado para descrever a ligação existente entre os recursos hídricos e energéticos existentes na cadeia sinérgica de infra-estrutura, ilustrada no Capítulo 1. A conservação simultânea de água e energia, ou a efficientização de uso da água e da energia nos diversos pontos da cadeia significa fornecer ao consumidor, com um custo otimizado, os serviços necessários associados à utilização de água e de energia, usando as menores quantidades possíveis desses recursos.

Existe, dentro da cadeia de infra-estrutura, uma enorme oportunidade de adaptar políticas e práticas específicas para melhorar a efficientização, através de co-gerenciamentos desses recursos,

se comparadas às medidas habituais para atendimento às necessidades de água e de energia separadamente.

A abordagem sinérgica do lado do fornecimento e do lado da demanda de energia e de água podem formar um espectro de atividades simultâneas e complementares nos setores da economia, apresentando benefícios de conservação.

Os programas integrados podem ser apoiados por mecanismos, entre outros, envolvendo tanto a eficiência energética quanto a conservação de água. Os mecanismos são iniciativas que objetivam superar barreiras de políticas e programas, o contexto local determina o conjunto de mecanismos e sua efetividade, podendo variar de região para região. Entende-se como contexto local a estrutura do setor, o arranjo institucional, as regras em jogo (regulação) e os aspectos culturais, sociais, econômicos e suas inter-relações. A Tabela 8.1 apresenta alguns destes mecanismos.

Tabela 8.1: Mecanismos de fomento aos programas de eficiência energética e de conservação de água.

Fundo público para eficiência energética e conservação de água	Método para coletar fundos da operação do mercado de eletricidade e de distribuição de água que pode ser direcionado para atividades de GLD, eficiência energética e conservação de água.
Fundo público para eficiência energética e conservação de água	Método para coletar fundos da operação do mercado de eletricidade e de distribuição de água que pode ser direcionado para atividades de GLD, eficiência energética e conservação de água.
Criação de organizações empresariais de energia e de água	Este mecanismo envolve a criação pelo governo de organizações com responsabilidades claras de atingir resultados de eficiência energética e de conservação de água. Essas organizações diferenciam-se dos centros de energia (universidades, centros de pesquisa) porque seus objetivos são mais comerciais do que aqueles centros e elas objetivam se tornarem eventualmente independentes financeiramente.
Desenvolvimento das ESCOs (Energy Service Companies)	Envolve o encorajamento por parte do governo do desenvolvimento de um setor de serviços energéticos diversos que é comercialmente focado e independente da regulação do mercado de eletricidade. As ESCOs desse mercado fornecerão serviços energéticos para uma gama de consumidores. ESCO's podem ser estabelecidas em paralelo com as empresas de eletricidade ou mesmo como unidades distintas de negócio dentro das empresas de eletricidade existentes. As ESCOs passam a ter os mesmos objetivos dos serviços de energia com relação à água.
Promoção de eficiência energética e conservação de água pelas associações industriais	As associações industriais promovem serviços de eficiência energética e de conservação de água aos seus membros. Uma associação industrial deve ser apta a fornecer a seus membros o acesso a serviços de eficiência energética e de conservação de água que os associados individualmente seriam incapazes de obterem.
Agregando compra de eletricidade e de água para atingir eficiência energética e redução de	Este mecanismo possibilita os consumidores a influenciarem as empresas de eletricidade e de distribuição de água através do poder de compra (poder de barganha) do consumidor em um mercado de eletricidade (ou de distribuição de água) competitivo, de maneira a agregar à compra de

desperdícios de água	eletricidade ou de água serviços de eficiência energética e de conservação de água.
Acordos voluntários de eficiência energética e de conservação de água	Envolve acordo formal entre um órgão governamental responsável e uma empresa ou organização. O acordo estabelece que a empresa ou organização realizará ações específicas para aumentar a eficiência de seu uso de energia ou de água.
Impostos sobre energia ou sobre a utilização de água	Impostos sobre energia são colocados pelo governo em algum ponto da cadeia de suprimento energético. O efeito do imposto é aumentar o preço final da unidade do energético (ou água) comprada pelo usuário final do vendedor, embora o imposto seja cobrado em qualquer ponto da cadeia. Um dos efeitos do aumento dos preços ao consumidor final é encorajar o uso mais eficiente da energia e a conservação de água.
Isenção de impostos e incentivos para eficiência energética e conservação de água	Este mecanismo utiliza isenção de impostos e incentivos para fornecer sinais que promovam investimento em eficiência energética e conservação de água pelos consumidores finais.
Fornecimento de informações de consumo nas contas de eletricidade e de água	As empresas de eletricidade fornecem informações específicas sobre o nível de consumo de eletricidade (e de água) do consumidor na sua conta. Isto pode encorajar o consumidor a melhorar a eficiência do seu uso de energia e de água.
Comunicação de preços e outras informações para eficiência energética e conservação de água	Este mecanismo motiva os consumidores a modificarem seus hábitos de consumo através de informações sobre grandes incentivos nos preços de eletricidade e de água que eles recebem das empresas de eletricidade e de distribuição de água e outra informação que promova essa mudança de comportamento.

A articulação de programas integrados deve reunir as instituições e agentes responsáveis pelo mapeamento das oportunidades e possibilidades de integração, e pela sua concepção, implantação e condução. Esses programas podem e devem ser modelados segundo as diretrizes do PIR, como parte de um planejamento indicativo, internalizado no Plano de Recursos Hídricos de uma bacia hidrográfica. Alguns desses programas podem ser relacionados, conforme a Tabela 8.2.

Tabela 8.2: Possíveis programas integrados de eficiência energética e de conservação de água

Ineficiência no setor/atividade	Programa
Irrigação; irrigação excessiva. Captação para utilização em pecuária.	Restrições para irrigação. Auditorias em processos de irrigação em agricultura intensiva e em propriedades com cultivo de gado confinado.
Captação de água excessiva por indústrias.	Auditorias em processos de captação consuntiva.
Práticas e processos ineficientes em plantas industriais.	Encorajamento à implantação de empreendimentos baseados em novas práticas eficientes e familiarização com tecnologias poupadoras de energia e água. Incentivos à substituição de sistemas e de processos.
Comércio e Serviços não usam processos eficientes na utilização da água e da energia.	Incentivos à mudança para processos eficientes.
Edifícios comerciais e residenciais não gerenciam o uso da água; bombeamento excessivo.	Normas obrigatórias para separar medições em novas construções; separação de medições de apartamentos em prédios residenciais; retrofits em vasos sanitários,

	torneiras e substituição de tubulação. Legislação municipal e/ou estadual para novas construções.
Água de chuva não é coletada em residências e prédios públicos e comerciais.	Captação de água de chuva. Venda de água de chuva a preços reduzidos.
Reúso da água não é utilizado em prédios públicos, residenciais e indústrias.	Incentivo ao reúso da água em prédios públicos, “shopping-centers”, indústrias, hospitais, prédios residenciais.
Chuveiros elétricos residenciais ineficientes.	<i>Retrofit</i> “porta em porta”.
Lavadoras de roupa residenciais ineficientes.	Incentivos para a substituição por equipamentos mais eficientes.
Excessivo número de eletrodomésticos obsoletos e/ou ineficientes em utilização em residências.	Incentivos visando ao aumento de estabelecimentos de venda de equipamentos eficientes. Difusão e informação de tecnologias mais eficientes e mecanismos de uso eficiente de energia e de água.
Perdas elevadas no sistema elétrico, em combustíveis e de água.	Auto-diagnóstico do setor. Elaboração de manuais setoriais sobre os consumos de energia e de água conjuntamente, formando uma coleção de “Manuais Práticos”.

Fonte: Elaboração própria.

Outros programas de conservação com ações e medidas integradas resultam também em benefícios.

No setor industrial podem-se construir programas de efficientização de energia e de água como abordado no Capítulo 5, que aumentem o gerenciamento e a conscientização das pessoas da necessidade do uso dos recursos de forma eficiente e de melhoramento do processo; pode-se desenvolver treinamento de melhores práticas na operação de sistemas que utilizam energia e água; podem-se obter melhores resultados e projetos a partir do gerenciamento integrado. Nos sistemas de bombeamento medidas de correção de vazamentos e correção de isolamentos em tubulações, levam à redução de uso e de custos com energia elétrica, produtos químicos anti-corrosão e redução nas taxas de esgoto. Em sistemas de resfriamento a água resfriada pode ser utilizada em outro local da planta; pode-se usar ar refrigerado ao invés de água resfriada, onde for viável e ainda, pode-se avaliar a reutilização de esgotos tratados ou outras fontes de água para torres de resfriamento. Em caldeiras, a reutilização de vapor d’água e alimentação do sistema com água já utilizada, onde for possível, trazem grandes benefícios na conservação de água e de energia.

Nos edifícios residenciais, comerciais e públicos a correção de vazamentos nos sistemas de bombeamento associada à utilização racional da água nas torneiras, vasos sanitários, chuveiros e mangueiras, além do reúso, trazem benefícios líquidos de economia de água e energia. Nas

residências, a utilização de máquinas de lavar roupas e de lavar pratos e de chuveiros eficientes também apresentam benefícios simultâneos de economia de água e energia. Programas de informação e de incentivos para aquisição de equipamentos de lavanderia, de cozinha e de banheiro, por exemplo, podem atingir os significativos potenciais técnicos de economia existentes nesses usos finais residenciais.

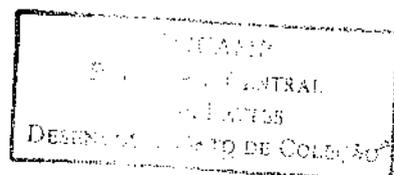
No setor agropecuário, a irrigação de superfície, como a de sulcos (rendimento máximo de 50%) pode ser substituída pelos sistemas de gotejamento e micro-aspersão que possuem um rendimento de 80% e de aspersão convencional (rendimento de 60%), reduzindo o consumo de energia elétrica dos equipamentos e aumentando a oferta de água.

### **8.3 ANÁLISE DE PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA PARA A REGIÃO DA BACIA DO RIO CUIABÁ**

#### **8.3.1 Oportunidades de gestão integrada e eficiência energética na indústria da bacia**

Os programas de eficiência energética na bacia, analisados no Capítulo 6, têm sido aplicados, essencialmente, no âmbito dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PACDEE) da ANEEL, pela distribuidora de energia elétrica local, REDE CEMAT. Há várias oportunidades a serem implementadas na região com o apoio do poder público, com a participação de associações industriais, de moradores e de consumidores de energia elétrica, através de estratégias e políticas bem formuladas que podem resultar em economias de energia substanciais. Autores como Gueller et al. (2006) destacam que políticas e programas funcionam melhor, em geral, quando integradas com estratégias de transformação de mercado ao lidar com o conjunto de barreiras específicas presentes no local.

As experiências, internacional e a do Brasil de programas de eficiência energética mostram que, por conta das diversas barreiras existentes ao uso racional da energia, são desenvolvidos inúmeros mecanismos de fomento a ações de conservação, que, juntamente com estratégias de ação tanto de caráter estruturante quanto operacional, constituem instrumentos para implementação de tais programas.



## Exemplo para a indústria de distribuição de água de Cuiabá – gerenciamento pelo lado do fornecimento

A SANECAP – Companhia de Saneamento da Capital é uma empresa da Prefeitura Municipal de Cuiabá, que capta, trata e produz água para abastecer 168.814 economias, com uma população atendida de 540.000 pessoas em Cuiabá (2008). Esse fornecimento cobre 97% do município, com uma extensão de rede de 2.120 km, sendo 63,5 km de adutoras de água tratada e 23,87 km de água bruta.

A Tabela 8.3 apresenta alguns indicadores do sistema de água da Companhia para o ano 2009.

Tabela 8.3: Indicadores do sistema de água da SANECAP, em 2009.

Total de ligações de água	133.383
Total de economias	168.814
Volume faturado (m <sup>3</sup> /mês)	2.693.551
Índice de hidrometração	62,81%
Perda total (%)	45,0-50,0
Evasão de receita (%)	17,65
Arrecadação (R\$)	4.588.334

Fonte: SANECAP, 2009.

O sistema da SANECAP é composto por oito (8) Estações de Tratamento de Água na zona urbana e 04 (quatro) estações na zona rural, utilizando os mananciais abastecedores dos rios Cuiabá, Coxipó e Aguaçu, e também pelas estações de captação, pitometria e pressurização. O sistema de captação, produção e tratamento de água consome 15% da energia elétrica demandada pelos serviços públicos da região da bacia do rio Cuiabá. A Tabela 8.4 mostra os indicadores disponíveis de consumos de energia elétrica mensal médios, os volumes produzidos e o cálculo dos consumos específicos para sete (7) estações no município de Cuiabá.

Tabela 8.4: Indicadores energéticos e volumes de água tratada produzidos por sete Estações de Tratamento de Água, em Cuiabá, no ano 2007.

ETA	Consumo de energia elétrica (kWh/mês)	Volume produzido (m <sup>3</sup> )	Consumo específico (kWh/m <sup>3</sup> )
ETA I	57.937,00	311.143,00	0,19
ETA II	734.582,00	2.994.686,00	0,24
Nova Tijucal	310.459,00	1.250.145,00	0,25
Coophema	265.183,00	265.183,00	0,19
Tijucal Velha	118.953,00	490.269,00	0,24
Parque Cuiabá	157.434,00	157.434,00	0,42
Porto	115.117,00	482.199,00	0,24

Fonte: SANECAP, 2007.

Nota: As informações obtidas são para o ano de 2007 e os consumos específicos foram calculados a partir das médias dos consumos de energia elétrica dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2007, para todas as estações.

O elevado nível de perdas da companhia tem comprometido seriamente a qualidade de operação do sistema, forçando o bombeamento de água além do necessário, como também aumentar a pressão do sistema para assegurar que a água chegue ao consumidor. De acordo com o Capítulo 5, o melhor consumo específico obtido em estações de tratamento de água é de 0,06 kWh/m<sup>3</sup>. Aplicando-se esse valor aos consumos específicos obtidos em sete ETA's do município, encontram-se os potenciais de economia de energia elétrica, conforme a Figura 8.1. O potencial total encontrado é de 1.083.214,0 kWh/mês, equivalentes a 36% da energia elétrica consumida em todas as estações de tratamento, de captação, de pitometria e de pressurização da Companhia, ou 5% do consumo total de eletricidade mensal dos serviços públicos da região.

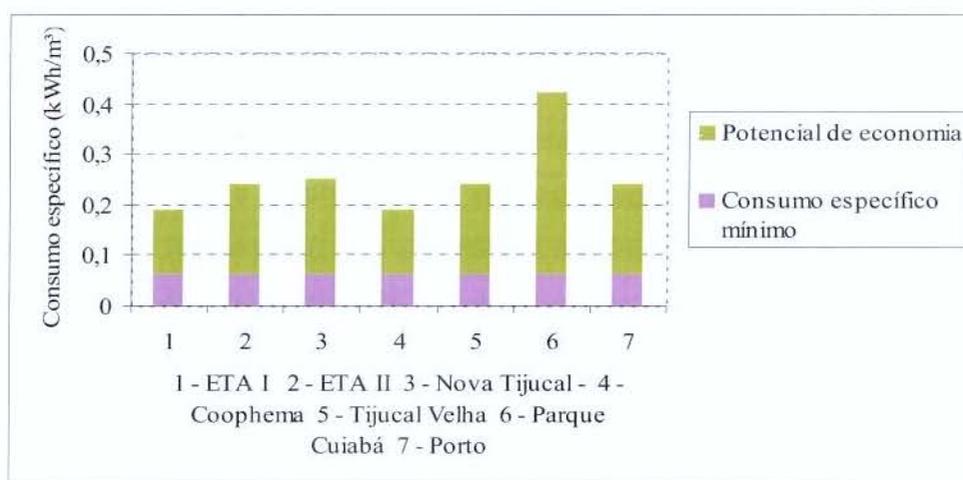


Figura 8.1: Potenciais de economia de energia elétrica em Estações de Tratamento de Água, no município de Cuiabá.

A oportunidade de gestão integrada, como descrita no Capítulo 5, deve ser incorporada ao planejamento estratégico da Companhia com objetivos de curto e longo prazos para impulsionar essas economias de energia para tratar e bombear água, de recursos financeiros, e de avaliação dos projetos de expansão física do sistema. De uma receita operacional total, em 2006, de R\$ 66.996.045,0 (SANECAP, 2007), o custo total médio com energia elétrica na exploração e produção de água foi de R\$ 6.799.589,5, considerando uma tarifa atual média de consumo R\$/MWh 190,58 do subgrupo tarifário A4, excluindo-se o custo de contratação da demanda de R\$/MWh 37,54. Nessas condições, e levando em conta as medidas de efficientização, a economia financeira seria de aproximadamente R\$ 2.478.000,0 anuais.

Os esforços para alcançar os objetivos de economia de água e de energia devem incluir:

- Ações de priorização de programas e projetos de melhoria dos sistemas.
- Implementação de sistemas amplos de controle de energia periódicos e do sistema.
- Testar novas tecnologias de efficientização de energia (projeto-piloto).
- Desenvolver e avaliar *benchmarks* de efficientização de água e energia visando a futura expansão da rede.
- Dar suporte e institucionalizar células de gerenciamento de energia na Companhia.

Como parte de um planejamento, o desenvolvimento de um programa de conservação de água e energia requer que a Companhia municipal tenha recursos, perícia e tempo para selecionar o pessoal para implementar, efetivamente, as medidas de efficientização. O orçamento, o treinamento, o desenvolvimento de uma base de dados confiável, a medição e o monitoramento de equipamentos são alguns dos recursos necessários para se alcançar sucesso nessa implementação. Mas a busca de fontes externas de apoio, com a combinação de equipes da Companhia, com consultores especialistas e acadêmicos é de fundamental importância para que a Prefeitura assegure à empresa que as oportunidades de efficientização e de economia não passem, dependentes da equipe interna já preocupada com as operações do dia-a-dia.

### **Exemplo para a indústria sucroalcooleira da bacia**

Está instalada na bacia do rio Cuiabá, no município de Poconé, uma destilaria com capacidade para produção de 60 milhões de litros de álcool etanol anidro e hidratado (Usina

Alcopan). Esta Usina vem diminuindo suas atividades nos últimos cinco anos, apresentando sérios problemas financeiros. Mesmo assim, resolveu-se simular um estudo de aproveitamento energético e de uso da água para esta planta.

O setor industrial da bacia consumiu, em 2005, segundo o Balanço Energético de Mato Grosso por Mesorregiões (BEEMT – 2006), 355.895 GJ, entre bagaço de cana (59%) e eletricidade (41%), representando 1,4% do consumo total de energia da bacia. É a unidade produtora da Usina Alcopan consumiu 209.350 GJ, a partir do bagaço de cana. A Tabela 8.5 apresenta as informações dessa Usina relativas ao ano de 2005.

Tabela 8.5: Dados de produção da Usina de Álcool Alcopan, em 2005.

Dados da Usina Alcopan	Toneladas
Bagaçõ	57.700,0
Caldo	125.800,0
Cana produzida	213.704,0
Cana consumida	139.000,0
Bagaçõ nãõ aproveitado	20.200,0
Bagaçõ consumido	37.500,0
Consumo de bagaçõ no centro de transformação	14.100,0
Produçãõ de álcool hidratado (m <sup>3</sup> )	16.100,0
Produçãõ de álcool anidro (m <sup>3</sup> )	16.700,0

Fonte: BEEMT 2006.

Segundo informações do BEEMT - 2006, o centro de transformação desta planta apresenta o seguinte balanço (Tabela 8.6), considerando-se uma cana que fornece bagaçõ com 50% de umidade.

Tabela 8.6: Balanço do centro de transformação da Usina Alcopan, em 2005.

Fonte	GJ
Produtos da cana	326.586,00
Caldo de cana	326.586,00
Álcool etílico hidratado	343.334,00
Perdas <sup>1</sup>	16.748,00
Rendimento médio	95,00%

<sup>1</sup> A imprecisão de alguns dados da indústria (produção de cana, volume de álcool etc.) podem propiciar rendimentos diferenciados dos reais. Fonte: Elaborada mediante dados do BEEMT-2006.

Com os dados apresentados, e de acordo com as informações do Capítulo 5, as demandas de água e de energia térmica por processo nas etapas de fabricação do álcool ocorrem da seguinte forma (Tabela 8.7 e Tabela 8.8), respectivamente:

Tabela 8.7: Demanda de água e captação necessária por processo na Usina Alcopan.

Processo/tarefa		Consumo de água	Captação necessária
Processo	Tarefa	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Lavagem, preparo e extração	Lavagem da cana	740.870,00	37.530,00
	Embebição	41.700,00	0,00
	Resfriamento de mancais	6.950,00	208,50
	Resfriamento do óleo de lubrificação	55.600,00	1.112,00
Tratamento do caldo - etanol	Preparo do leite de cal	1.000,80	0,00
	Lavagem da torta (para etanol)	2.919,00	0,00
	Condensador do filtro rotativo	3.753,00	112,59
Evaporação	Condensação vapor vegetal evaporador 5º efeito	361.400,00	10.842,00
Fermentação	Resfriamento do mosto	151.510,00	2.780,00
	Resfriamento das dornas	243.250,00	5.560,00
	Diluição do leite de levedura	16.680,00	16.680,00
Destilação e retificação	Condensador da coluna de destilação	8.340,00	250,20
	Condensador da coluna de retificação	105.640,00	3.169,20
	Resfriamento do etanol	6.950,00	0,00
Geração de vapor	Lavador de gases	112.590,00	5.699,00
	Produção de vapor	63.940,00	2.502,00
Gerais	Limpeza de piso, etc.	11.120,00	5.560,00
	Uso potável	4.170,00	4.170,00
Total		1.938.382,80	96.175,49

Fonte: Elaborada mediante dados da Usina, disponíveis no BEEMT – 2006 e informações da seção 5.4.2 do Capítulo 5 desta tesc.

Tabela 8.8: Demanda de energia térmica para calor de processo, na Usina Alcopan, em 2005.

Processo	Demanda (GJ)
Aquecimento do evaporador de 1º efeito	133.440,00
Condensador da coluna de destilação	52.820,00
Condensador da coluna de retificação	33.360,00
Total	219.620,00

Fonte: Elaborada mediante dados da Usina, disponíveis no BEEMT – 2006 e informações da seção 5.4.2 do Capítulo 5 desta tesc.

A Usina produziu, naquele ano, de acordo com essas informações, 63.806,6 t de vapor, e o consumo de energia elétrica foi de 5.190 MWh, de acordo com o consumo padrão de 30 kWh/t de cana informado no Capítulo 5.

## Simulação de potenciais de economia de energia e de água para a indústria sucroalcooleira: oportunidades para expansão do fornecimento de energia elétrica e conservação de água

Considerando-se uma caldeira com rendimento médio de 87%, e produzindo 2,2 kg de vapor a alta pressão e a alta temperatura (acima de 67 bar e de 520° C), a Usina poderia gerar, com o bagaço não aproveitado, em 2005, 15.977,8 t de vapor. Efetuando-se as medidas propostas no Capítulo 5, a Usina teria uma economia de 21.056,2 t de vapor. Considerando-se a energia térmica consumida e utilizando-se a cana não aproveitada, num total de 74.704 t, o bagaço queimado produziria 33.616,8 t de vapor; supondo-se que todo esse vapor fosse destinado à cogeração na Usina, e somando-se o vapor obtido com a eficiência com o vapor gerado pelo bagaço não aproveitado, obtém-se 54.673,0 t de vapor, produzindo 144.559 kWh de energia elétrica, ou 12.046 kWh/mês (3,5% do consumo da Usina), que atenderia a 120 consumidores residenciais do município de Poconé, naquele ano (1,5% da classe residencial de consumidores).

A demanda de água da Usina correspondeu, em 2005, a 1.938.382,8 m<sup>3</sup>/ano, de acordo com a Tabela 6.7 (Capítulo 6) – uma retirada de 0, 003 m<sup>3</sup>/s de água da bacia, equivalente a 2% da demanda de toda a indústria da região, em 2005. Considerando as medidas de integração térmica comentadas no Capítulo 3, as economias de água possíveis na Usina estão mostradas na Figura 8.2.

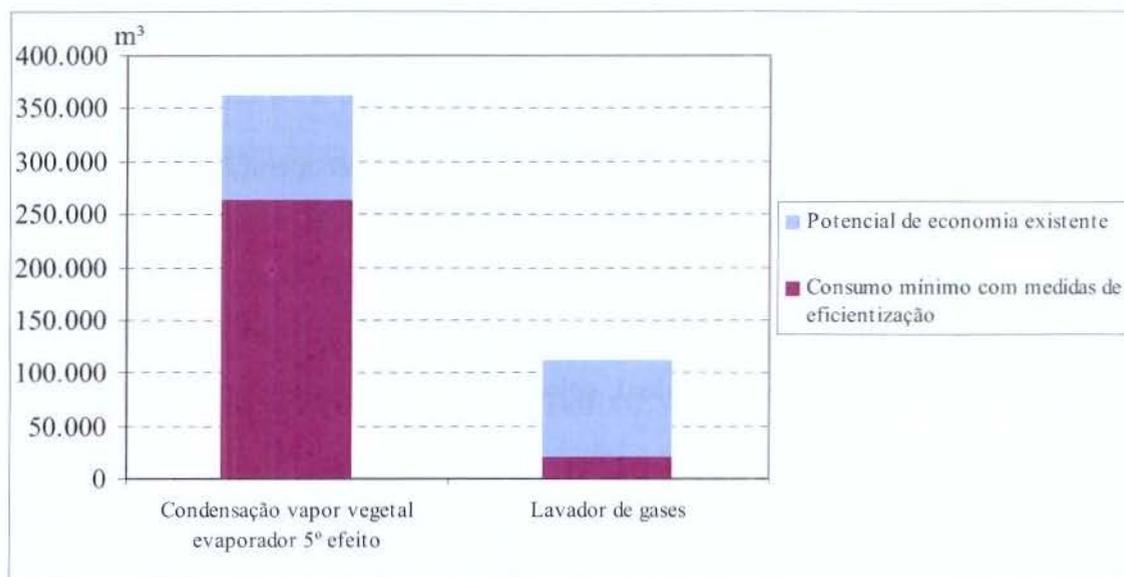


Figura 8.2: Potencial de economia de água na Usina Alcopan, instalada na bacia do rio Cuiabá.

O potencial obtido é da ordem de 189.040 m<sup>3</sup>, praticamente toda a água utilizada em processos industriais do município de Poconé no ano de 2006, ou água para 250 residências com consumo “per habitat” de 680 litros/dia. Nesse caso, nenhuma captação extra seria necessária.

### **Oportunidades de desenvolvimento da indústria de álcoolquímica na região da bacia**

A atividade da cadeia sucroalcooleira em Mato Grosso está em crescimento, tanto em área plantada como em produtividade, que produz álcool e açúcar, mais de cinquenta sub-produtos da cana, como doces e produtos farmacêuticos, além do bagaço ser utilizado como ração animal e matéria-prima para a indústria moveleira. Ao traçar o perfil competitivo dessa cadeia, o governo estadual vislumbra uma melhor organização do setor, com especial atenção para o mercado de exportação e de fabricação de cachaça na região. No entanto, a baixa atividade da usina da bacia, atualmente, requer melhor integração às políticas de governo locais e às demais empresas do Estado que contam com excelente estrutura e produção consolidada em relação ao mercado nacional.

As deficiências de gestão, de tecnologia (equipamentos com vida média acima de 15 anos) e competitividade, certa dependência em relação a incentivos do governo, dependência de distribuidores regionais, deficiências nos elos de fornecimento de insumos e serviços especializados são pontos fracos a superar pela indústria de álcoolquímica da região.

Por outro lado, os pontos fortes e incentivos para uma recuperação são o crescimento da cadeia em termos regionais e nacionais, aumento da produtividade, aumento da área plantada no Estado, existência de boa estrutura no Estado para comercialização através de Bolsas de Cereais e Mercadorias e Bolsa Brasil Oeste, existência de um bom “benchmarking” industrial estadual, cadeia representativa no contexto estadual, solo e clima favoráveis ao plantio e áreas propícias para mecanização.

As oportunidades para expansão desse segmento na região vão desde a formação de parcerias para a melhoria do atual estágio de gestão, a integração com outras cadeias como construção civil, alimentos e bebidas, parcerias para expansão da área plantada e para maior

agregação de valor às matérias-primas básicas, até a produção e comercialização de energia elétrica através da co-geração.

### **8.3.2 No setor residencial**

Nesta etapa do trabalho, pretende-se mostrar a oportunidade de obtenção de economias simultâneas de água e de energia no setor residencial da bacia, fazendo-se um estudo sobre os efeitos no consumo de água e de energia em máquinas de lavar roupas e chuveiros elétricos com a implementação de medidas pelo lado da demanda.

As máquinas de lavar roupas respondem, aproximadamente, no mundo, por 10% da demanda total de água e por 4% da demanda de energia elétrica das residências.

São várias as oportunidades de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) e para medidas de fomento à conservação, conforme discutido no Capítulo 2. Ao reduzir o consumo de energia e de água do usuário, mantendo o mesmo benefício do serviço, pode-se reduzir, gradualmente, o custo tanto para o consumidor como para a companhia de distribuição. Alguns métodos de otimização de custo e tecnologias que possam ser úteis na redução da demanda municipal de água e de energia tem sido empreendidos por companhias de água por todo o mundo. Na Austrália, por exemplo, a estação de tratamento da Sidney Water's Mt. Victoria estava operando próximo da capacidade limite até que a companhia conduziu um estudo sobre a melhoria na capacidade ao menor custo que apontou para uma combinação de programas de GLD, como a introdução de equipamentos que utilizam água eficientes. A cidade de Toronto, no Canadá, tem investido em programas que incentivam o uso de sanitários de baixo fluxo e a aquisição de máquinas de lavar roupa mais eficientes.

Outras instituições também tem desenvolvidos programas, como o "Appliances and Commercial Equipment Standards Program" do DoE (U.S. Department of Energy) que estabelece métodos de ensaios e normas mínimas de eficiência para aparelhos residenciais e equipamentos comerciais, entre eles, máquinas de lavar roupas, de lavar louças, secadores de roupa, aquecedores de água, e encoraja os consumidores a considerar a eficiência na tomada de decisão de compra, tanto na economia de energia e de água como nos custos operacionais.

A “Alliance to Save Energy”, associação de empresas, governo e consumidores americanos, entidade sem fins lucrativos, tem proposto acordos voluntários com associações industriais, comerciais e fabricantes para apoiar novas normas de eficiência federais para os produtos consumidos nas residências. Um recente ato do governo americano (“The American Recovery and Reinvestment Act of 2009”) (ARRA) permite oferecer créditos no imposto de renda para o proprietário que fizer melhorias de eficiência energética em sua casa, atendendo às medidas específicas de eficiência estabelecidas. Por outro lado, pesquisa atual na Venezuela aponta uma ineficiência de 12% na demanda energética dos equipamentos eletrodomésticos nas residências venezuelanas, enfatizando a péssima qualidade das geladeiras, máquinas de lavar, secadoras, aparelhos de ar condicionado e fornos adquiridos pela população.

### **Exemplo para as máquinas de lavar roupas**

Entre as medidas voltadas para ganhos de eficiência energética e de conservação de água, a substituição de equipamentos é uma ação não exigível dos consumidores, especialmente antes da hora em que eles substituem normalmente os aparelhos. Em municípios, a habilidade da gestão municipal e das companhias de água está em desenvolver, expandir ou reduzir rapidamente um dado programa do lado da demanda para atingir uma condição esperada – um aspecto interessante das atividades do GLD. Um programa de substituição de máquinas de lavar, utilizando mecanismos de mercado como fornecimento de informações nas contas de consumo de água e de eletricidade, cooperação para obtenção de aparelhos e equipamentos eficientes no uso de água e de energia, descontos e incentivos para eficiência energética, pode ser implementado na região.

O uso final lavanderia considerado neste trabalho, para a região da bacia, é responsável por 24% da demanda de água do setor residencial, incluindo máquinas de lavar roupas e tanques para lavagem manual (torneiras), e por 2,5% do consumo total de eletricidade, conforme os estudos retrospectivos realizados no Capítulo 6.

A determinação do potencial de economia de energia recai sobre um equipamento específico de um uso final quando se dispõe de um estoque ou relação de equipamentos existentes ou sobre o uso final. Casos como o setor residencial podem perfeitamente serem estudados por equipamento porque existem pesquisas de posse e relações de estoque de

equipamentos. No caso da indústria, pode-se usar um ou outro; por exemplo, o uso final calor de processo ou caldeiras (equipamento). Ao trabalhar-se com uso final, pode-se utilizar, como referência, o Balanço de Energia Útil que considera os diversos usos finais, os rendimentos de conversão por setor, por uso e por fonte, e as eficiências de referência. Nesta parte do trabalho, no setor residencial, optou-se por trabalhar com equipamentos pela disponibilidade de informações. De acordo com os comentários do Capítulo 6, a pesquisa de campo, relativa à posse de equipamentos e a hábitos de uso tem o objetivo precípuo de quantificar a tipologia da posse e obter a declaração da utilização de equipamentos elétricos, bem como a obtenção de informações das condições socioeconômicas, previsão de aquisição de equipamentos, entre outras (MME, 2007).

Admitiram-se para este estudo os parâmetros constantes na Tabela 8.9.

Tabela 8.9: Parâmetros relativos a máquinas de lavar roupas no setor residencial da bacia do rio Cuiabá.

Estoque de máquinas existentes na bacia, em 2006, estimadas a partir de SEPLAN (Informativo Socioeconômico, 2007)	76.220
Demanda de água de uma máquina de lavar roupas de 8,5 kg, "convencional"	100,0 litros/ciclo
Demanda de água de uma máquina de lavar roupas de 10,5 kg, "eficiente"	85,0 litros/ciclo
Consumo médio anual de uma máquina de lavar "convencional", 0,33 kWh/ciclo, potência de 1.500 W	59,4 kWh
Vida útil média (modelo BRASTEMP, 2007)	12 anos
Taxa de substituição	5,2% a.a.
Consumo médio anual de uma máquina eficiente, 10,5 kg, 0,17 kWh/ciclo	30,6 kWh
Vida útil média da máquina eficiente (modelo LG, 2007)	12 anos

Considerando a parcela de consumo devida às máquinas de lavar (2,5%), tem-se um potencial técnico de economia de energia elétrica, no ano de 2006, se todas as máquinas fossem substituídas por máquinas eficientes, de 2.204,1 MWh/ano (Tabela 8.10), equivalendo ao consumo médio mensal de energia elétrica de uma residência (183,0 kWh).

Tabela 8.10: Demanda de energia elétrica e potencial estimado de economia devidos às máquinas de lavar roupas, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, no ano de 2006.

Demanda anual de energia elétrica devida às máquinas de lavar roupas “convencionais”, operando 15 ciclos por mês	4.527,4 MWh
Demanda anual de energia elétrica devida às máquinas eficientes, operando 15 ciclos por mês	2.332,3 MWh
Economia anual de energia elétrica	2.204,1 MWh

Considerando que 50% do consumo de água no uso final lavanderia são devidos às máquinas de lavar (12%) tem-se, simultaneamente, uma economia de água da ordem de 2.970.000,0 m<sup>3</sup>/ano, conforme a Figura 8.3; um potencial significativo que abasteceria 21.900 residências na bacia, com consumo médio mensal de 11,3 m<sup>3</sup>. Levando em conta que a tarifa média residencial cobrada na região é de R\$/m<sup>3</sup> 1,96, a economia anual seria de R\$ 5.820.580,40.

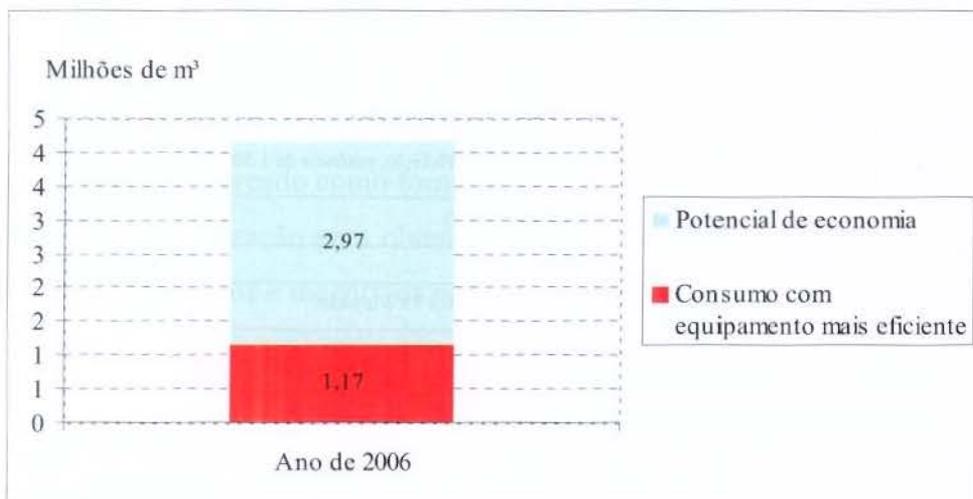


Figura 8.3: Potencial técnico estimado de economia de água em máquinas de lavar roupas no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

### Exemplo para chuveiros elétricos

Outra oportunidade de conservação refere-se aos chuveiros elétricos. Estes equipamentos consomem 23% da demanda de água e também da energia elétrica residencial na bacia. A simulação considera os parâmetros de um aparelho convencional-padrão, com potência de 4.500

W, vazão de 14 litros/minuto. Assume-se um tempo de acionamento de 10 min/pessoa dia (PPH 2005, MME, 2007). De acordo com o nível de penetração de chuveiros no setor residencial da bacia, 86% das residências possuem o aparelho. Uma substituição por chuveiros mais eficientes com vazões de 10 litros/min e 2.500 W de potência (LORENZETTI, 2009), determina um potencial técnico de economia de energia, no ano de 2006, de 39.337,4 MWh/ano (16.250 toneladas de óleo diesel) e de água de 3.780.000,0 m<sup>3</sup>/ano, de acordo com a Figura 8.4.

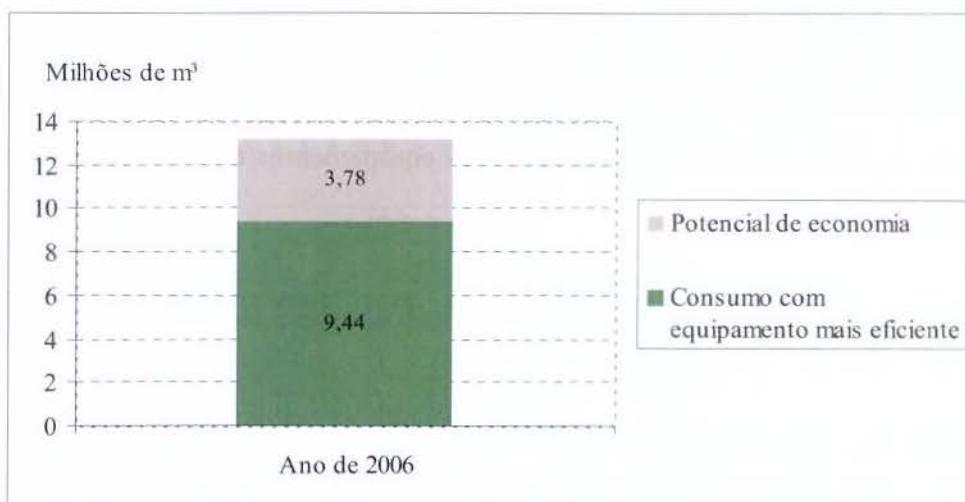


Figura 8.4: Potencial estimado de economia de água em chuveiros elétricos no setor residencial da bacia do rio Cuiabá, em 2006.

### 8.3.3 Projeções considerando o cenário de novas políticas de conservação no setor residencial

A Planilha de Cálculo apresentada no Capítulo 6 permite a simulação de novas políticas de conservação, como a aquisição de equipamentos mais eficientes e penetração de equipamentos nos diversos setores da economia, e foi utilizada para estas projeções. Neste estudo, considera-se a implementação de programas de eficiência energética e de conservação de água, em vista dos potenciais de economia dos usos finais lavanderia e banho, para as máquinas de lavar roupas e para os chuveiros elétricos. Estes programas, como comentado na seção 8.3.1, utilizarão mecanismos de mercado como o fornecimento de informações nas contas de consumo de água e de eletricidade, cooperação para obtenção de aparelhos e equipamentos eficientes no uso de água e de energia, descontos e incentivos para eficiência energética.

As seguintes premissas foram adotadas para estas projeções:

- a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – 2005 (PPH – 2005, MME, 2007) indicava para a região Centro-Oeste uma “pretensão de compra de máquinas de lavar roupas” de 2,6% “nos próximos seis meses” – significativo indicador de reposição ou substituição por aparelhos mais modernos, se comparado ao equipamento mais desejado – o DVD, com 5,1% e a geladeira, 1,7%, mesmo com posse igual ou superior a uma unidade por domicílio (PPH - 2005, MME, 2007).
- 2,6% das pessoas têm pretensão de substituir a máquina de lavar durante o ano (informação obtida a partir da PPH – 2005). Utilizou-se a função de Gompertz (Apêndice 125) para a modelagem da introdução de novos equipamentos mais eficientes em função da pretensão das pessoas.
- os parâmetros utilizados para as máquinas de lavar “convencional” e “eficiente” são aqueles indicados na Tabela 8.9, na seção 8.3.2.
- para os chuveiros elétricos considerou-se a curva de vida útil, determinando a quantidade relativa de substituição por novos equipamentos eficientes, anualmente, a partir do ano 2007, conforme o Apêndice 125.
- o programa tem como referência as demandas projetadas dos consumos de eletricidade residencial, no cenário de médio crescimento da economia, das máquinas de lavar e dos chuveiros elétricos.
- substituição de chuveiros “convencionais” de 14 litros/min e 4.500 W de potência, por chuveiros de 10 litros/min e 2.500 W de potência.

Também é considerado que a Lei de Eficiência Energética<sup>31</sup>, de 2001, à medida que haja regulamentações, promova o aumento da eficiência juntamente com a inserção gradual de equipamentos eficientes.

---

<sup>31</sup> Em 2001, foi aprovada a Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. O artigo 2º define os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes.

As Figura 8.5 e Figura 8.6 mostram as projeções do consumo residencial de água nos cenários de médio crescimento da economia (com eficiência congelada, sem programa de conservação) e de conservação para as máquinas de lavar e para os chuveiros elétricos.

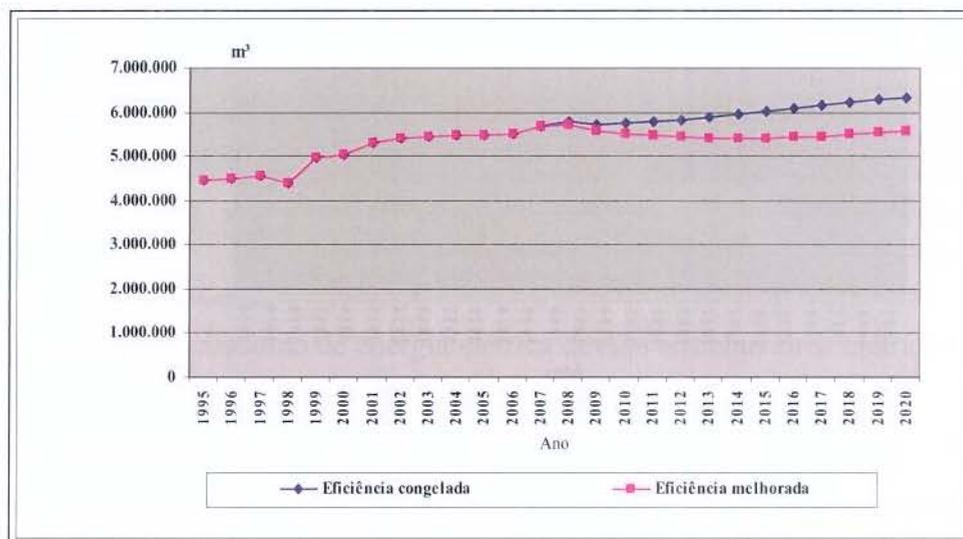


Figura 8.5: Projeções do consumo de água devido às máquinas de lavar roupas na hipótese considerada.

Na hipótese considerada, ao final do período, a economia total de água obtida com as máquinas de lavar é de 6,24 milhões de m³, de acordo com a Figura 8.5, suficiente para abastecer 44 mil residências na região, com consumo mensal de aproximadamente 12 m³.

Para os chuveiros elétricos, conforme a Figura 8.6, as projeções indicam, ao final do período de projeção, uma economia de 18,83 milhões de m³, que abasteceriam 132 mil residências/ano.

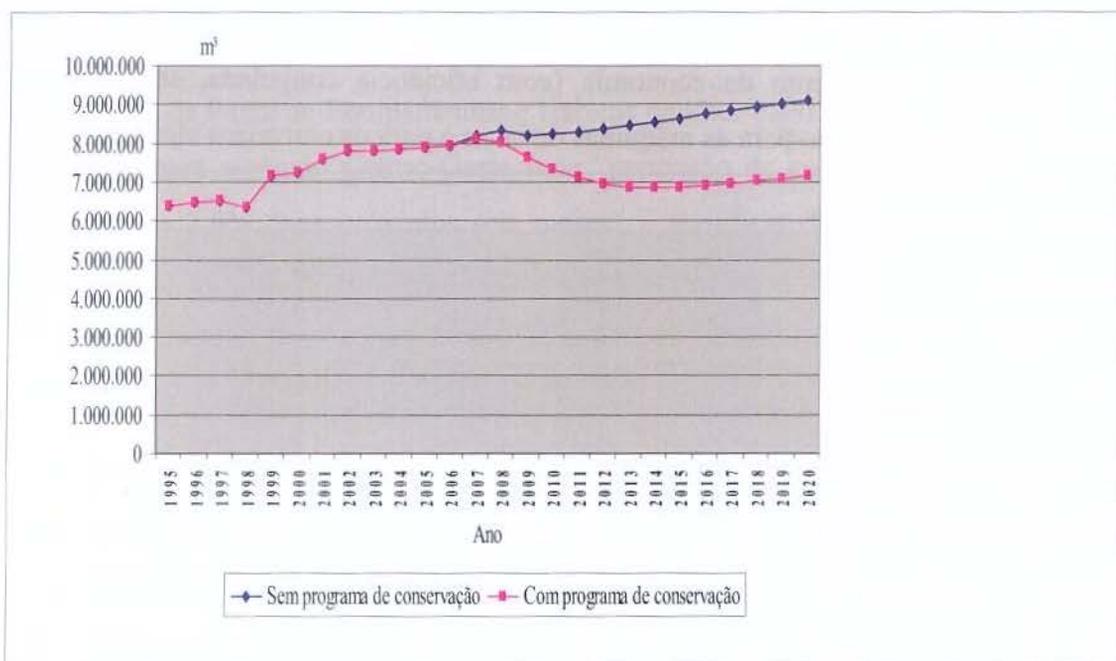


Figura 8.6: Projeções do consumo de água devido aos chuveiros elétricos na hipótese considerada.

Em relação ao consumo de energia elétrica, os resultados atribuídos aos ganhos devido ao aumento da eficiência, são muito pequenos para as máquinas de lavar, porém, mais significativos para os chuveiros elétricos (Figura 8.7 e Figura 8.8).

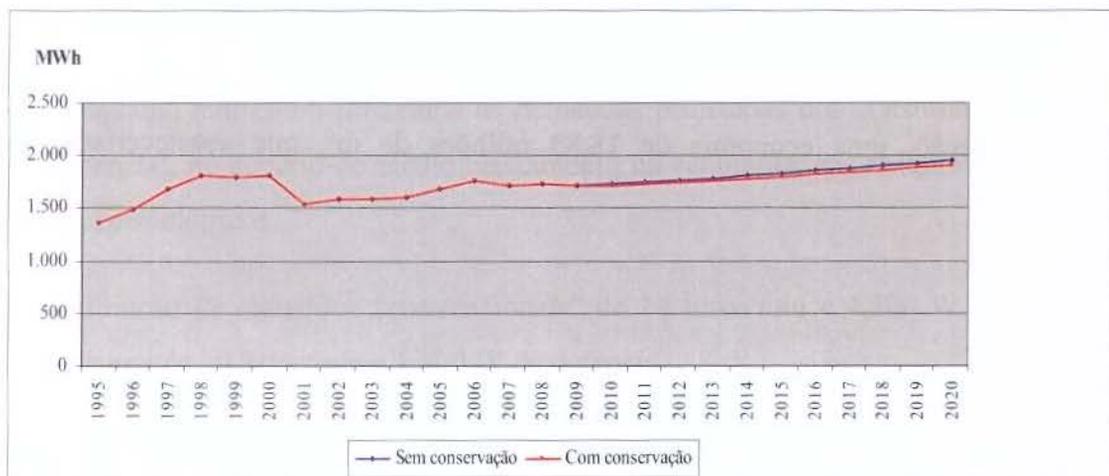


Figura 8.7: Projeção do consumo de energia elétrica devido às máquinas de lavar roupas na hipótese considerada.

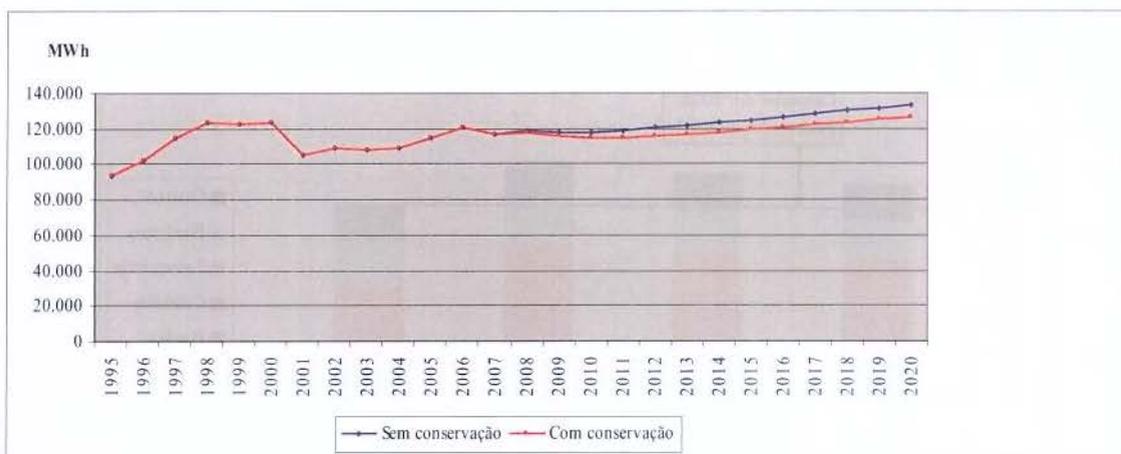


Figura 8.8: Projeção do consumo de energia elétrica devido aos chuveiros elétricos na hipótese considerada.

Ao final do período de projeção, com um consumo 5% menor do que no cenário de eficiência congelada, a economia devida aos chuveiros é de 60.625 MWh que corresponde ao consumo mensal de 25 mil residências com consumo mensal de 201 kWh.

A Figura 8.9 mostra, para os três cenários de projeção, no setor residencial, que a demanda de água, no ano de 2020, com programa de conservação para as máquinas de lavar e para os chuveiros, atingiria um valor de 33,7 milhões de m<sup>3</sup>, 2,3% menor que a demanda verificada no ano de 2006. Esta demanda resultaria, na demanda total da bacia, em relação aos setores residencial, comercial e industrial, no cenário de médio crescimento da economia (54,7 milhões de m<sup>3</sup>), numa economia de 5,9 milhões de m<sup>3</sup> - 18% do volume total faturado pela companhia de água do município de Cuiabá – SANECAP, em 2009.

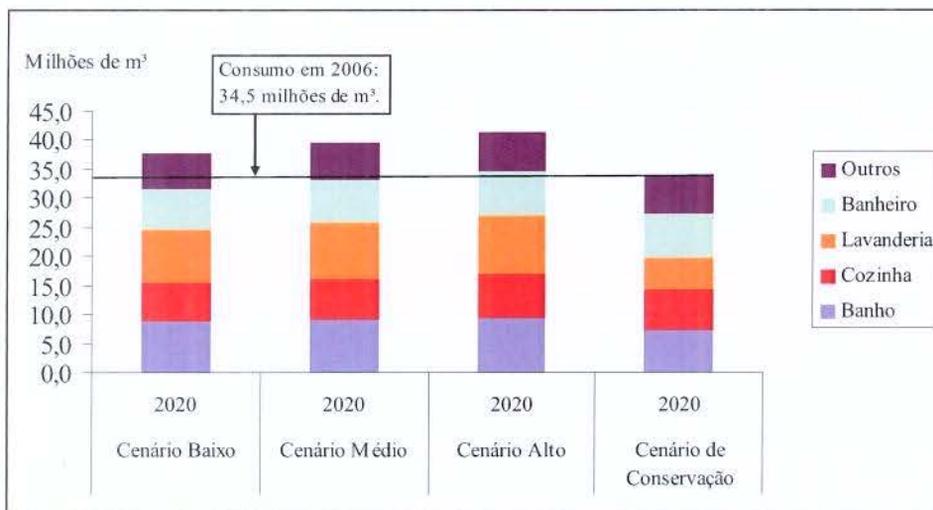


Figura 8.9: Projeções das demandas de água, por usos finais, nos cenários de baixo, médio, alto crescimento da economia e de conservação de água, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá.

Em relação à demanda de energia elétrica, no ano de 2020, com programa de conservação (Figura 8.10), a demanda seria 10% menor que no cenário médio (sem conservação), em relação à demanda total residencial e de 0,3% em relação ao consumo de eletricidade de todos os setores da economia (8.219,3 MWh). Com conservação, seriam economizados 1,3% no cenário alto (36.866,1 MWh) do total de consumo de eletricidade da bacia e 2% da produção total de eletricidade na região, no ano de 2005.

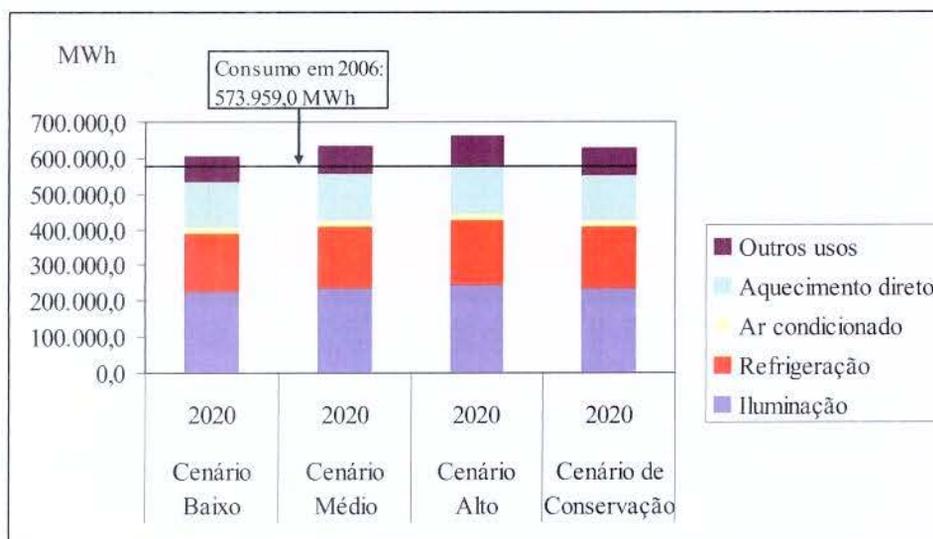


Figura 8.10: Projeções das demandas de energia elétrica, por usos finais, nos cenários de baixo, médio, alto crescimento da economia e de conservação de energia elétrica, no setor residencial da bacia do rio Cuiabá.

O Apêndice 126 apresenta os ganhos esperados de eficiência energética e de conservação de água obtidos nas simulações.

## Capítulo 9

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A mensagem central deste trabalho é a retomada do PIR, circunstanciada na abordagem dada a esta forma de planejamento nas etapas iniciais do texto e ao longo do seu desenvolvimento. A proposta foi atingida na medida em que se conseguiu construir uma metodologia necessária e oportuna para a elaboração de um planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas – uma das principais contribuições do trabalho, no Capítulo 3.

Com esta forma de PIR, permitiu-se encontrar um instrumento efetivo para o planejamento dos setores energético e hídrico, segundo os pressupostos do desenvolvimento econômico equilibrado, associando-se os elementos do PIR aos Planos de Recursos Hídricos de Bacias, e sob a égide da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH.

Outra contribuição do trabalho é metodologia de projeção integrada das demandas de energia e de água, em bases municipais, desenvolvida no Capítulo 4. Neste trabalho, não se propôs o estudo da oferta; ela é abordada apenas no fluxograma do PIR por bacias. Após uma revisão e análise das diferenças e similaridades dos vários modelos de projeção de longo prazo de demanda empregados isoladamente para energia e para a água, uma inovação foi exercitada, qual seja a adoção de uma estrutura única – o modelo de usos finais complementar ao modelo misto de decomposição estrutural da demanda – para os dois recursos.

Utilizando-se os fundamentos do PIR e valendo-se dos seus pressupostos, foi desenvolvido no Capítulo 5 um modelo de gestão integrada de recursos no setor industrial, delineando uma orientação para a utilização de recursos energéticos e hídricos de forma eficiente no âmbito da

indústria – outra contribuição deste trabalho. Este modelo é sustentado pelas diretrizes do PIR que busca a conservação dos recursos, considera o interesse econômico das entidades gestoras, o interesse econômico dos cidadãos interessados-envolvidos, as obrigações do país, em termos de política pública e legislação comunitária, com ações de conservação de energia e de água, e a necessidade de estabelecer um “status” legal e de um regime regulamentar para a utilização de recursos, enquadrando-as nas dimensões legais e regulatórias.

Os três estudos de caso realizados nos setores de distribuição de água e saneamento, sucroalcooleiro e siderúrgico evidenciaram a importância dessa gestão integrada no setor industrial, sistematizando ações de efficientização tanto do lado da oferta, quanto do lado da demanda. Os objetivos desse modelo são assegurar a redução de desperdícios, a homogeneização do gerenciamento dos recursos, a disseminação da responsabilidade sobre o problema energético e de uso da água para toda a empresa e a garantia de melhor desempenho ambiental das plantas.

A planilha de dados e de cálculo construída para o estudo de caso da bacia do rio Cuiabá, constitui-se, também, em uma outra contribuição importante desta pesquisa, explicada na seção 6.3 do Capítulo 6. Pela sua concepção, fundamentada na desagregação do consumo total nos diversos setores e usos finais, ela possibilita vantagens adicionais nos estudos de planejamento, como a organização numa mesma base de dados, das informações energéticas, de água e socioeconômicas, por município; pode-se formular, dessa maneira, com facilidade, uma equação para um setor e para um município e utilizá-la para outro setor, e aplicada para os setores de outros municípios. A planilha produz indicadores que expressam a magnitude dos consumos dos recursos e são empregados nas projeções, e também permite capturar, através da mudança de cenários, os impactos na demanda dos recursos, servindo como uma ferramenta útil na identificação, avaliação e explicitação de medidas de gerenciamento de energia e de água pelo lado da demanda. Embora tenha sido aplicada na bacia do rio Cuiabá, a planilha está estruturada e se presta para aplicação em qualquer bacia hidrográfica.

O conceito equivalente de água útil, levantado neste trabalho, mais complexo do que o de energia útil, constitui-se numa contribuição pontual, indicando alguns caminhos para se estudar de modo acurado e investigativo essa questão, ampliando a discussão a respeito da utilização eficiente da água.

Os resultados das projeções das demandas de água na região da bacia, realizadas após a caracterização fisiográfica, socioeconômica, energética e hídrica da região, mostram um significativo crescimento da demanda de água para irrigação, da ordem de 28%, no cenário de baixo crescimento da economia em relação ao ano base de 2006, e de 45% no cenário de alto crescimento – uma demanda de 1,7 bilhões de m<sup>3</sup> em 2020. Os requerimentos de água para irrigação no setor agrícola pedem especial atenção do planejamento que deve determinar, obrigatoriamente, as possibilidades de reduzir ou racionalizar o uso e manuseio da água e da energia, e a promoção da eficiência nos sistemas de irrigação como um todo. Pouca ou insuficiente atenção tem sido devotada e efetivada para essas possibilidades, no Brasil. Iniciativas locais para uso racional da água através dos equipamentos utilizados, apoiadas por programas comunitários, de associações industriais e agropecuárias, podem ser exploradas para disseminar a conscientização da preocupação com a eficiência energética, com o uso da água e com a proteção do meio ambiente nesses sistemas.

A atividade pecuária também apresenta, no cenário de alto crescimento, no final do período de projeção, uma demanda 30% maior em relação ao ano base de 2006, um uso consuntivo de água da ordem de 60 milhões de m<sup>3</sup>, provocado pela expansão, principalmente, da bovinocultura.

Nos setores residencial, comercial e industrial, a estimulação da atividade econômica na bacia determina, no cenário de alto crescimento, demandas de água 37% superiores em 2020, em relação ao ano base de 2006. Nesse aspecto, o combate às perdas e o aumento de eficiência devem ser buscados permanentemente, através dos programas e mecanismos consagrados e dos programas integrados discutidos neste trabalho; essas ações devem reunir, sem delonga, a informação e a decisão política, requerendo um alto grau de conscientização do poder público e das entidades privadas.

As projeções das demandas de energia desses setores para a bacia indicam, no cenário de alto crescimento da economia, uma demanda total 24% maior do que no cenário de baixo crescimento e 80% maior que o consumo verificado no ano de 2006. Em termos de consumo de eletricidade, verifica-se uma demanda 70% maior no ano de 2020 em relação ao ano de 2006, 40% superior à produção atual de eletricidade da bacia.

Comparando-se as projeções das demandas de água no cenário de alto crescimento com as informações da Tabela 6.7, a retirada seria de 59,72 m<sup>3</sup>/s e a relação entre a vazão retirada e a vazão média da bacia seria de 12,4%, apresentando um comprometimento da capacidade de autodepuração dos corpos d'água e conflitos pelo uso na bacia, de acordo com a classificação de potencial de conflitos proposta por Mierzwa e Hespanhol (2005), e definida pelo Índice de Comprometimento dos Recursos Hídricos e pela Disponibilidade Específica de Água.

A incorporação de critérios de maximização da eficiência energética no planejamento, desde a fase do projeto de novos sistemas e da expansão dos sistemas existentes é, portanto, inadiável e obrigatória, como atividade-fim de atuação dos agentes responsáveis pela sua elaboração e execução. A forte expansão prevista na infra-estrutura de saneamento básico no país é, igualmente, uma excelente oportunidade para incorporação dos critérios de eficiência e conservação de água em relação aos novos projetos de sistemas de captação, distribuição e tratamento.

No Capítulo 8 foi elaborado um estudo de caso para a bacia, simulando-se programas integrados de conservação nos setores industrial e residencial da região, com base nos estudos retrospectivos e prospectivos feitos nos Capítulos 5, 6 e 7, e utilizando-se a planilha de cálculo. A desagregação da demanda por setores da economia, por município, a introdução da abordagem de usos finais, e a determinação da energia útil constituíram-se num forte diferencial, no estudo de caso para a bacia do rio Cuiabá, com respeito à caracterização energética e hídrica da região, no contexto de um PIR. Pode-se, assim, constatar o quanto efetivamente se consome de energia e água e quanto se desperdiça, considerando vários fatores determinantes da demanda da região.

Os resultados mostram os potenciais de eficiência existentes na indústria de saneamento e de fabricação de álcool; e também mostram, após cotejos entre um cenário de referência (que mantém os níveis atuais de eficiência de energia e de água) e um de melhoramento na eficiência (cenário eficiente), algumas possibilidades a serem exploradas em programas de conservação integrados no setor residencial. O recurso da metodologia adotada, com o apoio da planilha de cálculo desenvolvida, admite a definição e a aferição periódica, em várias situações, do desempenho energético e hídrico da demanda, bem como a identificação das áreas prioritárias de atuação conectando-se os dois recursos – energia e água em programas de conservação.

As estimativas de eficiência no uso da água apresentadas, para o caso residencial do uso de máquinas de lavar, de 5,9 milhões de m<sup>3</sup> (18% do volume total faturado pela companhia municipal de água de Cuiabá), em relação ao cenário macroeconômico médio, no ano de 2020, impõem um critério adicional útil a ser integrado a um modelo de planejamento mais completo, favorecendo um roteiro diferente para a estratégia e para a tomada de decisão nos setores energético e de recursos hídricos.

O mesmo raciocínio vale para o caso dos chuveiros elétricos residenciais, em relação ao consumo de energia elétrica. Ao final de 2020, a demanda aponta para um consumo de 140 mil MWh, e com as medidas sugeridas, há uma economia de 60 mil MWh, um ganho de eletricidade e uma possibilidade factível para o uso de energia solar térmica de baixa temperatura. Neste caso, recomenda-se fortemente a ampliação do passo em direção às pesquisas do uso de energia solar térmica, especialmente para a região da bacia do rio Cuiabá. É necessária a determinação acurada do potencial de utilização e o mapeamento detalhado dos usos do aquecimento direto.

Enfatiza-se aqui, que os usos finais aquecimento direto nas residências e na indústria apresentam eficiências da ordem de 70% e 50%, respectivamente, conforme a Segunda Lei da Termodinâmica; e o calor de processo, cuja transferência de calor em utensílios de cozinha possui baixíssimo rendimento, e na indústria, onde a maioria dos equipamentos em operação não apresenta eficiências maiores que 30%, a integração térmica apresenta uma ótima oportunidade de efficientização dos processos de geração de vapor (envolvendo água e energia térmica), como visto nos estudos de caso da indústria sucroalcooleira, nos Capítulos 5 e 8. São processos em que ações de eficiência energética têm papel importante a cumprir.

O reúso da água, em todas as suas formas potenciais, pode ser uma alternativa ao aumento do suprimento de água. Esta atividade recebe o tratamento do ordenamento jurídico das águas, e deve-se considerá-la na perspectiva de desenvolvimento de novas tecnologias capazes de garantir economia e a racionalização de recursos hídricos. Um aprofundamento nesta questão é recomendada e algumas propostas podem ser relacionadas para aplicação de reúso, sabendo-se que sua factibilidade depende de uma boa relação benefício-custo, e de políticas e programas bem formulados integrados com estratégias de transformação de mercado, visando vencer barreiras específicas: i) o reúso para fins industriais pode ser viabilizado em áreas de concentração industrial significativa e envolve as torres de resfriamento, as caldeiras, a lavagem de peças e de

equipamentos, a irrigação de áreas verdes, a lavagem de pisos e processos; ii) para fins agrícolas, o reúso está associado à disponibilidade de esgotos para irrigação que, aplicados com segurança, podem propiciar benefícios econômicos, com aumento da área cultivada e da produtividade; outros benefícios indiretos podem advir no setor agrícola, como o aumento do nível nutricional das populações mais pobres, por meio do aumento da produção de alimentos e a proteção dos recursos de água de boa qualidade contra a poluição; iii) os usos urbanos para fins não potáveis apresentam um bom potencial para utilização de água de reúso, como no setor público, para a irrigação de praças e jardins públicos, para a reserva de proteção contra incêndios, e para a descarga sanitária em banheiros públicos e em edifícios comerciais.

A elaboração do planejamento integrado de recursos por bacias hidrográficas requer uma equipe técnica capaz de atender o escopo e o porte dos serviços requeridos, constituída com base nos Planos de Recursos Hídricos de Bacia e deve incluir, necessariamente:

- um coordenador técnico sênior, com ampla experiência na coordenação de equipes multidisciplinares, execução de estudos e planos temáticos em recursos hídricos ou energéticos;
- um especialista em Sistemas de Informação Geográfica e Interpretação de Imagens de Satélite;
- um especialista em dimensionamento e custos de sistemas de abastecimento energético e um outro de abastecimento de água;
- um especialista em dimensionamento e custos de sistemas de coleta e tratamento de esgotos;
- um especialista em hidrologia, planejamento e gestão de recursos hídricos;
- um especialista em Hidrogeologia;
- um especialista em monitoramento e modelagem de qualidade de água de sistemas fluviais e reservatórios;
- um especialista em planejamento estratégico;

- um especialista em irrigação;
- um especialista em Políticas Públicas, Orçamentos Públicos e Orçamentação;
- um especialista em organização e mobilização social, além de consultores especializados.

Na abordagem sistêmica do PIR, o desenvolvimento das atividades de eficiência energética e de conservação de água, através de uma política integrada, é fundamental para aproveitar o seu potencial e para reduzir os desperdícios, incorporando ações para obtenção de serviços energéticos e de água eficientes em todos os setores da economia. Na região de bacias hidrográficas, a formulação e a execução de planos integrados tornam-se mais factíveis, por setor da economia, garantindo que programas de conservação atinjam objetivos de longo prazo, metas realistas de curto prazo e estratégias de implementação coordenadas no nível regional, pelos esforços públicos e privados, sob as vistas de uma eficiente organização política local.

Nesse quadro é necessário incorporar, comprometer e responsabilizar, nas atividades do planejamento integrado de recursos, todos os atores envolvidos, enfrentando o desafio de atender às novas, ampliadas e diversificadas demandas da sociedade. Esta forma de planejamento participativo facilita e cria capacidades de lideranças capazes de formar consensos participativos e comprometidos com tal atividade – mais estruturada e organizada do que nos modelos de planejamento passados, sob o ponto de vista de operacionalização agregadora de diversos agentes, comunidade, mobilização e alocação de recursos organizacionais, técnicos, financeiros e humanos.

Os recursos governamentais podem ser destinados ao exercício do planejamento no âmbito dos Comitês de Bacias. Mas essa atividade exige uma maior participação e cooperação do setor privado, através das empresas concessionárias de energia. A exemplo do que ocorre com o

financiamento dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento no setor elétrico<sup>32</sup>, no Brasil, as concessionárias seriam engajadas como parceiras, intermediando os investimentos de apoio ao planejamento. O esquema de garantias à elaboração do planejamento deve ser orientado pelo governo, permitindo equilíbrio econômico-financeiro no desenvolvimento das atividades.

O conhecimento da demanda futura de energia e de água é condição fundamental para a elaboração de um Planejamento Integrado de Recursos por Bacias Hidrográficas. Além de contemplar variáveis sociais e macroeconômicas que afetam a sua magnitude, a utilização de informações no nível de uso final reveste-se da maior importância às projeções e à determinação do real potencial da economia de recursos.

O refinamento dos exercícios de projeção da demanda requer a entrada de dados precisos, que refletem a realidade a ser modelada. Os dados necessários ao planejamento, quando não existem, boa parte é restrita e de qualidade duvidosa. Alguns dos que foram levantados nesta pesquisa precisaram ser cotejados entre fontes, para que se tornassem mais confiáveis e reduzissem as limitações da projeção. Os órgãos municipais, as empresas de saneamento, no Brasil, precisam estruturar sistemas confiáveis e eficazes de informações gerenciais não somente pelo lado da oferta, mas, principalmente, pelo lado da demanda, e utilizá-los, intensivamente, como ferramenta de gestão, o que lamentavelmente não ocorre entre as companhias brasileiras. As instituições do setor energético apresentam informações e dados mais confiáveis, em razão de um procedimento enraizado pela cultura de gerenciamento do setor.

Para tornar essas projeções mais eficazes e embasadas em informações relevantes, torna-se imprescindível, a exemplo do que já ocorre com o setor residencial, a concepção de uma pesquisa regionalizada de posse de equipamentos e hábitos de uso para os setores comercial e industrial (contemplando os consumidores em baixa tensão) pela Eletrobrás/Procel, norteando as ações não somente da Eletrobrás, mas também dos órgãos responsáveis pelo planejamento dos estados brasileiros. O mesmo procedimento, incluindo o setor residencial, deve ser realizado para os usos

---

<sup>32</sup> Nesse contexto, as concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica devem aplicar, anualmente, um percentual mínimo de sua receita operacional líquida no Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica. A obrigatoriedade dessa aplicação está prevista em lei e nos contratos de concessão, cabendo à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL regulamentar o investimento no programa, avaliar e aprovar as condições para a execução das pesquisas e acompanhar seus resultados. A lei nº 11.465/2007 (que alterou os incisos I e III do art. 1º da lei nº 9.991/2000) estabelece percentuais de 0,20% no segmento de distribuição, de 0,40% no de geração e de 0,40% no de transmissão.

de água, e aplicado pelo Ministério das Cidades, em suas ações e programas oficiais, juntamente com o Ministério de Minas e Energia no programa PROCEL/SANEAR.

Órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE que, embora apresente um patrimônio significativo de dados, não oferece elementos que informem a situação real do consumo de água tratada e de posse de equipamentos em residências. O Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS também precisa oferecer segurança no seu banco de dados, que, uma vez confiáveis e precisos, tornam-se a principal fonte de informações de recursos hídricos do país. Vale mencionar que a estatística das vazões dos pontos de consumo e pesquisa de vazamentos não são disponíveis de forma clara nas empresas de saneamento, dificultando o gerenciamento das informações, requerendo, portanto, ações concretas de melhorias operacionais incluindo treinamento e capacitação de pessoal, controle de micro e macromedição, construção de cadastro técnico consistente sobre o sistema e de consumidores, e do parque de hidrômetros.

À guisa de recomendação, outras atividades relacionadas ao PIR podem ser desenvolvidas por outros trabalhos, dando continuidade a este: i) estudos sobre a disponibilidade de água e análise do balanço hídrico; ii) o PIR abordando os usos múltiplos da água, como a proposta da Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia, em 2002, não implementada pelo governo e que visava estudos de inventário e de viabilidade econômica, uso da água para fornecimento municipal, saneamento e irrigação; e iii) estudos sobre a localização de usinas termelétricas.

### **Recomendações de trabalhos específicos para a bacia do rio Cuiabá e para o Estado de Mato Grosso.**

Com o crescimento do Estado há várias oportunidades a serem exploradas para esse desenvolvimento e que necessitam de que os órgãos de governo e instituições envolvidas com o setor energético mato-grossense promovam estudos de mercado para a definição de cenários de demanda e oferta do trinômio energia elétrica, combustíveis e água; e ainda, desenvolver trabalhos que permitam incrementar a utilização de energia de fontes renováveis, estudos e projeções da matriz energética de Mato Grosso, bem como manter a elaboração e publicação atualizada do balanço energético do Estado;

- deve-se fazer avançar, também, nos trabalhos sobre os usos múltiplos da água, considerando o significativo potencial hídrico remanescente do Estado;

- a questão do gás natural no Estado merece um tratamento mais incisivo, focando nos setores industrial, residencial e de transporte. Aumentar a extensão da rede, ainda incipiente, é uma ação fundamental. Com base nos estudos de mercado levados a efeito pela empresa MT Gás em 2006, foi definida a “rota do anel do gás” com 58 km de extensão, a ser usada para o percurso do combustível, objetivando ao atendimento do mercado consumidor nas cidades de Cuiabá e Várzea Grande para os próximos 20 anos, beneficiando grandes empresas, veículos e vários condomínios;
- o governo deve implementar um programa de incentivo à redução do consumo de óleo Diesel nos setores de transporte, agropecuário e energético, substituindo-o pelo biodiesel e por outros energéticos mais eficientes e/ou renováveis produzidos em Mato Grosso; no setor de transporte, especificamente, maior fração de consumo de energia na região da bacia e no Estado, recomenda-se que os órgãos de planejamento estimem com precisão os consumos energéticos e também se esforcem na avaliação de possíveis programas a serem implantados, especialmente aqueles relacionados ao transporte de cargas e de passageiros. O foco desses programas deve ser na implementação e melhoria dos métodos de gestão do uso do óleo Diesel e utilização de combustíveis alternativos pelas empresas, e nas medidas visando à qualificação profissional dos motoristas e de mecânicos. Adicionalmente, os programas direcionados a ganhos efetivos no consumo de óleo Diesel, podem contribuir para a determinação das curvas de correlação entre a opacidade dos gases e o consumo dos motores;
- devem haver ações efetivas do governo estadual para o estímulo do uso de coletores solares nas residências, através de mecanismos como abatimentos nos impostos prediais, com a devida compensação pela concessionária de energia elétrica; bem como incentivos à substituição de equipamentos antigos por aparelhos novos mais eficientes;
- o governo deve, ainda, estabelecer planos de metas para utilização racional e conservação de energia, através de parcerias de cooperação com instituições de apoio às cadeias produtivas e empresas industriais, de comércio e de serviços.

As instituições do setor energético, de recursos hídricos e de meio ambiente devem reunir esforços, com apoio das instituições de pesquisa, para desenvolver estudos comparativos de intensidade energética e de uso da água, e de consumos específicos, de modo que se estabeleçam relações com experiências semelhantes de outros Estados e Países, a fim de se criar uma base de dados homogênea e que guarde simetria de variáveis.

É fundamental e urgente que o setor energético realize exercícios de planejamento de caráter indicativo e descentralizado, de longo prazo, como o PIR por bacias hidrográficas, executado por órgãos governamentais, com preocupações estratégicas, para definir metas e projetos, possíveis do ponto de vista econômico e ambiental, que atendam a políticas públicas previamente definidas. As concessionárias de energia e de água têm, também, nessa forma de planejamento, uma importante ferramenta de auxílio à tomada de decisões de investimentos, e podem construir uma cultura de planejamento, refinando seu gerenciamento interno e ancorando-o firmemente nesse modelo que permite a competição nas etapas de produção/importação e comercialização.

Na perspectiva do planejamento integrado, estável, sistêmico e de longo prazo, é imprescindível o compromisso de uma política energética, de recursos hídricos e ambiental que incorporem objetivos em uníssono, introduzindo flexibilidade, adaptabilidade e outras exigências presentes pela restrição de recursos e pela permanente mudança global.

O PIR por bacias hidrográficas acolhe a existência das sinergias externas envolvendo ações de proteção e conservação de recursos hídricos e também na perspectiva ambiental. Como um planejamento de caráter participativo, há um certo número de atores que se vinculam ao processo de planejamento e podem interferir, no que se refere aos parâmetros de quantidade e qualidade, positiva ou negativamente, no curso dos acontecimentos associados à gestão dos recursos. Os responsáveis pela elaboração do PIR devem ter suas ações coordenadas, devem dedicar tempo para ouvir, articular, antecipar, debater e defender suas opções nos foros mais apropriados junto a outros atores, construindo alianças, cobrando comportamentos, e passando de uma postura reativa e defensiva para uma atitude proativa.

As políticas energéticas no Brasil têm sido formuladas de forma centralizada pelo governo federal, enquanto que as políticas de recursos hídricos e de meio ambiente estão sendo praticadas descentralizadamente. O PIR por bacias hidrográficas oferece um arranjo que reúne as instituições e as instâncias do governo que executam e planejam essas políticas, e as metas governamentais com as políticas e investimentos municipais, além da possibilidade de estabelecimento de marcos legais e institucionais que viabilizem a implementação dos planos integrados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. Balanços Energéticos Globais de Usinas Siderúrgicas. Disponíveis em CD-ROM.
- ALMEIDA FILHO, J. M. de. A Relação do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água Superficial na Bacia do Rio Coxipó. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Dissertação (Mestrado).
- AMM – Associação Mato-grossense dos Municípios. Banco de Dados Municipais. Disponível em CD-ROM.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 25 de março de 2009.
- ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto Implementação de Prática de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. Sub-projeto 7.4 MT – Desenvolvimento Institucional dos Consórcios Intermunicipais em Mato Grosso. Relatório Final. FEMA/MT, 2004.
- ANP – Agência Nacional de Petróleo. Disponível em <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>. Acesso em Março de 2007.
- AWWA - Research Foundation. Spatial Demand Allocation for Distribution System Design. Prepared by Thomas W. Chesnutt e Los Angeles Department of Water and Power. Publicado por IWA Publishing, Alliance House. Londres, 2004.
- BAJAY, S. V. Planejamento energético: necessidade, objetivo e metodologia. Revista Brasileira de Energia, v. 1, n. 1, p. 45-53, 1989.

- BAJAY, S.V. e BARONE, J. C. Otimização do Uso de Balanços Energéticos no Planejamento Energético Regional. Revista Brasileira de Energia, v. 2, n. 1, p. 65-82, 1992.
- BAJAY, S. V., CARVALHO, E.B., JANNUZZI, G.M., CORREIA, P.B., WALTER, A.C., FERREIRA, A.L. & ALMEIDA, M. Planejamento Integrado de Recursos: Conceito, origem, difusão e vantagens em comparação com o planejamento tradicional da expansão do setor elétrico. In: Congresso Brasileiro de Energia, 7. Rio de Janeiro, RJ, 1996. Anais, v. 3. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 1714-24.
- BAJAY, S.V. e WALTER, A. C. S. Relatório Técnico da Fase 8: Revisão crítica dos procedimentos de planejamento determinativo utilizados pelo setor elétrico brasileiro, à luz das novas necessidades surgidas com a abertura do setor no País, que envolvem a implantação de uma nova forma de planejamento setorial, o indicativo. Projeto de Pesquisa sobre “Setor Elétrico: ferramentas e metas do planejamento indicativo e instrumentos regulatórios associados” (Meta 2), Convênio ANEEL/FUNCAMP sobre “Regulação de Mercados de Energia Elétrica”, Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE, UNICAMP, 1999a, 162 p.
- BAJAY, S.V. e WALTER, A. C. S. Relatório Técnico da Fase 9: Levantamento de experiências no exterior sobre planejamento indicativo e sua relação com a regulação do setor elétrico. Projeto de Pesquisa sobre “Setor Elétrico: ferramentas e metas do planejamento indicativo e instrumentos regulatórios associados” (Meta 2), Convênio ANEEL/FUNCAMP sobre “Regulação de Mercados de Energia Elétrica”, Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE, UNICAMP, 1999b, 132 p.
- BAJAY, S. V. Planejamento da expansão de sistemas energéticos: tipos de modelos, suas vantagens relativas e a atual competência para desenvolvê-los no Brasil. Relatório do Projeto BRA/01/039 – Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato 2003/000971, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Brasília, 2004.
- BAJAY, S. V. Principais instrumentos que têm sido utilizados na implementação de projetos de eficiência energética na indústria. Relatório da Etapa IIa. Projeto “Análise e desenvolvimento de metodologia visando a implementação de projetos de eficiência

energética na indústria”, financiado pela Confederação Nacional da Indústria. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

BAJAY, S. V., Leite, A. A. F., Beissmann, A., Simões, A. F., Rocha C. R., Dorileo, I. L., Modesto, M., Berni, M. D. e Santana, P. H. M., Caracterização Técnica dos Setores Industriais, relatório técnico do projeto versando sobre “Análise e desenvolvimento de metodologia visando a implementação de projetos de eficiência energética na indústria”, financiado pela Confederação Nacional da Indústria. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL BEN – 2004. Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia. Texto e base de dados em CD-Rom.

BALANÇO DE ENERGIA ÚTIL – 2004. Ministério de Minas e Energia. 2007.

BARAKAT & CHAMBERLIN. I. Integrated Resource Planning: A Balanced Approach to Water Resources Decision Making. Denver, Colorado: AWWA, 1993.

BEEMT. Balanço Energético do Estado de Mato Grosso e Mesorregiões, 2006, Ano-base 2005. Instituto Euvaldo Lodi. Cuiabá, MT, 2006.

BERMANN, C. Energia no Brasil: para quê? para quem? 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2001. 139p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico. Trad. O. Cruz. São Paulo, SP: Série Caderno de Ciências da Terra, IG/USP, v. 13, p. 27, 1972.

BRASIL. ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 25 de março de 2007.

BRASIL. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em março de 2007.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (a). Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 02 de Abril de 2007.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (a). Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 06 de Abril de 2007.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (b). PNAD. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa/pnad/default.asp>>. Acesso em 12 de Abril de 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (c). Banco de Dados Agregados Sidra. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 12 de Abril de 2007.

BRASIL. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. “Conhecendo a produção integrada”. <[www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod\\_int/conhecendoapi.html](http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod_int/conhecendoapi.html)>. Acesso em março de 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica Água e Esgoto 1995-2004. Arquivo de Banco de Dados disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em 02 de março de 2007.

CAMARGO, C.C.B. e TEIVE, R.C.G. Gerenciamento pelo lado da demanda. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2006. 287 p.

CAMDESSUS, M. et al.. Água: oito milhões de mortos por ano: um escândalo mundial; tradução Maria Ângela Villela. Rio de Janeiro, RJ: Editora Bertrand Brasil, 2005. 271 p.

CARDOSO, M. L. de M. Desafios e Potencialidades dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Disponível em <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-6725003000400022&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-6725003000400022&script=sci_arttext)>. Acesso em 07 de abril de 2007.

CARVALHO, C. B. de. Avaliação Crítica do Planejamento Energético de Longo Prazo no Brasil, com Ênfase no Tratamento das Incertezas e Descentralização do Processo. Campinas, SP: UNICAMP, 2005. Tese (Doutorado).

- CAVINATTO, V. Caracterização Hidrológica do Estado de Mato Grosso. PRODEAGRO/SEPLAN/FEMA, Cuiabá, MT, 1995.
- CORREIA, T. B.; BAJAY, S. V. e CORREIA, P. B. Teoria dos leilões e planejamento do setor elétrico brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 4. Itajubá, MG, 2004. Anais. SBPE e UNIFEI, Itajubá, MG, 12 p. (anais distribuídos na forma de CD-ROM, sem numeração de páginas).
- CORREIO DO BRASIL. “Rio avança para universalizar gás canalizado” (13/03/2008). [www.correiodobrasil.com.br/noticia.asp?c=135564](http://www.correiodobrasil.com.br/noticia.asp?c=135564). Acesso em 20/09/2009.
- DARR, P.; FELDMAN, S.L.; KAMEN, Ch. The demand for urban water. Studies in applied regional science. V.6. Leiden: Martinus Nijhoff Social Sciences Division, Free University, Amsterdam, 1976. 115 p.
- DoE. United States Department of Energy. National Appliance Energy Conservation Act (NAECA) Standards. Disponível em <[www.energy.gov](http://www.energy.gov)>. Acesso em outubro de 2008.
- DORILEO, I. L. A Matriz Energética de Mato Grosso – Análise e Prospecção. Campinas, SP: UNICAMP, 2006. Dissertação (Mestrado).
- DOTY, S. e Turner, W.C. Energy Management Handbook. Publicado por The Fairmont Press, Inc. Índia. Impresso nos Estados Unidos da América. Disponível em CD-ROM.
- ELETRONORTE. ANÁLISE DAS MATRIZES ENERGÉTICAS DE MATO GROSSO E MESORREGIÕES. Eletronorte e UFMT. Cuiabá: 2005.
- ENSINAS, A.V. Integração térmica e otimização termoeconômica aplicadas ao processo industrial de produção de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar. Campinas, SP: UNICAMP, 2008. Tese (Doutorado).
- FAMATO – Federação da Agricultura do Estado de Mato Grosso. Disponível na Home Page. Acesso em 10 de março de 2007.

- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em <[www.fao.org](http://www.fao.org)>. Acesso em Junho de 2006.
- FMI – Fundo Monetário Internacional. World Economic Outlook Database. Disponível em [www.imf.org](http://www.imf.org). Acesso em Agosto de 2009.
- FUNDAÇÃO DE PESQUISA DA SOCIEDADE AMERICANA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA. Disponível em <<http://fermat.nap.edu/books/0309103061/html/331.html>>. Acesso em 03 de outubro de 2006.
- GALVÃO, L. C. R.; GRIMONI, J. A. B.; UDAETA. M. E. M.; CICONE JÚNIOR, D. Introdução de Ferramentas SIG no Planejamento Energético. In: Congresso Brasileiro de Energia, 10. Rio de Janeiro, RJ, 2004. Anais, v. 3. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 1518-24.
- GOLDEMBERG, J. et al. Energy for Development. World Resources Institute. Washington, USA, 1987.
- GORESTEIN, B. Planejamento sob incertezas. In XIII SNPTEE, Grupo VII. Balneário Camboriú, SC, 1995.
- GORLA, F.D. e BAJAY, S.V. Contrato de Prestação de Serviços entre a Confederação Nacional da Indústria – CNI e a Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP – FUNCAMP, com a interveniência da UNICAMP. Projeto: Análise e Desenvolvimento de Metodologia a Implementação de Projetos de Eficiência Energética na Indústria. Relatório da Etapa II.i: Simulação dos Potenciais de Conservação de Energia na Indústria.
- GRANZIERA, M. L. M. Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces. São Paulo: Atlas, 2006, 3ª ed.
- HORA et al.. Comparação da Produção Energética na UHE Manso para Cenários Distintos de Vazões Regularizadas. Rio de Janeiro, RJ: UFF, s.d.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil, 2007. <http://www.ibge.gov.br>.

- IEA. International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2006 – Scenarios and Strategies to 2050, International Energy Agency (IEA), Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, 2006.
- IEA. Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions, International Energy Agency (IEA), Paris, 2007.
- IBS. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Anuário Estatístico, Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. [www.ipt.br](http://www.ipt.br). Acesso em Abril de 2008.
- JANNUZZI, G. de M. e SWISHER, J. N. P. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. Campinas, SP: Autores Associados, 1997. 246 p.
- KURITA Soluções de Engenharia para Tratamento de Águas Industriais. Acessado em Março de 2009. Home-page: [http://www.kurita.com.br/produtos\\_psiderurgico.asp](http://www.kurita.com.br/produtos_psiderurgico.asp).
- LAPILLONNE, B. A Model for long-term energy demand evaluation. Laxemburg, Áustria, International Institute for Applied System Analysis, report RR-88-17, 1978. 45 p.
- LAPILLONNE, B. Les Méthodes de Prévicion de la Demande d’Energie. Paris. 1993.
- LBNL. Berkeley National Laboratory. Report “Emerging Energy-Efficient Industrial Technologies”.U.S.A., 2000.
- LEITE, A. A. F. e BAJAY, S. V.. Programas de eficiência energética no âmbito do planejamento integrado de recursos, aplicado a bacias hidrográficas. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 4. Itajubá, MG, 2004. Anais, SBPE e UNIFEI, Itajubá, MG, 11 p. (anais distribuídos em CD ROM sem numeração de páginas).
- LEITE, A. A. F. Prospecção de mercados regionais de energia, associada a planos energéticos nacionais e projeções estaduais, como contribuição a um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas. Campinas, SP: UNICAMP, 2006. Tese (Doutorado). 341 p.

- LIBOS, M. I. P. C. Modelagem da Poluição não Pontual na Bacia do Rio Cuiabá Baseada em Geoprocessamento. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002. Dissertação (Mestrado).
- LIBOS, M. I. P. C.; ROTTUNO FILHO, O.C.; ZEILHOFER, P. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia. 16-21 de Abril de 2005, INPE, p. 2219-27.
- LIMA, E. B. N. R. Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2001. Tese (Doutorado).
- LORENZETTI. <[www.lorenzetti.com.br/produto.asp?id=DC0014#](http://www.lorenzetti.com.br/produto.asp?id=DC0014#)> Acesso em Setembro de 2009.
- MACEDO, I. C. A energia da cana-de-açúcar. Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia: ÚNICA – União da Agorindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, 2007. <http://www.mapa.gov.br>. Acesso em Março de 2009.
- MARIOTONI, C. A.; CANADA, C. B. dos S. Conservação de Energia e a Busca de Indicador Chave de Desempenho de Eficiência Energética – Um Estudo de Caso de Sistemas de Bombeamento de Água. . In: Congresso Brasileiro de Energia, 11. Rio de Janeiro - RJ, 2006. Anais, v. 4. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 1997-2005.
- MATO GROSSO. SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Relatório de Atividades do CEHIDRO – Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.fema.mt.gov.br>>. Acesso em março de 2007.
- MATO GROSSO. SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.fema.mt.gov.br>> . Acesso em abril de 2007.
- MATO GROSSO. SEPLAN, Anuário Estatístico de Mato Grosso – 2004. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, Cuiabá, 2005.

- MECCA, M. de J. Qualidade da Água Bruta e Tratada em Estações de Tratamento de Água ao Longo do Rio Cuiabá. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2002. Dissertação (Mestrado).
- MEDEIROS, F.L.F. de. Meio Ambiente – Direito e Dever Fundamental. Porto Alegre: Livraria do Advogado. 2004. 205 p.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço de Energia Útil, 2005. Disponível em <[http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432&pageId=4040](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=4040)>. Acesso em Dezembro de 2007.
- MME – Ministério de Minas e Energia. SIPOT – Sistema de Informações Potenciais Hidráulicos. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/sipot>>. Acesso em 14 de março de 2007.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional, 2007. Disponível em <[http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432&pageId=4040](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=4040)>. Acesso em Dezembro de 2007.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 – Classe Residencial – Região Centro-Oeste. 2007.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na Indústria – Uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos. 2005. 143 p.
- MONTEIRO, Y. D. P. Subsídios para a elaboração do plano diretor. São Paulo. FPFL - Cepam, 1990, vol. 2, p.25.
- MOREIRA, M. S. Estratégia e implantação do sistema de gestão ambiental (modelo ISO 14000). Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006. 320 p.:il.
- MUNASHINGUE H.; SCHRAMM G. Energy Economics, Demand, Management and Conservation Policy. 1983.
- PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. V.2, 1997.
- PEREIRA, B. D.. Industrialização da Agricultura de Mato Grosso. Cuiabá, MT: Universidade Federal de Mato Grosso, 1995. 222 p.

- PNCDA. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana da Presidência da República. 1997. Disponível em CD-ROM.
- POMPERMAYER, M.L. O gerenciamento da demanda de eletricidade em centros urbanos da região amazônica: possibilidades e estratégias para o setor residencial. 1998. Campinas, SP: UNICAMP. Tese (Doutorado).
- PRIANTE, G.R. et al. Qualidade de água da Bacia do rio Cuiabá, da nascente até exutório Porto Cercado – Pantanal Poconé, Mato Grosso. In: III SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, Corumbá, MS, 2000.
- PROCEL. Disponível em <[www.procel.gov.br](http://www.procel.gov.br)>. Acesso em 13 de novembro de 2006.
- PROCKNOR. Engenharia Ltda. [www.procknor.com.br](http://www.procknor.com.br). Acesso em março de 2009.
- RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, v. 26, Folha SD. 21. Cuiabá, MT, 1992.
- REBOUÇAS, A. Uso inteligente da água. São Paulo, SP: Escrituras, 2004. 207 p.
- REIS, L. B.; UDAETA, M. E. Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para o Setor Elétrico: Uma Metodologia para Abranger o Cenário Global da Oferta e da Demanda. XIII SNPTEE – Grupo VII: Planejamento de Sistemas Elétricos (GPL); Balneário Camburiu; Outubro, 1995.
- REIS, L. B. dos; CUNHA, E. C. N. Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável. Coleção Ambiental. Barueri, SP: Manole Ltda, 2005. 415 p.
- REIS, L. B. dos; CUNHA, E. C. N. Energia Elétrica e Sustentabilidade. Coleção Ambiental. Barueri, SP: Manole Ltda, 2006. 243 p.
- RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. Manutenção e Recuperação da Biodiversidade do Bioma Cerrado: O Uso de Plantas Nativas. In: Anais do 8º Simpósio sobre Cerrado. Brasília: 1996.

- SALOMÃO, F. X. T. Rio Cuiabá: A Geologia e a Problemática da Erosão e do Assoreamento. In: FERREIRA, M. S. F. D., (org.), O Rio Cuiabá como Subsídio para a Educação Ambiental, cap. 2. Cuiabá: EdUFMT, 1999, 162 p.
- SANECAP – Companhia de Saneamento da Capital. Informações Comerciais e Indicadores 1998 a 2007 em Planilha Excel. Arquivo em Disco Rígido.
- SANECAP - Companhia de Saneamento da Capital. Informações no site: [www.sanecap.com.br](http://www.sanecap.com.br). Acesso em Agosto de 2009.
- SAVITZ, A. W. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007, 2ª reimpressão.
- SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. <http://www.sema.mt.gov.br/chidro2/>. Acesso em Junho de 2006.
- SENAI – Serviço Nacional da Indústria. Alavancagem do Mercoeste – Perfil Competitivo do Estado de Mato Grosso. Cuiabá: 2002.
- SEPLAN. Anuário Estatístico De Mato Grosso – 2003. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, Cuiabá, MT: Central de Texto. 2004.
- SEPLAN. Anuário Estatístico De Mato Grosso – 2004. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, Cuiabá, MT: Central de Texto. 2005.
- SEPLAN. Anuário Estatístico De Mato Grosso – 2004. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, Cuiabá, MT: Central de Texto. 2006.
- SEPLAN. Informativo Socioeconômico de Mato Grosso, 2005. Lima, M.B. (org.) Cuiabá, MT: Central de Texto. 2005.
- SEVÁ, A.O.; FERREIRA, A.L. Parecer Técnico Respondendo a Quesitos Formulados pela Prefeitura Municipal de Americana sobre o Projeto de uma Usina Termelétrica de Grande Porte, a Gás e a Vapor, em Americana, SP, em maio de 2001. Americana, SP. 2001.

- SHIRASHI, F. K. Avaliação do Efeito da Construção do APM Manso no Controle das Cheias nas Áreas Urbanas das Cidades de Cuiabá e Várzea Grande – MT. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2003. Dissertação (Mestrado).
- SNIS. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Série Histórica 5. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Junho de 2008. Disponível em <[www.mcidades.gov.br](http://www.mcidades.gov.br)>. Acesso em Julho de 2008.
- SOUZA, R. S. F.de. Planejamento Integrado de Recursos no fornecimento de água tratada para o sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza: proposta de metodologia. Florianópolis: UFSC, 2003. Tese (Doutorado), 221p.
- SUPERGASBRÁS. Entrevista pessoal com técnico da empresa, na cidade de Cuiabá, em 2006.
- TEIXEIRA, T. P. B. Avaliação dos Desempenhos Operacionais e Econômicos dos Sistemas de Abastecimento de Água ou Esgotamento Sanitário, Através da Determinação de Indicadores Básicos Regionais, Ajustados aos Novos Conceitos de Modernização do Setor de Saneamento. Cuiabá, MT: UFMT, 1997. Monografia (Especialização).
- TELLES, D.D. Água na Agricultura e Pecuária. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (org.), Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação, Capítulo 09. São Paulo, SP: Escrituras, 1999.
- TOLMASQUIM, M. T. e SZKLO A. S. A Matriz Energética Brasileira na Virada do Milênio. Rio de Janeiro, RJ: COPPE/UFRJ, 2000. 541 p.
- TOLMASQUIM, M. T. (org.), et al. Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciência, 2003, 515 p.
- TRIGUEIRO, A. Mundo Sustentável. São Paulo: Globo, 2005. 302 p.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. Gestão da Água no Brasil. Brasília; UNESCO, 2001, 191 p.

- TUCCI, C. E. M. (b) Recursos Hídricos e Conservação do Alto Paraguai. Porto Alegre, RS: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, s.d.
- TURNER, A., CAMPBELL, S. e WHITE, S. Methods Used to Develop an End Use Model&Demand Management Program for an Arid Zone. Biennial World Water Congress, Marrakech, Morocco. 19-24 de Setembro, 2004.
- UFPB – Universidade Federal da Paraíba. Efeito da Água no rendimento das culturas. Estudos
- FAO – Irrigação e Drenagem, 33. J. Doorenbos et al.; tradução Departamento Agrícola da UFPB, 1994.
- UDAETA, M.E.M. Planejamento integrado de recursos (PIR) para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável). São Paulo; 1997. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da USP.
- UGAYA, C. M. L. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: uma aplicação da modelagem na Região Administrativa de Campinas. Campinas, SP: UNICAMP, 1996. Dissertação (Mestrado).
- UnB – Universidade de Brasília. Projeto Marca D'Água. Relatórios Preliminares 2001. A Bacia do Rio Cuiabá, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul – 2001. Brasília, DF. 2001.
- UNIDO – United Nations Industrial Development Organization. Industrial Energy Management: Issues Paper. Using Energy Management Standards to stimulate persistent application of Energy Efficiency in Industry. Vienna, Austria, 2007. 10 p.
- USIMINAS – <http://www.usiminas.com.br>. Acesso em março de 2009 ao link Notícias.
- VAN DER LEEDEN, F.; TROISE, F.L.; TODD, D.K. The Water encyclopedia. 2 ed. Michigan: Lewis Publishers, 1990.
- VIANA, Gilney (org.), et al. O Desafio da Sustentabilidade – Um debate socioambiental no Brasil. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001, 364p. Cap. IV, pp. 289 – 313.

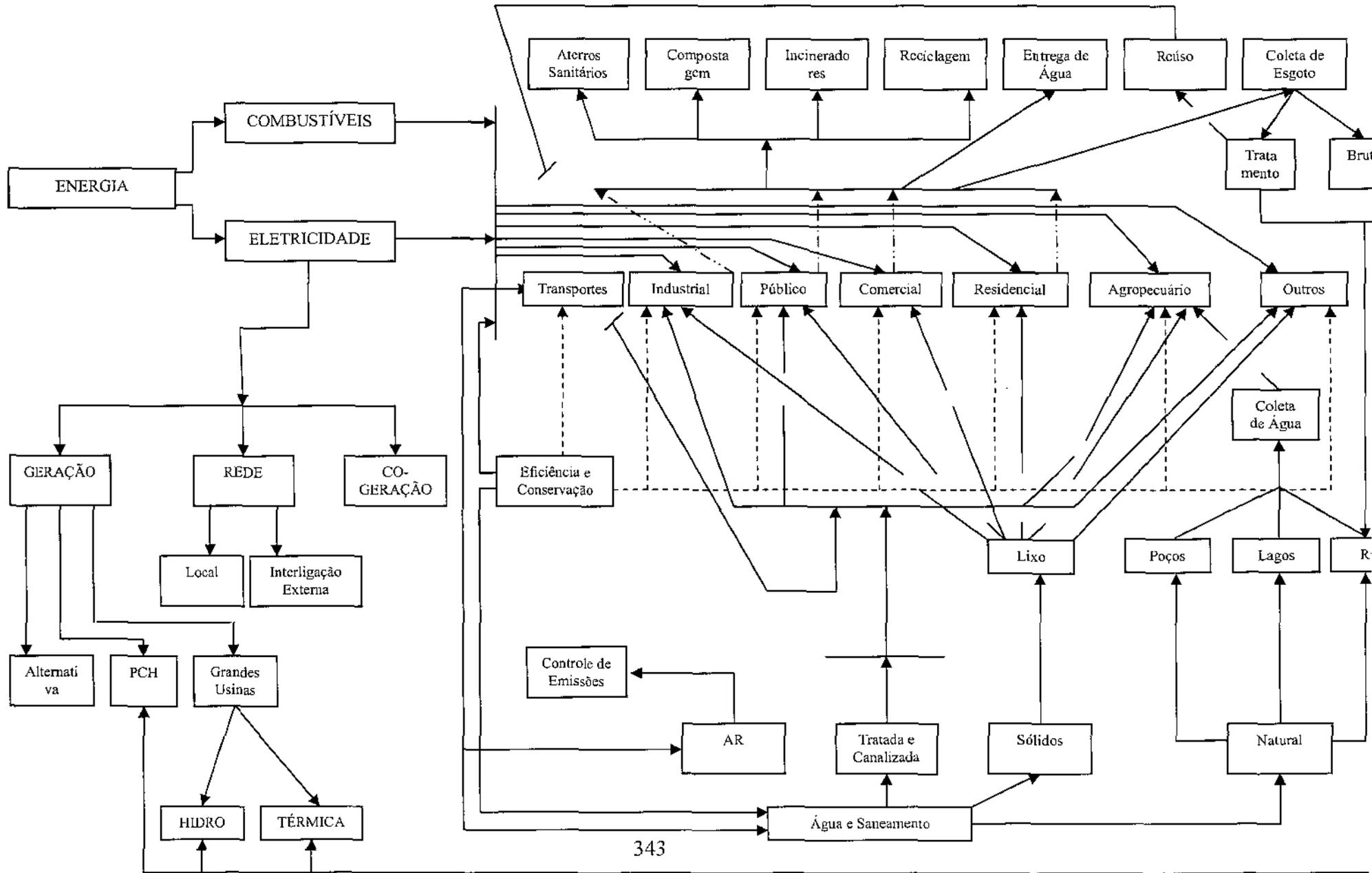
WERNECK LIMA et al.. O Uso da Irrigação no Brasil. IN: Freitas, M. A. V. (ed.), O Estado das Águas no Brasil. Cap. 3. Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SHR; MME, 1999.

WESTCOTT, R. A scenario approach to demand forecasting. In: Water Science & Technology: Water Supply. Efficient Use and Management of Water for Urban Supply. Volume 04. Número 03/2004. ISSN 1606-9749. Editor: F. Cubillo. Canal de Isabel II, Santa Engracia 125, Madrid, Espanha.

WHITE, S.; MILNE, G.; Riedy, C. End Use analysis: issues and lessons. In: Water Science & Technology: Water Supply. Efficient Use and Management of Water for Urban Supply. Volume 04. Número 03/2004. ISSN 1606-9749. Editor: F. Cubillo. Canal de Isabel II, Santa Engracia 125, Madrid, Espanha.

# APÊNDICE 1

## Interação entre energia e água nos sistemas de infra-estrutura



## APÊNDICE 2

### Metodologia para o ajuste das curvas de projeção dos consumos específicos e intensidades energéticas.

Escolha do modelo:			M3	M3	M4	M5	M5
M1)	Modelo	m	#NÚM!	0,98184994	0,92823225	1,064074	1,08664918
	logarítmico:	b	#NÚM!	5,1659E+15	1,8939E+64	5,8626E-53	4,5452E-73
	$y = b \cdot m^x$	$r^2$	#NÚM!	18,9%	75,9%	61,7%	68,5%
M2)	Modelo	m	0	-0,0117931	-0,0281543	3,4	0,06111598
	linear:					-	-
	$y = b + m \cdot x$	b	0,0000E+00	2,4229E+01	5,6714E+01	6,8456E+03	1,2150E+02
		$r^2$	100,0%	17,0%	81,2%	56,6%	61,7%
M3)	Média	2004 - 2006	0,000	0,5454	0,26682	69,47	0,96289
M4)	(M1+M3)/2						
M5)	(M2+M3)/2						
	Máximo		0,000	0,861	0,529	81,766	1,270
	Mínimo		0,000	0,531	0,208	36,982	0,428
	LOG 2020		0,000	0,441	0,088	178,316	3,615
	LIN 2020		0,000	0,407	0,000	122,470	1,952
	Usar LOG		Não	Não	Sim	Não	Não
	Usar LIN		Não	Não	Não	Sim	Sim
	Usar média		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Resultados para o município de Cuiabá, uso final força motriz, nos setores residencial (valores nulos), comercial, industrial, transporte e agropecuário.

Projeção dos consumos específicos (Para os setores residencial e comercial) e intensidades energéticas (para os setores industrial, transporte e agropecuário):

A) O ajuste da projeção é feito pela escolha de um dos seguintes modelos:

M1) logarítmico,

M2) linear,

M3) média dos 3 últimos anos (2004-2006),

M4) média de M1 e M3,

M5) média de M2 e M3.

B) Critérios de escolha do ajuste:

1) Significância do coeficiente de determinação  $r^2$ :

Escolher M1 ou M2 se o  $r^2$  for maior que 90% (nessa ordem);

Escolher M3 se o  $r^2$  for menor que 50%;

Escolher M4 ou M5 se o  $r^2$  for maior que 50% e menor que 90% (nessa ordem).

2) Valores máximos e mínimos observados nos dados:

Rejeitar os modelos M1, M2, M4 ou M5 (escolhendo, portanto, M3) se o valor projetado para 2020 pelo modelo for maior que o máximo ou menor que o mínimo observados, com uma tolerância de 25%.

## APÊNDICE 3

### Nível de penetração de uso final no setor residencial e rendimentos de conversão nos usos finais, nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário.

Energético / Uso Final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Elettricidade	310,0%	97,5%	12,3%	100,0%	86,0%	100,0%	69,9%
Álcool	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Carvão vegetal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Gasolina	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
GLP	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Óleo Combustível	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Óleo diesel	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Querosene	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Lenha	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Outros	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Pesquisa de Posse e Hábitos – 2005 (MME, 2007).

Obs.: Nos demais setores da economia, considerou-se um nível de penetração de 100,0% nos usos finais, pela ausência de pesquisa de posse e hábitos específica na região.

#### Rendimentos de conversão no setor residencial

Energético / Uso Final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Elettricidade	9,0%	60,0%	60,0%	75,0%	70,0%	100,0%	100,0%
Carvão vegetal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	32,0%	100,0%	100,0%
GLP	0,2%	100,0%	100,0%	28,0%	50,0%	80,0%	100,0%
Querosene	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Lenha	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	32,0%	46,0%	100,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004, MME, 2005

#### Rendimentos de conversão no setor comercial

Energético / Uso Final	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Elettricidade	75,0%	75,0%	89,0%	55,0%	100,0%	100,0%
GLP	100,0%	100,0%	28,0%	52,0%	80,0%	100,0%
Óleo Combustível	100,0%	100,0%	100,0%	52,0%	80,0%	100,0%
Óleo diesel	100,0%	100,0%	43,0%	52,0%	80,0%	100,0%

#### Rendimentos de conversão no setor industrial

Energético / Uso Final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Elettricidade	24,1%	70,7%	100,0%	83,7%	59,3%	99,4%	96,2%
GLP	100,0%	100,0%	100,0%	27,8%	50,6%	79,3%	100,0%
Óleo Combustível	100,0%	100,0%	100,0%	45,5%	56,4%	83,3%	100,0%
Lenha	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	34,6%	71,4%	100,0%
Outros	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	75,2%	100,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004, MME, 2005.

**Rendimentos de conversão no setor de transporte**

Energético / Uso Final	Força motriz	Outros
Álcool	34,0%	100,0%
Gasolina	28,0%	100,0%
GLP	100,0%	53,0%
Óleo Combustível	45,5%	100,0%
Óleo diesel	43,0%	100,0%
Querosene	36,0%	100,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004, MME, 2005.

**Rendimentos de conversão no setor agropecuário**

Energético / Uso Final	Refrigeração	Ar condicionado	Força motriz	Aquec. direto	Calor processo	Outros
Eletricidade	65,0%	65,0%	89,0%	55,0%	94,0%	100,0%
Álcool	100,0%	100,0%	34,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Carvão vegetal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	62,0%	100,0%
GLP	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Óleo Combustível	100,0%	100,0%	100,0%	52,0%	72,0%	100,0%
Óleo diesel	100,0%	100,0%	43,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Querosene	100,0%	100,0%	28,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Lenha	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	62,0%	100,0%

Fonte: Balanço de Energia Útil, 2004, MME, 2005.

## APÊNDICE 4

**Necessidades específicas individuais de água, por espécie de cultivo e de rebanho manejado na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.**

Necessidade de água (mm/1000)		
Cultura	Nec. Mín.	Nec. Máx
<b>Temporária</b>		
Arroz (em casca)	0,35	0,7
Algodão (herbáceo)	0,7	1,3
Cana-de-açúcar	1,5	2,5
Feijão (em grão)	0,3	0,5
Mandioca	1,0	1,5
Melancia	0,4	0,6
Melão	0,3	0,5
Milho (em grão)	0,5	0,8
Abacaxi	0,7	1,0
Soja	0,45	0,7
Tomate	0,4	0,6
<b>Permanente</b>		
Banana	1,2	2,2
Coco-da-baía	0,3	0,6
Manga	0,35	0,7
Citrus	0,9	1,2
Mamão	0,3	0,6

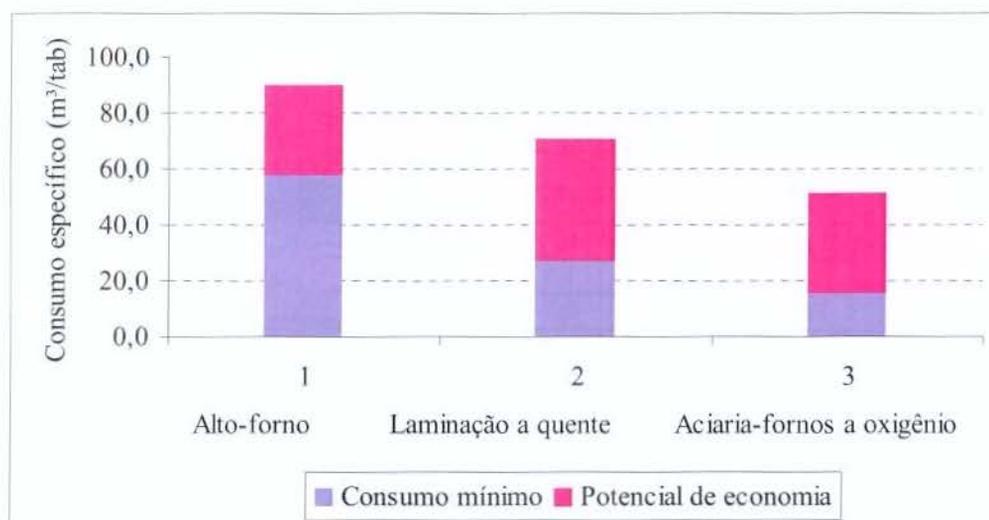
Fonte: Adaptado da FAO (1994).

Consumo de água por animal (litros/dia)	
Bovinos	50
Aves	0,4
Suínos	100
Outros	40
Ovinos	4
Caprinos	7

Fonte: Valores sugeridos pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos para dessedentação e manejo dos rebanhos

## APÊNDICE 5

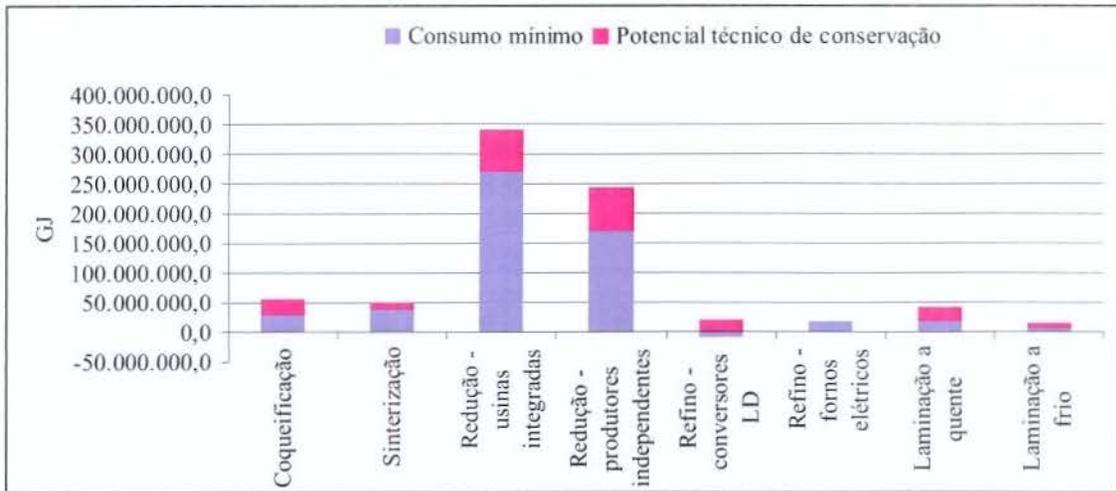
**Caso da indústria siderúrgica. Potenciais de economia de água, de energia térmica e de energia elétrica obtidos.**



Fonte: Elaborada mediante dados dos Balanços Globais e de Utilidades de sete plantas (ABM, 2008).

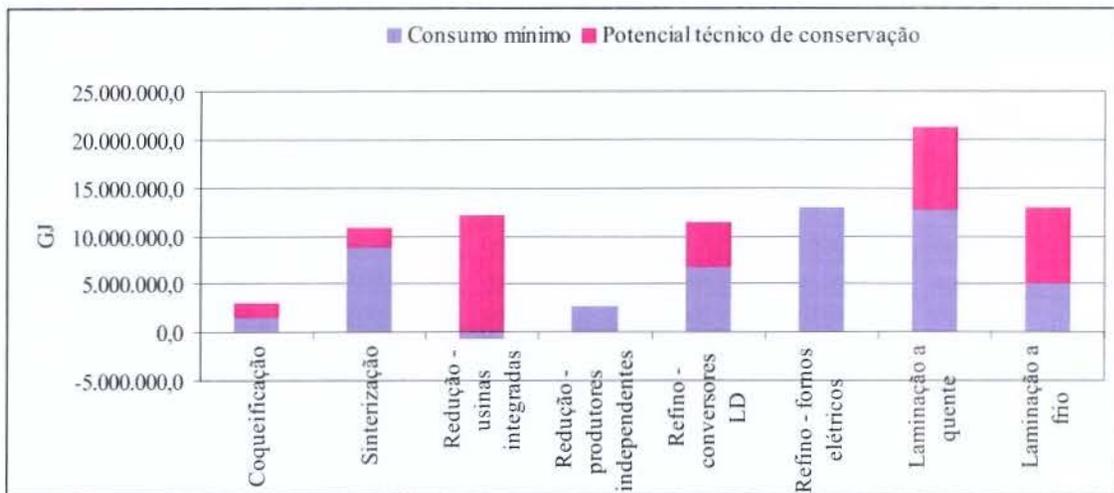
Estimativa de potenciais médios de economia de água em processos de alto-forno, laminação a quente e aciaria – fornos a oxigênio, em 2007, no Brasil.

Os potenciais representam, respectivamente, 31,9 m³/tab (35,4%) para o processo de alto-forno, 43,7 m³/tab (62,0%) para a laminação a quente e 36,3 m³/tab (70,0%) para a aciaria.



Fonte: Elaborado mediante dados de Gorla e Bajay, 2008.

Consumo e potencial de conservação de energia térmica nas usinas siderúrgicas no Brasil, em 2007.



Fonte: Elaborado mediante dados de Gorla e Bajay, 2008.

Consumo e potencial de conservação de energia elétrica nas usinas siderúrgicas no Brasil, em 2007.

## APÊNDICE 6

**Evolução da área plantada de cultivos permanentes (P) e temporários (T) na bacia e nos municípios de Cuiabá e Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>2</sup>.**

### Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
1995	33.100.000	2.890.000	223.570.000	63.420.000	133.490.000	168.000.000	29.610.000	654.080.000
1996	25.490.000	4.770.000	266.000.000	51.760.000	145.120.000	95.100.000	31.590.000	619.830.000
1997	25.900.000	4.930.000	245.400.000	55.340.000	158.220.000	118.750.000	27.120.000	635.660.000
1998	28.040.000	5.270.000	215.580.000	51.120.000	152.700.000	160.400.000	26.140.000	639.250.000
1999	29.300.000	5.820.000	340.190.000	63.300.000	113.220.000	157.710.000	32.920.000	742.460.000
2000	25.530.000	5.880.000	314.010.000	72.730.000	113.810.000	174.680.000	33.090.000	739.730.000
2001	24.830.000	6.360.000	181.580.000	67.790.000	104.890.000	201.000.000	30.920.000	617.370.000
2002	9.225.000	4.900.000	200.740.000	74.400.000	108.850.000	137.340.000	38.710.000	574.165.000
2003	21.830.000	5.570.000	138.720.000	75.350.000	179.750.000	372.090.000	60.050.000	853.360.000
2004	19.980.000	5.150.000	251.470.000	97.120.000	249.460.000	549.920.000	52.500.000	1.225.600.000
2005	18.190.000	4.770.000	201.930.000	74.240.000	294.430.000	838.690.000	52.350.000	1.484.600.000
2006	24.340.215	5.275.876	209.579.202	86.635.430	349.561.355	1.128.781.376	61.833.826	1.866.007.281

### Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Outros (T)	Total
1995	600.000	480.000	1.830.000	4.040.000	6.920.000	3.200.000	17.070.000
1996	1.680.000	1.000.000	2.320.000	2.000.000	5.640.000	2.540.000	15.180.000
1997	1.520.000	1.200.000	2.500.000	1.820.000	6.000.000	2.030.000	15.070.000
1998	1.200.000	1.100.000	1.200.000	1.900.000	6.000.000	530.000	11.930.000
1999	1.200.000	1.400.000	2.200.000	1.900.000	6.000.000	790.000	13.490.000
2000	500.000	1.370.000	1.850.000	3.500.000	6.400.000	1.080.000	14.700.000
2001	500.000	1.370.000	1.800.000	2.500.000	6.200.000	1.080.000	13.450.000
2002	425.000	1.710.000	1.900.000	2.750.000	6.800.000	1.380.000	14.965.000
2003	350.000	1.880.000	500.000	1.800.000	2.700.000	1.170.000	8.400.000
2004	400.000	1.350.000	700.000	3.000.000	3.000.000	2.910.000	11.360.000
2005	480.000	1.320.000	700.000	4.280.000	3.000.000	2.690.000	12.470.000
2006	429.191	1.396.930	388.172	3.640.018	2.018.400	2.798.101	10.670.812

## Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
1995	1.500.000	40.000	80.000.000	3.000.000	10.000.000	30.000.000	1.350.000	125.890.000
1996	1.500.000	40.000	124.250.000	3.000.000	10.000.000	3.000.000	3.550.000	145.340.000
1997	220.000	40.000	120.000.000	3.000.000	10.000.000	9.500.000	1.050.000	143.810.000
1998	400.000	50.000	84.800.000	3.300.000	25.000.000	17.000.000	1.300.000	131.850.000
1999	500.000	50.000	138.420.000	2.000.000	5.000.000	17.000.000	1.550.000	164.520.000
2000	680.000	60.000	190.250.000	2.000.000	5.500.000	17.000.000	2.150.000	217.640.000
2001	680.000	60.000	106.230.000	2.000.000	6.000.000	30.000.000	2.250.000	147.220.000
2002	180.000	50.000	142.340.000	2.000.000	20.000.000	20.000.000	620.000	185.190.000
2003	680.000	60.000	87.070.000	2.000.000	6.900.000	48.000.000	820.000	145.530.000
2004	680.000	50.000	125.200.000	1.500.000	3.500.000	85.000.000	820.000	216.750.000
2005	680.000	60.000	96.300.000	700.000	7.000.000	28.000.000	1.080.000	133.820.000
2006	900.779	60.208	89.502.500	1.069.091	3.319.737	56.472.767	1.091.209	152.416.292

## APÊNDICE 7

**Evolução de rebanhos na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: Cabeça.**

**Bacia**

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	1.459.149	105.105	10.475	8.166	1.321.907	58.651
1996	1.523.117	50.181	14.000	4.188	1.564.924	43.432
1997	1.526.582	53.149	14.813	4.496	1.617.036	44.906
1998	1.456.822	57.232	15.538	5.612	1.249.351	46.011
1999	1.473.370	56.137	16.021	6.444	1.149.867	45.660
2000	1.658.995	58.830	18.798	7.428	1.081.891	45.961
2001	1.622.776	60.544	19.880	7.524	1.067.828	46.764
2002	1.775.796	59.914	23.014	9.674	1.276.075	47.953
2003	2.061.728	63.117	25.370	10.172	1.099.065	47.298
2004	2.124.709	65.173	32.993	10.608	1.067.793	48.062
2005	2.171.035	73.929	53.547	12.399	1.046.415	49.143
2006	2.225.040	94.307	110.078	16.766	1.034.553	50.974

**Cuiabá**

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	70.322	5.926	1.396	1.210	41.896	1.846
1996	79.144	3.367	1.144	373	60.074	1.567
1997	80.822	3.668	1.344	395	64.845	1.675
1998	90.882	6.496	1.531	532	55.935	2.534
1999	73.348	6.602	1.550	534	55.935	2.557
2000	90.000	6.500	1.670	548	51.500	2.696
2001	88.452	6.500	1.800	580	49.650	2.654
2002	89.790	6.500	1.940	620	48.372	2.524
2003	102.989	6.697	2.393	869	72.092	2.585
2004	101.965	6.625	2.415	865	71.471	2.665
2005	111.375	7.218	10.441	833	70.181	3.548
2006	121.653	7.864	45.141	802	68.914	4.724

**Planalto da Serra**

Ano	Bovino	Suino	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	43.316	2.862	176	403	27.676	2.061
1996	78.609	2.290	505	378	16.030	1.783
1997	78.600	2.370	550	400	17.211	1.862
1998	62.994	2.397	575	420	19.353	1.898
1999	66.804	2.415	609	448	20.020	1.911
2000	66.804	2.415	717	730	20.020	2.141
2001	80.447	2.415	1.100	645	24.500	2.536
2002	88.205	2.450	990	679	24.200	2.609
2003	104.072	2.539	962	501	25.353	2.807
2004	119.674	2.500	1.483	623	24.000	2.901
2005	106.167	2.380	1.552	518	23.200	2.804
2006	94.184	2.266	1.624	431	22.427	2.710

## APÊNDICE 8

### Características do rio Cuiabá, segundo o RIMA da Usina Termelétrica Mário Covas.

- Vazão mínima: 90 m<sup>3</sup>/s
- Variação de temperatura admissível da água = 3° C (270 mil kcal/s)
- Make-up: 600 m<sup>3</sup>/h (170 l/s) e purga de 150 m<sup>3</sup>/h (45 l/s), dissipando 1500 kcal/s (0,6% da capacidade de depuração do rio)
- Descarga total de efluentes no rio (purga da caldeira, da torre, desmineralização e drenagem de pisos): 181 m<sup>3</sup>/h (50 l/s), considerado pela empresa impacto desprezível.

Os dados do RIMA informam que os efluentes gerados pela UTE são de 181 m<sup>3</sup>/h (50 l/s), que serão descartados em uma Estação de Tratamento na Usina e lançados, após, no rio. Constitui-se, portanto, numa das maiores descargas industriais da bacia do rio Cuiabá.

# APÊNDICE 9

Telas do banco de dados mostrando séries históricas e projeções da evolução do número de residências, número de empregados do setor comercial, dos valores adicionados dos setores industrial, de transporte e agropecuário, e consumo de energéticos, de 1995 a 2006, e projeções do consumo energético, consumos específicos, intensidades energéticas e de uso da água, de 2007 a 2020 na bacia (total regional).

TOTAL REGIONAL						Consumo total de energia final per energéticos em TOTA						
Residências	Empregados	VA Industri	VA Transp	VA Agropecuário		Elettricidad	Alcool	Carvão	Gasolina	GLP	Óleo	
1995	228.090	112.048	1.102.122	328.993	207.891	1995	3.319.063	1.670.697	18.690	2.769.118	1.139.920	2.750.3
1996	227.538	115.216	1.141.833	325.983	215.746	1996	3.524.042	1.710.203	20.843	3.261.062	1.256.042	2.370.2
1997	227.331	118.555	1.204.347	328.600	227.932	1997	3.980.984	1.413.790	22.774	3.393.494	1.271.033	2.427.9
1998	227.473	107.529	1.243.043	323.882	235.631	1998	4.269.938	1.499.691	24.802	4.401.511	1.248.724	2.223.1
1999	226.038	103.852	1.405.079	345.397	252.818	1999	4.313.581	1.223.296	26.926	3.484.199	1.322.820	2.018.3
2000	228.623	139.947	1.476.198	328.363	324.233	2000	4.486.488	1.221.377	29.186	3.804.288	1.362.455	1.071.0
2001	232.752	142.170	1.427.013	334.708	272.203	2001	4.114.933	1.061.872	31.201	3.503.245	1.351.451	656.3
2002	236.924	155.607	1.554.095	280.037	305.897	2002	4.406.417	1.282.884	33.960	3.692.372	1.369.982	330.6
2003	241.137	169.652	1.694.410	237.400	374.536	2003	4.604.994	1.169.415	37.850	3.532.860	1.369.997	337.9
2004	245.396	190.390	2.675.436	268.020	469.412	2004	5.224.307	1.433.731	42.440	4.079.433	1.304.540	316.8
2005	249.717	210.540	2.265.136	260.361	475.586	2005	5.634.047	1.580.954	47.752	4.017.573	1.309.500	178.8
2006	254.066	218.604	1.879.407	309.225	359.836	2006	6.054.504	1.493.509	53.792	3.754.323	1.328.103	27.2
2007	254.322	222.850	2.503.548	282.642	515.494	2007	6.015.964	1.405.007	50.730	4.102.216	1.341.607	154.5
2008	258.630	238.499	2.702.672	290.279	552.169	2008	6.338.693	1.441.453	54.019	4.262.624	1.353.875	156.4
2009	256.166	229.550	2.693.409	275.910	555.089	2009	6.237.094	1.368.414	56.214	4.096.674	1.323.463	145.7
2010	257.477	234.311	2.801.742	274.181	576.499	2010	6.375.290	1.357.961	59.557	4.113.774	1.315.746	142.0
2011	259.706	242.407	2.941.640	275.506	662.727	2011	6.575.189	1.362.451	63.518	4.174.621	1.312.791	139.8
2012	262.328	251.932	3.097.375	278.137	631.295	2012	6.804.204	1.373.218	68.037	4.253.868	1.311.285	138.1
2013	265.297	262.716	3.268.250	281.888	662.127	2013	7.060.024	1.389.335	73.165	4.349.179	1.310.843	136.8
2014	268.941	275.950	3.466.699	287.683	697.306	2014	7.365.271	1.415.329	79.064	4.475.306	1.313.227	136.4
2015	272.558	289.087	3.668.926	293.440	732.924	2015	7.674.097	1.440.938	85.609	4.600.316	1.314.315	135.8
2016	276.147	302.125	3.874.931	299.189	768.972	2016	7.986.505	1.466.323	92.859	4.724.584	1.314.105	135.1
2017	279.709	315.064	4.084.720	304.955	805.444	2017	8.302.509	1.491.620	100.878	4.848.423	1.312.596	134.3
2018	283.245	327.907	4.298.297	310.758	842.335	2018	8.622.129	1.516.941	109.731	4.972.093	1.309.788	133.4
2019	286.757	340.661	4.515.670	316.616	879.641	2019	8.945.406	1.542.376	119.490	5.095.800	1.305.686	132.5
2020	290.244	353.328	4.736.847	322.542	917.358	2020	9.272.367	1.568.002	130.227	5.219.705	1.300.288	131.6

Microsoft Excel - Bacia\_Culabá-Consumo\_Água\_6

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

100%

Responder com alternativas

31	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
32	ano		Banho	Cozinha	Lavanderia	Barbeiro	Outros	Cozinha	Barbeiro	Outros	Processos	Refinamento	Túnel
33	(m³)		Consumo de água final por usos finais em TOTAL REGIONAL (m³)										
34	Agregação		Residencial					Comercial			Industrial		
35			Banho	Cozinha	Lavanderia	Barbeiro	Outros	Cozinha	Barbeiro	Outros	Processos	Refinamento	Outros
35	507.167,544	1995	6.413.806	5.019.500	6.692.667	5.298.362	4.461.778	879.747	953.099	1.832.805	843.228	1.445.533	120.461
36	458.571,382	1996	6.460.738	5.056.230	6.741.639	5.337.131	4.494.426	900.635	975.688	1.876.324	870.726	1.492.672	124.389
37	475.533,481	1997	6.544.972	5.122.152	6.829.536	5.406.716	4.553.024	923.006	999.923	1.922.928	899.645	1.542.248	128.521
38	476.754,372	1998	6.342.898	4.964.007	6.618.676	5.239.785	4.412.451	861.596	933.396	1.794.992	925.797	1.587.081	132.257
39	537.991,323	1999	7.167.077	5.609.017	7.478.689	5.920.629	4.985.793	996.725	1.079.786	2.076.511	1.045.662	1.792.563	149.380
40	544.891,728	2000	7.259.217	5.681.127	7.574.835	5.996.745	5.049.890	997.390	1.080.585	2.077.895	1.096.723	1.880.097	156.675
41	474.970,218	2001	7.614.989	5.959.557	7.946.076	6.290.643	5.297.384	1.044.793	1.131.839	2.176.652	1.065.532	1.826.627	152.219
42	444.981,376	2002	7.791.924	6.098.028	8.130.703	6.436.807	5.420.469	1.057.671	1.145.810	2.203.482	1.156.425	1.982.448	165.204
43	648.215,306	2003	7.831.753	6.129.198	8.172.263	6.469.709	5.448.176	1.041.746	1.128.558	2.170.303	1.255.588	2.152.436	179.370
44	876.744,934	2004	7.851.785	6.144.875	8.193.167	6.486.257	5.462.112	1.025.755	1.111.234	2.136.989	1.942.987	3.330.835	277.570
45	1.020.417,107	2005	7.883.269	6.169.515	8.226.020	6.512.266	5.484.013	1.010.382	1.094.581	2.104.963	1.656.875	2.840.357	236.696
46	1.265.504,455	2006	7.927.046	6.203.775	8.271.700	6.548.429	5.514.467	995.638	1.078.608	2.074.246	1.388.085	2.379.574	198.298
47	1.117.711,620	2007	8.153.766	6.381.208	8.508.277	6.735.720	5.672.185	1.062.491	1.151.032	2.213.323	1.804.819	3.093.976	257.831
48	1.180.261,676	2008	8.243.340	6.451.309	8.601.746	6.809.715	5.734.497	1.091.304	1.182.463	2.273.967	1.923.191	3.296.895	274.742
49	1.170.382,073	2009	8.114.628	6.350.109	8.466.812	6.702.893	5.644.541	1.005.074	1.088.831	2.093.905	1.887.367	3.255.486	369.624
50	1.198.528,899	2010	8.107.926	6.345.333	8.460.444	6.697.852	5.640.296	985.544	1.067.673	2.053.218	1.937.309	3.321.100	276.758
51	1.234.992,484	2011	8.132.075	6.364.233	8.485.644	6.717.801	5.657.096	982.142	1.063.987	2.046.129	2.009.560	3.444.960	287.080
52	1.274.243,789	2012	8.169.356	6.393.409	8.524.346	6.748.599	5.683.030	983.302	1.067.627	2.053.129	2.092.512	3.387.163	298.930
53	1.315.802,223	2013	8.218.118	6.431.571	8.575.427	6.788.880	5.716.952	994.446	1.077.317	2.071.763	2.185.600	3.746.740	312.229
54	1.362.892,326	2014	8.288.772	6.486.865	8.649.154	6.847.247	5.766.103	1.013.566	1.098.024	2.111.584	2.297.834	3.939.145	328.262
55	1.408.430,274	2015	8.358.717	6.541.604	8.722.139	6.905.027	5.814.760	1.031.894	1.117.885	2.149.779	2.411.808	4.134.528	344.544
56	1.452.531,154	2016	8.427.913	6.595.758	8.794.344	6.962.189	5.862.896	1.049.514	1.136.974	2.186.488	2.527.514	4.332.881	361.073
57	1.495.319,351	2017	8.496.346	6.649.314	8.865.752	7.018.720	5.910.501	1.066.493	1.155.367	2.221.861	2.646.945	4.534.192	377.849
58	1.536.900,420	2018	8.564.621	6.702.277	8.936.370	7.074.626	5.957.580	1.082.905	1.173.147	2.256.852	2.764.098	4.738.453	394.871
59	1.577.368,745	2019	8.630.970	6.754.672	9.006.229	7.129.931	6.004.153	1.098.828	1.190.396	2.289.224	2.884.968	4.945.659	412.138
60	1.616.809,014	2020	8.697.218	6.806.519	9.075.358	7.184.639	6.050.239	1.114.332	1.207.193	2.321.324	3.007.552	5.155.803	429.650
61													

Água Cultivos / Água Dessedentação / Usos Finais Água / Plan3 / Plan2 / Plan1 / Tabela

Desenhar AutoFormas

Pronto

Iniciar

Calculadora Capturas em s... Bacia\_Culabá... Cópia de Bacia... lvo\_tese\_04... 15:59

Microsoft Excel - Bacia\_Culabá-Consumo\_Água\_6

arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

100% Times New Roman 10

Processos restrição Outros

Consumo específico/Intensidade de uso de água final por usos finais em TOTAL REGIONAL

		Consumo específico/Intensidade de uso de água final por usos finais em TOTAL REGIONAL									*DESLOC	
		Residencial			Comercial			Industrial				
		Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros	Cozinha	Banheiro	Outros	Processos	Resfriamento	Outros
1995		37,31	29,20	33,93	30,82	25,96	7,85	8,51	16,36	0,765	1,312	0,109
1996		37,29	29,42	39,23	31,05	26,15	7,82	8,47	16,29	0,763	1,307	0,109
1997		38,02	29,76	39,67	31,41	26,45	7,79	8,43	16,22	0,747	1,281	0,107
1998		36,23	28,36	37,81	29,93	25,20	8,01	8,68	16,69	0,745	1,277	0,105
1999		40,26	31,51	42,02	33,25	28,91	9,60	10,40	20,00	0,744	1,276	0,105
2000		39,58	31,29	41,72	33,03	27,81	7,13	7,72	14,85	0,743	1,274	0,105
2001		40,57	31,75	42,33	33,51	28,22	7,35	7,96	15,31	0,747	1,280	0,107
2002		38,29	29,96	39,95	31,63	26,63	6,80	7,36	14,16	0,744	1,276	0,105
2003		37,81	29,59	39,45	31,23	26,30	6,14	6,65	12,79	0,741	1,270	0,105
2004		36,20	28,57	38,09	30,15	25,39	5,38	5,83	11,21	0,726	1,245	0,104
2005		36,35	28,45	37,93	30,03	25,29	4,80	5,26	10,00	0,731	1,254	0,104
2006		35,35	27,67	36,89	29,20	24,59	4,55	4,93	9,49	0,739	1,266	0,105
2007		36,48	28,55	38,06	30,13	25,37	4,85	5,25	10,11	0,730	1,252	0,104
2008		36,40	28,49	37,99	30,07	25,33	4,73	5,12	9,85	0,729	1,249	0,104
2009		36,33	28,44	37,91	30,02	25,28	4,61	4,98	9,60	0,728	1,247	0,104
2010		36,26	28,38	37,84	29,96	25,23	4,50	4,87	9,37	0,726	1,245	0,104
2011		36,19	28,33	37,77	29,90	25,18	4,39	4,75	9,14	0,725	1,243	0,104
2012		36,12	28,27	37,69	29,84	25,13	4,29	4,65	8,93	0,724	1,241	0,103
2013		36,05	28,22	37,62	29,78	25,08	4,19	4,54	8,74	0,723	1,239	0,103
2014		35,98	28,16	37,55	29,73	25,03	4,10	4,44	8,55	0,721	1,237	0,103
2015		35,91	28,11	37,48	29,67	24,98	4,02	4,35	8,37	0,720	1,235	0,103
2016		35,85	28,05	37,40	29,61	24,94	3,94	4,26	8,20	0,719	1,233	0,103
2017		35,78	28,00	37,33	29,56	24,89	3,86	4,18	8,04	0,718	1,231	0,103
2018		35,71	27,95	37,26	29,50	24,84	3,79	4,10	7,89	0,717	1,228	0,102
2019		35,64	27,89	37,19	29,44	24,79	3,72	4,03	7,74	0,715	1,226	0,102
2020		35,57	27,84	37,12	29,39	24,75	3,65	3,95	7,61	0,714	1,224	0,102

LOG LOG

Água Cultivos / Água Dessedentação / Usos Finais Água / Plan3 / Plan2 / Plan1 / Tabela

Desenhar Autoformas

Pronto

Iniciar Caixa de entra... Capítulos em s... Bacia\_Culabá... Cópia de Bacia... Ivo\_ress\_04... 16:00

Microsoft Excel - Cópia de Bacia\_Culabá-Consumo\_Energia\_6

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

2007

191	U	Consumo específico/Intensidade energética total de energia final em TOTAL REGIONAL no cenário BASE (GJ)					Participação dos energéticos no consumo de energia final						
		Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agriculturário	Residencial				Comercial		
							Eleticidade	Carvão	GLP	Lenha	Eleticidade	GLP	Cleó
195	1995	18,98	7,90	3,81	37,78	0,13	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
196	1996	19,10	7,76	3,37	40,14	0,15	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
197	1997	20,14	8,57	3,40	40,67	0,17	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
198	1998	18,98	10,23	3,05	47,96	0,17	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
199	1999	19,20	10,92	2,61	44,47	0,19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
200	2000	19,17	8,55	1,91	45,73	0,19	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
201	2001	16,93	7,85	1,72	44,69	0,23	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
202	2002	16,25	7,50	1,55	64,27	0,26	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
203	2003	15,84	7,37	1,59	76,05	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
204	2004	15,33	6,99	1,07	73,09	0,21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
205	2005	15,43	6,86	1,30	70,88	0,22	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
206	2006	15,49	7,15	1,62	53,22	0,27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
207	2007	15,07	7,00	1,28	69,40	0,25	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
208	2008	14,92	7,00	1,27	70,93	0,26	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
209	2009	14,77	7,00	1,25	72,45	0,26	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
210	2010	14,63	7,00	1,24	73,98	0,27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
211	2011	14,49	7,00	1,23	75,50	0,27	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
212	2012	14,36	7,00	1,21	77,03	0,28	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
213	2013	14,24	7,00	1,20	78,55	0,29	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
214	2014	14,12	7,00	1,20	80,08	0,29	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
215	2015	14,01	7,00	1,19	81,60	0,30	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
216	2016	13,90	7,00	1,18	83,12	0,30	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
217	2017	13,80	7,00	1,17	84,65	0,31	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
218	2018	13,70	7,00	1,17	86,17	0,31	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
219	2019	13,61	7,00	1,16	87,70	0,32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
220	2020	13,52	7,00	1,15	89,22	0,32	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%

Valor Adicionado / Consumo Energia / Usos Finais Energia / Determinantes / Plan1 / Tat

Pronto

Sono=467823545.2

Iniciar

Caixa de entra... Captulos em s... Bacia\_Culabá... Cópia de Bacia... Ivo\_tess\_04...

16:04

Mikrosoft Excel - Cópia de Baía\_Culabá-Consumo\_Energia\_6

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

2007

128 **Uso Final: 1 ILUMINAÇÃO**

129 **Consumo de energia final em TOTAL REGIONAL no uso final ILUMINAÇÃO no cenário BASE**

130 **Residencial (849.804 GJ em 2020) Comercial (1.021.853 GJ em 2020) Industrial (92.511 GJ em 2020) Transporte (0 GJ)**

		Residencial (849.804 GJ em 2020)				Comercial (1.021.853 GJ em 2020)			Industrial (92.511 GJ em 2020)				Transporte (0 GJ)	
		Eleticidade	Carvão	GLP	Lenha	Eleticidade	GLP	Cleo	Eleticidade	GLP	Cleo	Lenha	Acool	Gasolina
132	1995	395.798	0	0	0	349.259	0	0	17.104	0	0	0	0	0
133	1996	650.390	0	0	0	372.886	0	0	17.651	0	0	0	0	0
134	1997	735.562	0	0	0	423.901	0	0	18.599	0	0	0	0	0
135	1998	787.980	0	0	0	459.389	0	0	20.237	0	0	0	0	0
136	1999	781.308	0	0	0	474.822	0	0	20.649	0	0	0	0	0
137	2000	787.579	0	0	0	500.029	0	0	22.452	0	0	0	0	0
138	2001	672.715	0	0	0	466.220	0	0	22.558	0	0	0	0	0
139	2002	693.931	0	0	0	487.022	0	0	25.550	0	0	0	0	0
140	2003	692.391	0	0	0	512.156	0	0	28.450	0	0	0	0	0
141	2004	604.697	0	0	0	544.643	0	0	39.085	0	0	0	0	0
142	2005	730.310	0	0	0	596.159	0	0	42.802	0	0	0	0	0
143	2006	768.858	0	0	0	652.967	0	0	47.146	0	0	0	0	0
144	2007	744.626	0	0	0	644.300	0	0	48.895	0	0	0	0	0
145	2008	757.241	0	0	0	689.757	0	0	52.784	0	0	0	0	0
146	2009	750.827	0	0	0	663.878	0	0	52.603	0	0	0	0	0
147	2010	753.365	0	0	0	677.646	0	0	54.718	0	0	0	0	0
148	2011	760.391	0	0	0	701.858	0	0	57.451	0	0	0	0	0
149	2012	768.069	0	0	0	728.608	0	0	60.492	0	0	0	0	0
150	2013	776.762	0	0	0	759.796	0	0	63.829	0	0	0	0	0
151	2014	787.430	0	0	0	798.069	0	0	67.705	0	0	0	0	0
152	2015	798.019	0	0	0	836.861	0	0	71.655	0	0	0	0	0
153	2016	808.529	0	0	0	873.768	0	0	75.678	0	0	0	0	0
154	2017	818.959	0	0	0	911.189	0	0	79.775	0	0	0	0	0
155	2018	829.312	0	0	0	948.333	0	0	83.946	0	0	0	0	0
156	2019	839.393	0	0	0	985.217	0	0	88.192	0	0	0	0	0
157	2020	849.804	0	0	0	1.021.853	0	0	92.511	0	0	0	0	0

158

Valor Adicionado / Consumo Energia / Usos Finais Energia / Determinantes / Plan1 / Tab

Desenhar AutoFormas

Pronto

Soma=457823545,2

Iniciar Caixa de entr... Capítulos em s... Baía\_Culabá... Cópia de Baía... Ivo\_tese\_04... 18:06

## APÊNDICE 10

Estimativas da participação setorial da demanda de água nos municípios e no total da bacia.

Município	Residencial	Comercial	Industrial
ACORIZAL	97,00%	2,00%	1,00%
BARÃO DE MELGAÇO	97,00%	2,00%	1,00%
CHAPADA DOS GUIMARÃES	97,00%	2,00%	1,00%
CUIABÁ	85,00%	14,60%	0,40%
JANGADA	97,00%	2,00%	1,00%
NOBRES	97,00%	2,00%	1,00%
NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	97,00%	2,00%	1,00%
NOVA BRASILÂNDIA	97,00%	2,00%	1,00%
PLANALTO DA SERRA	97,00%	2,00%	1,00%
POCONÉ	97,00%	2,00%	1,00%
ROSÁRIO OESTE	97,00%	2,00%	1,00%
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	97,00%	2,00%	1,00%
VARZEA GRANDE	96,00%	3,00%	1,00%
TOTAL REGIONAL	96,00%	3,05%	0,95%

## APÊNDICE 11

**Evolução das demandas totais de água dos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	20.132.271	3.458.014	670.166	18.109.418
1996	20.711.780	3.557.553	700.796	14.932.806
1997	21.307.970	3.659.957	732.633	13.740.149
1998	19.716.719	3.386.636	752.796	12.143.061
1999	22.934.700	3.939.372	868.410	12.616.677
2000	22.876.900	3.929.444	908.480	13.969.016
2001	23.948.750	4.113.550	848.002	12.533.826
2002	24.175.233	4.152.452	979.318	13.683.535
2003	23.692.050	4.069.458	1.088.543	9.880.793
2004	23.218.525	3.988.123	1.788.930	14.084.523
2005	22.754.464	3.908.414	1.489.295	16.272.025
2006	22.299.678	3.830.298	1.153.734	15.518.907

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	130.244	987	329	74.339.700
1996	120.872	916	305	83.545.556
1997	112.174	850	283	81.640.017
1998	104.102	789	263	77.730.349
1999	96.611	732	244	91.526.643
2000	89.659	679	226	119.613.146
2001	83.208	630	210	83.599.105
2002	77.220	585	195	104.497.548
2003	84.150	638	213	84.302.472
2004	91.702	695	232	123.040.083
2005	99.932	757	252	76.254.819
2006	108.900	825	275	87.268.057

## APÊNDICE 12

**Evolução das demandas de água de cultivos permanentes (P) e temporários (T) nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.**

### Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Outros (T)	Total
1995	1.020.000	504.000	960.750	5.050.000	4.498.000	4.535.000	16.567.750
1996	2.856.000	757.500	1.218.000	2.500.000	3.666.000	2.329.500	13.327.000
1997	2.584.000	777.000	1.312.500	2.275.000	3.900.000	1.241.500	12.090.000
1998	2.040.000	603.750	630.000	2.375.000	3.900.000	645.000	10.193.750
1999	2.040.000	759.000	1.155.000	2.375.000	3.900.000	755.000	10.984.000
2000	850.000	727.500	971.250	4.375.000	4.160.000	950.000	12.033.750
2001	850.000	727.500	945.000	3.125.000	4.030.000	950.000	10.627.500
2002	722.500	886.500	997.500	3.437.500	4.420.000	1.290.500	11.754.500
2003	595.000	1.037.250	262.500	2.250.000	1.755.000	1.797.500	7.697.250
2004	680.000	723.750	367.500	3.750.000	1.950.000	4.450.000	11.921.250
2005	816.000	722.250	367.500	5.350.000	1.950.000	4.684.500	13.890.250
2006	729.626	776.397	203.790	4.550.022	1.311.960	5.284.718	12.856.513

### Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
1995	2.550.000	42.000	42.000.000	3.750.000	6.500.000	17.250.000	1.315.000	73.407.000
1996	2.550.000	42.000	65.231.250	3.750.000	6.500.000	1.725.000	2.195.000	81.993.250
1997	374.000	42.000	63.000.000	3.750.000	6.500.000	5.462.500	955.000	80.083.500
1998	680.000	52.500	44.520.000	4.125.000	16.250.000	9.775.000	1.055.000	76.457.500
1999	850.000	52.500	72.670.500	2.500.000	3.250.000	9.775.000	1.085.000	90.183.000
2000	1.156.000	63.000	99.881.250	2.500.000	3.575.000	9.775.000	1.315.000	118.265.250
2001	1.156.000	63.000	55.770.750	2.500.000	3.900.000	17.250.000	1.355.000	81.994.750
2002	306.000	52.500	74.728.500	2.500.000	13.000.000	11.500.000	662.000	102.749.000
2003	1.156.000	63.000	45.711.750	2.500.000	4.485.000	27.600.000	742.000	82.257.750
2004	1.156.000	52.500	65.730.000	1.875.000	2.275.000	48.875.000	745.500	120.709.000
2005	1.156.000	63.000	50.557.500	875.000	4.550.000	16.100.000	875.500	74.177.000
2006	1.531.325	63.219	46.988.813	1.336.364	2.157.829	32.471.841	865.902	85.415.292

## APÊNDICE 13

**Evolução das demandas de água para dessedentação de rebanhos nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>.**

### Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
1995	1.286.893	216.299	2.094	3.146	6.284	26.952	1.541.668
1996	1.448.335	122.896	1.716	970	9.011	22.878	1.605.806
1997	1.479.043	133.882	2.016	1.027	9.727	24.455	1.650.149
1998	1.663.141	237.104	2.297	1.383	8.390	36.996	1.949.311
1999	1.342.268	240.973	2.325	1.388	8.390	37.332	1.632.677
2000	1.647.000	237.250	2.505	1.425	7.725	39.362	1.935.266
2001	1.618.672	237.250	2.700	1.508	7.448	38.748	1.906.326
2002	1.643.157	237.250	2.910	1.612	7.256	36.850	1.929.035
2003	1.884.699	244.441	3.590	2.259	10.814	37.741	2.183.543
2004	1.865.960	241.813	3.623	2.249	10.721	38.909	2.163.273
2005	2.038.163	263.457	15.662	2.166	10.527	51.801	2.381.775
2006	2.226.258	287.039	67.711	2.086	10.337	68.964	2.662.394

### Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
1995	792.683	104.463	264	1.048	4.151	30.091	932.700
1996	1.438.545	83.585	758	983	2.405	26.032	1.552.306
1997	1.438.380	86.505	825	1.040	2.582	27.185	1.556.517
1998	1.152.790	87.491	863	1.092	2.903	27.711	1.272.849
1999	1.222.513	88.148	914	1.165	3.003	27.901	1.343.643
2000	1.222.513	88.148	1.076	1.898	3.003	31.259	1.347.896
2001	1.472.180	88.148	1.650	1.677	3.675	37.026	1.604.355
2002	1.614.152	89.425	1.485	1.765	3.630	38.091	1.748.548
2003	1.904.518	92.674	1.443	1.303	3.803	40.982	2.044.722
2004	2.190.034	91.250	2.225	1.620	3.600	42.355	2.331.083
2005	1.942.856	86.870	2.328	1.347	3.480	40.938	2.077.819
2006	1.723.576	82.700	2.436	1.120	3.364	39.570	1.852.766

## APÊNDICE 14

**Consumo final energético total, por setor da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
1995	4.329.471	839.998	4.197.085	12.430.911	26.687	21.824.151
1996	4.344.903	893.998	3.850.547	13.085.204	32.982	22.207.634
1997	4.578.517	1.016.370	4.097.494	13.363.490	39.585	23.095.456
1998	4.316.308	1.100.273	3.788.294	15.533.883	40.835	24.779.592
1999	4.340.842	1.134.542	3.670.248	15.358.116	46.829	24.550.577
2000	4.381.578	1.196.515	2.814.670	15.025.949	60.482	23.479.193
2001	3.940.235	1.115.632	2.449.776	14.959.175	63.287	22.528.105
2002	3.850.126	1.166.445	2.413.685	17.998.009	78.368	25.506.634
2003	3.818.665	1.250.336	2.693.116	18.053.963	95.451	25.911.531
2004	3.762.551	1.331.554	2.863.338	19.588.951	99.593	27.645.987
2005	3.854.370	1.443.756	2.955.250	18.454.609	103.182	26.811.167
2006	3.936.694	1.562.373	3.037.553	16.458.343	108.254	25.103.217

Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
1995	2.058.841	672.210	1.559.014	7.353.162	8.278	11.651.505
1996	2.212.002	717.487	1.529.098	7.980.308	9.074	12.447.969
1997	2.424.266	811.949	1.512.195	8.273.324	11.523	13.033.257
1998	2.423.688	886.297	1.618.803	9.754.392	12.949	14.696.128
1999	2.480.528	902.628	1.727.099	8.975.623	14.562	14.100.440
2000	2.443.132	959.539	1.468.592	9.047.335	14.526	13.933.124
2001	2.159.969	883.116	1.003.975	9.340.818	14.558	13.402.436
2002	2.212.157	918.192	947.131	11.264.214	22.069	15.363.764
2003	2.202.658	976.723	986.212	11.695.884	26.794	15.888.271
2004	2.143.970	1.028.958	1.000.683	12.955.943	27.076	17.156.630
2005	2.243.185	1.125.478	961.247	12.143.343	28.105	16.501.358
2006	2.339.158	1.227.165	915.153	9.653.418	29.174	14.164.068

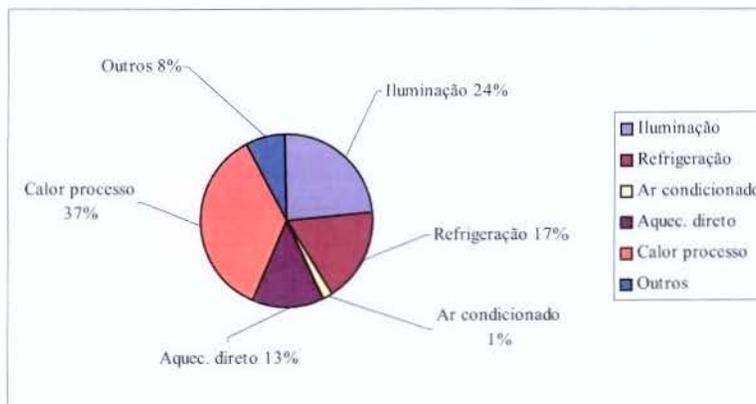
## Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
1995	29.698	658	5.366	990	841	37.553
1996	33.224	627	6.062	969	791	41.673
1997	38.184	597	6.361	948	756	46.847
1998	19.263	569	16.723	928	641	38.123
1999	19.596	645	20.254	908	637	42.039
2000	20.677	630	20.669	3.116	742	45.834
2001	17.354	486	23.949	5.876	810	48.475
2002	10.180	483	24.821	5.925	933	42.341
2003	10.029	594	24.861	8.255	1.181	44.921
2004	9.874	757	22.771	7.032	1.120	41.555
2005	21.892	839	12.389	7.095	1.326	43.540
2006	19.530	929	11.717	5.283	1.568	39.027

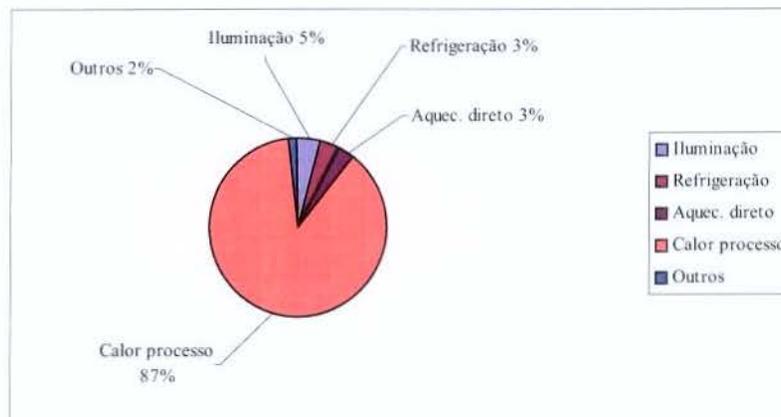
## APÊNDICE 15

Distribuição dos consumos por usos finais no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no ano de 2006. Unidade: %.

Cuiabá



Planalto da Serra



## APÊNDICE 16

**Evolução da demanda de energia no uso final iluminação, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	141.596	279.365	6.493	306
1996	154.901	298.474	6.875	336
1997	175.213	338.618	7.693	426
1998	187.629	370.131	8.294	479
1999	184.573	377.186	8.003	539
2000	184.918	401.060	8.074	537
2001	157.180	369.102	8.139	539
2002	162.385	383.315	10.229	817
2003	161.365	397.839	11.221	991
2004	161.029	418.202	12.553	1.002
2005	170.021	463.156	13.958	1.040
2006	179.515	512.943	15.519	1.079

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	54	275	17	31
1996	92	262	18	29
1997	118	250	19	28
1998	137	238	20	24
1999	153	269	21	24
2000	169	263	24	27
2001	148	203	19	30
2002	165	202	22	35
2003	188	248	41	44
2004	211	316	17	41
2005	246	351	10	49
2006	287	388	6	58

## APÊNDICE 17

**Evolução de demanda de energia no uso final refrigeração, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	330.392	140.351	22.726	828
1996	361.436	149.951	24.064	907
1997	408.830	170.119	26.927	1.152
1998	437.802	185.951	29.030	1.295
1999	430.669	189.495	28.011	1.456
2000	431.475	201.490	28.260	1.453
2001	366.754	185.434	28.487	1.456
2002	378.899	192.574	35.802	2.207
2003	376.519	199.871	39.272	2.679
2004	375.733	210.102	43.937	2.708
2005	396.715	232.686	48.852	2.811
2006	418.868	257.698	54.316	2.917

### Planalto da Serra

	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
1995	125	138	61	84
1996	216	132	64	79
1997	275	125	68	76
1998	320	119	71	64
1999	357	135	75	64
2000	394	132	83	74
2001	345	102	68	81
2002	384	101	77	93
2003	438	125	144	118
2004	491	159	60	112
2005	574	176	35	133
2006	671	195	20	157

## APÊNDICE 18

**Evolução de demanda de energia no uso final ar condicionado, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial
1995	212.395	173.768
1996	232.352	185.654
1997	262.819	210.624
1998	281.444	230.225
1999	276.859	234.613
2000	277.377	249.463
2001	235.770	229.585
2002	243.578	238.425
2003	242.048	247.460
2004	241.543	260.126
2005	255.031	288.088
2006	269.272	319.055

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial
1995	80	171
1996	139	163
1997	177	155
1998	205	148
1999	229	168
2000	253	164
2001	222	126
2002	247	125
2003	281	154
2004	316	197
2005	369	218
2006	431	242

## APÊNDICE 19

**Evolução de demanda de energia no uso final força motriz, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário
1995	57.477	374.285	7.353.162	7.045
1996	61.409	378.777	7.980.308	7.722
1997	69.668	394.220	8.273.324	9.806
1998	76.151	425.963	9.754.392	11.019
1999	77.603	432.058	8.975.623	12.392
2000	82.515	386.351	9.047.335	12.361
2001	75.940	312.528	9.340.818	12.389
2002	78.864	345.366	11.264.214	18.781
2003	81.852	372.626	11.695.884	22.801
2004	86.042	408.066	12.955.943	23.041
2005	95.291	429.569	12.143.343	23.917
2006	105.534	454.081	9.653.418	24.827

### Planalto da Serra

Ano	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário
1995	57	505	990	716
1996	54	532	969	673
1997	51	560	948	644
1998	49	591	928	545
1999	55	622	908	542
2000	54	689	3.116	631
2001	42	564	5.876	689
2002	41	635	5.925	794
2003	51	1.195	8.255	1.005
2004	65	498	7.032	953
2005	72	291	7.095	1.128
2006	80	169	5.283	1.335

## APÊNDICE 20

**Evolução de demanda de energia no uso final aquecimento direto, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

Cuiabá

Ano	Residencial	Industrial
1995	287.913	497.143
1996	314.966	486.259
1997	356.266	480.610
1998	381.513	509.119
1999	375.298	558.771
2000	376.000	504.612
2001	319.600	371.897
2002	330.183	366.033
2003	328.110	378.892
2004	327.425	367.136
2005	345.709	363.479
2006	365.013	356.547

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Industrial
1995	109	3.074
1996	188	3.492
1997	240	3.664
1998	279	10.073
1999	311	12.246
2000	344	12.470
2001	300	14.567
2002	335	15.072
2003	381	14.817
2004	428	13.869
2005	500	7.536
2006	584	7.180

## APÊNDICE 21

**Evolução de demanda de energia no uso final calor de processo, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial
1995	878.865	3.873	658.367
1996	921.154	3.433	633.123
1997	964.153	1.858	602.744
1998	860.105	815	646.396
1999	942.418	269	700.256
2000	902.145	65	541.294
2001	850.130	97	282.923
2002	858.942	50	189.700
2003	857.941	50	184.203
2004	802.059	42	168.991
2005	826.341	35	105.390
2006	843.196	29	34.690

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Industrial
1995	29.251	27.814
1996	32.454	31.003
1997	37.201	35.738
1998	18.122	16.644
1999	18.321	16.818
2000	19.269	18.319
2001	16.122	15.331
2002	8.808	8.086
2003	8.466	7.807
2004	8.119	7.517
2005	19.841	19.292
2006	17.135	16.633

## APÊNDICE 22

**Evolução de demanda de energia em outros usos finais, nos setores da economia dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Agropecuário
1995	207.675	17.377	99
1996	227.188	18.565	109
1997	256.979	21.062	138
1998	275.190	23.023	155
1999	270.706	23.461	175
2000	271.213	24.946	174
2001	230.531	22.958	175
2002	238.165	24.964	265
2003	236.669	49.650	322
2004	236.175	54.445	325
2005	249.364	46.222	337
2006	263.288	31.906	350

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Agropecuário
1995	79	17	10
1996	136	16	9
1997	173	16	9
1998	201	15	8
1999	224	17	8
2000	248	16	9
2001	217	13	10
2002	241	13	11
2003	275	15	14
2004	309	20	13
2005	361	22	16
2006	422	24	19

## APÊNDICE 23

**Evoluções do PIB do Brasil e de Mato Grosso, em valores correntes e a preço básico de 2006, e deflatores implícitos aplicados nos PIB's dos municípios.**

Ano	Valores correntes (Milhões R\$)		Valores deflacionados		Deflator implícito (ano base 2006)
	PIB BR	PIB MT	PIB BR	PIB MT	
1995	705.641	8.049	1.798.582	20.515	39,2%
1996	843.966	9.745	1.837.261	21.215	45,9%
1997	939.147	11.157	1.899.274	22.564	49,4%
1998	979.276	11.950	1.899.945	23.185	51,5%
1999	1.065.000	14.461	1.904.773	25.864	55,9%
2000	1.179.482	16.249	1.986.796	27.372	59,4%
2001	1.302.136	17.734	2.012.885	27.413	64,7%
2002	1.477.822	20.941	2.066.389	29.281	71,5%
2003	1.699.948	27.889	2.090.083	34.289	81,3%
2004	1.941.498	36.961	2.209.474	42.063	87,9%
2005	2.147.239	37.466	2.279.286	39.770	94,2%
2006	2.369.797	35.284	2.369.797	35.284	100,0%

## APÊNDICE 24

**Evolução das participações dos valores adicionados setoriais da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: Mil R\$.**

### Bacia

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
1995	6.587.184	4.147.461	1.102.122	328.993	207.891	800.717
1996	6.725.483	4.211.433	1.141.833	325.983	215.746	830.488
1997	6.992.219	4.354.441	1.204.347	328.600	227.932	876.899
1998	7.115.094	4.406.519	1.243.043	323.882	235.631	906.019
1999	7.917.528	4.962.117	1.405.079	345.397	252.818	952.118
2000	7.803.509	4.552.129	1.476.198	328.563	324.233	1.122.385
2001	8.074.728	4.841.272	1.427.013	334.708	272.203	1.199.532
2002	7.890.832	4.474.331	1.554.095	280.037	305.897	1.276.471
2003	9.094.252	5.352.423	1.694.410	237.400	374.536	1.435.484
2004	10.591.981	5.598.692	2.675.436	268.020	469.412	1.580.422
2005	10.578.357	5.927.590	2.265.136	260.361	475.586	1.649.685
2006	10.258.074	5.978.281	1.879.407	309.225	399.836	1.691.325

### Cuiabá

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
1995	4.533.944	2.987.851	708.186	198.833	16.476	622.598
1996	4.629.135	3.030.654	739.729	197.055	16.696	645.000
1997	4.812.729	3.130.135	786.403	198.682	17.227	680.283
1998	4.897.303	3.164.060	817.863	195.876	17.396	702.109
1999	5.392.529	3.511.681	904.816	211.155	18.127	746.750
2000	5.257.808	3.203.177	984.316	189.363	22.748	858.204
2001	5.581.360	3.482.357	943.793	201.355	21.414	932.441
2002	5.490.307	3.268.891	1.082.835	168.938	17.707	951.935
2003	6.202.672	3.778.535	1.193.086	143.041	17.954	1.070.055
2004	7.463.352	4.108.622	1.962.309	162.293	21.692	1.208.437
2005	7.452.324	4.321.549	1.669.742	156.966	30.945	1.273.122
2006	7.189.521	4.301.829	1.354.542	188.509	23.565	1.321.076

## Planalto da Serra

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
1995	20.893	7.046	1.838	753	10.764	492
1996	21.331	7.186	1.832	746	11.036	532
1997	22.177	7.462	1.859	752	11.521	584
1998	22.567	7.585	1.844	741	11.771	626
1999	24.374	9.115	1.890	757	11.857	755
2000	27.409	8.120	1.803	901	15.955	631
2001	20.458	6.463	1.937	594	10.741	723
2002	27.854	6.493	1.790	686	17.848	1.037
2003	35.119	8.094	2.706	858	22.097	1.364
2004	41.785	7.774	2.339	859	29.121	1.692
2005	25.756	8.164	1.188	397	14.929	1.079
2006	21.110	8.574	1.192	453	9.864	1.026

## APÊNDICE 25

**Evolução do número de residências e de economias na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006.**

Bacia			Cuiabá		
Ano	Residências	Economias	Ano	Residências	Economias
1995	228.090	171.904	1995	128.183	114.833
1996	227.538	171.876	1996	130.480	116.752
1997	227.331	172.140	1997	132.784	118.703
1998	227.473	175.064	1998	135.104	120.364
1999	226.038	177.998	1999	135.510	122.384
2000	228.623	181.575	2000	139.588	125.602
2001	232.752	187.701	2001	142.135	128.780
2002	236.924	203.514	2002	144.708	137.095
2003	241.137	207.136	2003	147.307	137.137
2004	245.396	215.103	2004	149.905	144.269
2005	249.717	216.877	2005	152.514	145.210
2006	254.066	224.238	2006	155.103	151.703

Planalto da Serra		
Ano	Residências	Economias
1995	508	178
1996	545	210
1997	585	246
1998	627	289
1999	673	340
2000	722	399
2001	725	469
2002	728	551
2003	732	577
2004	735	604
2005	738	633
2006	741	663

## APÊNDICE 26

Evolução do número de empregados do setor comercial e do PIB *per capita* da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006.

Bacia			Cuiabá		
Ano	Empregados	PIB per capita	Ano	Empregados	PIB per capita
1995	112.048	8,483	1995	100.778	10,106
1996	115.216	8,511	1996	103.104	10,137
1997	118.555	8,697	1997	105.484	10,356
1998	107.529	8,699	1998	95.112	10,357
1999	103.852	9,466	1999	90.124	11,370
2000	139.947	9,238	2000	118.582	10,762
2001	142.170	9,390	2001	119.884	11,219
2002	155.607	9,015	2002	129.298	10,840
2003	169.652	10,208	2003	140.765	12,031
2004	190.590	11,686	2004	160.811	14,225
2005	210.540	11,473	2005	179.538	13,961
2006	218.604	10,942	2006	185.030	13,244

Planalto da Serra		
Ano	Empregados	PIB per capita
1995	65	7,379
1996	70	7,503
1997	76	7,770
1998	82	7,875
1999	88	9,054
2000	95	9,491
2001	102	7,052
2002	121	9,562
2003	122	12,003
2004	94	14,218
2005	107	8,725
2006	119	7,120

## APÊNDICE 27

**Evolução dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/residência.**

Bacia

Ano	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
1995	37,31	29,20	38,93	30,82	25,96
1996	37,59	29,42	39,22	31,05	26,15
1997	38,02	29,76	39,67	31,41	26,45
1998	36,23	28,36	37,81	29,93	25,20
1999	40,26	31,51	42,02	33,26	28,01
2000	39,98	31,29	41,72	33,03	27,81
2001	40,57	31,75	42,33	33,51	28,22
2002	38,29	29,96	39,95	31,63	26,63
2003	37,81	29,59	39,45	31,23	26,30
2004	36,50	28,57	38,09	30,15	25,39
2005	36,35	28,45	37,93	30,03	25,29
2006	35,35	27,67	36,89	29,20	24,59

Cuiabá

Ano	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
1995	40,32	31,56	42,08	33,31	28,05
1996	40,80	31,93	42,58	33,71	28,38
1997	41,29	32,31	43,08	34,11	28,72
1998	37,68	29,49	39,31	31,12	26,21
1999	43,10	33,73	44,98	35,61	29,98
2000	41,89	32,78	43,71	34,61	29,14
2001	42,77	33,47	44,63	35,33	29,75
2002	40,56	31,74	42,32	33,50	28,21
2003	39,74	31,10	41,46	32,82	27,64
2004	37,02	28,97	38,63	30,58	25,75
2005	36,04	28,21	37,61	29,77	25,07
2006	33,81	26,46	35,28	27,93	23,52

Planalto da Serra

Ano	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
1995	167,95	131,44	175,25	138,74	116,84
1996	132,67	103,83	138,44	109,60	92,29
1997	104,80	82,02	109,36	86,57	72,90
1998	82,79	64,79	86,38	68,39	57,59
1999	65,39	51,18	68,24	54,02	45,49
2000	51,66	40,43	53,90	42,67	35,94
2001	40,81	31,93	42,58	33,71	28,39
2002	32,23	25,23	33,63	26,63	22,42
2003	33,54	26,25	35,00	27,71	23,33
2004	34,91	27,32	36,42	28,84	24,28
2005	36,33	28,43	37,90	30,01	25,27
2006	37,80	29,58	39,44	31,23	26,30

## APÊNDICE 28

**Evolução dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/empregado.**

Ano	Cozinha	Banheiro	Outros
1995	7,85	8,51	16,36
1996	7,82	8,47	16,29
1997	7,79	8,43	16,22
1998	8,01	8,68	16,69
1999	9,60	10,40	20,00
2000	7,13	7,72	14,85
2001	7,35	7,96	15,31
2002	6,80	7,36	14,16
2003	6,14	6,65	12,79
2004	5,38	5,83	11,21
2005	4,80	5,20	10,00
2006	4,55	4,93	9,49

Ano	Cozinha	Banheiro	Outros
1995	8,24	8,92	17,16
1996	8,28	8,97	17,25
1997	8,33	9,02	17,35
1998	8,55	9,26	17,80
1999	10,49	11,36	21,86
2000	7,95	8,62	16,57
2001	8,24	8,92	17,16
2002	7,71	8,35	16,06
2003	6,94	7,52	14,45
2004	5,95	6,45	12,40
2005	5,22	5,66	10,88
2006	4,97	5,38	10,35

Ano	Cozinha	Banheiro	Outros
1995	3,65	3,96	7,61
1996	3,14	3,40	6,55
1997	2,70	2,93	5,63
1998	2,32	2,52	4,84
1999	2,00	2,16	4,16
2000	1,72	1,86	3,57
2001	1,48	1,61	3,09
2002	1,16	1,26	2,42
2003	1,25	1,36	2,61
2004	1,77	1,92	3,70
2005	1,71	1,85	3,55
2006	1,66	1,80	3,47

## APÊNDICE 29

Evolução das intensidades de uso da água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup>/Mil R\$.

Bacia			
Ano	Processos	Resfriamento	Outros
1995	0,765	1,312	0,109
1996	0,763	1,307	0,109
1997	0,747	1,281	0,107
1998	0,745	1,277	0,106
1999	0,744	1,276	0,106
2000	0,743	1,274	0,106
2001	0,747	1,280	0,107
2002	0,744	1,276	0,106
2003	0,741	1,270	0,106
2004	0,726	1,245	0,104
2005	0,731	1,254	0,104
2006	0,739	1,266	0,106

Cuiabá			
Ano	Processos	Resfriamento	Outros
1995	0,331	0,568	0,047
1996	0,332	0,568	0,047
1997	0,326	0,559	0,047
1998	0,322	0,552	0,046
1999	0,336	0,576	0,048
2000	0,323	0,554	0,046
2001	0,314	0,539	0,045
2002	0,317	0,543	0,045
2003	0,319	0,547	0,046
2004	0,319	0,547	0,046
2005	0,312	0,535	0,045
2006	0,298	0,511	0,043

Planalto da Serra

Ano	Processos	Resfriamento	Outros
1995	0,063	0,107	0,009
1996	0,058	0,100	0,008
1997	0,053	0,091	0,008
1998	0,050	0,086	0,007
1999	0,045	0,077	0,006
2000	0,044	0,075	0,006
2001	0,038	0,065	0,005
2002	0,038	0,065	0,005
2003	0,027	0,047	0,004
2004	0,035	0,059	0,005
2005	0,074	0,127	0,011
2006	0,081	0,138	0,012

## APÊNDICE 30

**Evolução dos consumos específicos de água para irrigação de cultivos temporários (T) e permanentes (P) na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>.**

Bacia		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
1995	0,99	1,23
1996	0,88	0,86
1997	0,69	1,04
1998	0,70	1,04
1999	0,65	0,99
2000	0,68	1,03
2001	0,68	1,03
2002	0,57	1,10
2003	0,63	1,15
2004	0,67	1,24
2005	0,68	1,34
2006	0,70	1,30

Cuiabá		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
1995	1,05	1,42
1996	0,76	0,92
1997	0,65	0,61
1998	0,55	1,22
1999	0,54	0,96
2000	0,53	0,88
2001	0,53	0,88
2002	0,52	0,94
2003	0,55	1,54
2004	0,54	1,53
2005	0,55	1,74
2006	0,56	1,89

Planalto da Serra		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
1995	1,05	0,97
1996	1,05	0,62
1997	1,05	0,91
1998	1,05	0,81
1999	1,05	0,70
2000	1,05	0,61
2001	1,05	0,60
2002	1,05	1,07
2003	1,05	0,90
2004	1,05	0,91
2005	1,05	0,81
2006	1,05	0,79

## APÊNDICE 31

Evolução das participações das espécies cultivadas permanentes (P) e temporárias (T) na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.

Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
1995	5,06%	0,44%	34,18%	9,70%	20,41%	25,68%	4,53%
1996	4,11%	0,77%	42,91%	8,35%	23,41%	15,34%	5,10%
1997	4,07%	0,78%	38,61%	8,71%	24,89%	18,68%	4,27%
1998	4,39%	0,82%	33,72%	8,00%	23,89%	25,09%	4,09%
1999	3,95%	0,78%	45,82%	8,53%	15,25%	21,24%	4,43%
2000	3,45%	0,79%	42,45%	9,83%	15,39%	23,61%	4,47%
2001	4,02%	1,03%	29,41%	10,98%	16,99%	32,56%	5,01%
2002	1,61%	0,85%	34,96%	12,96%	18,96%	23,92%	6,74%
2003	2,56%	0,65%	16,26%	8,83%	21,06%	43,60%	7,04%
2004	1,63%	0,42%	20,52%	7,92%	20,35%	44,87%	4,28%
2005	1,23%	0,32%	13,60%	5,00%	19,83%	56,49%	3,53%
2006	1,30%	0,28%	11,23%	4,64%	18,73%	60,49%	3,31%

Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
1995	3,51%	2,81%	10,72%	23,67%	40,54%	0,00%	18,75%
1996	11,07%	6,59%	15,28%	13,18%	37,15%	0,00%	16,73%
1997	10,09%	7,96%	16,59%	12,08%	39,81%	0,00%	13,47%
1998	10,06%	9,22%	10,06%	15,93%	50,29%	0,00%	4,44%
1999	8,90%	10,38%	16,31%	14,08%	44,48%	0,00%	5,86%
2000	3,40%	9,32%	12,59%	23,81%	43,54%	0,00%	7,35%
2001	3,72%	10,19%	13,38%	18,59%	46,10%	0,00%	8,03%
2002	2,84%	11,43%	12,70%	18,38%	45,44%	0,00%	9,22%
2003	4,17%	22,38%	5,95%	21,43%	32,14%	0,00%	13,93%
2004	3,52%	11,88%	6,16%	26,41%	26,41%	0,00%	25,62%
2005	3,85%	10,59%	5,61%	34,32%	24,06%	0,00%	21,57%
2006	4,02%	13,09%	3,64%	34,11%	18,92%	0,00%	26,22%

Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
1995	1,19%	0,03%	63,55%	2,38%	7,94%	23,83%	1,07%
1996	1,03%	0,03%	85,49%	2,06%	6,88%	2,06%	2,44%
1997	0,15%	0,03%	83,44%	2,09%	6,95%	6,61%	0,73%
1998	0,30%	0,04%	64,32%	2,50%	18,96%	12,89%	0,99%
1999	0,30%	0,03%	84,14%	1,22%	3,04%	10,33%	0,94%
2000	0,31%	0,03%	87,41%	0,92%	2,53%	7,81%	0,99%
2001	0,46%	0,04%	72,16%	1,36%	4,08%	20,38%	1,53%
2002	0,10%	0,03%	76,86%	1,08%	10,80%	10,80%	0,33%
2003	0,47%	0,04%	59,83%	1,37%	4,74%	32,98%	0,56%
2004	0,31%	0,02%	57,76%	0,69%	1,61%	39,22%	0,38%
2005	0,51%	0,04%	71,96%	0,52%	5,23%	20,92%	0,81%
2006	0,59%	0,04%	58,72%	0,70%	2,18%	37,05%	0,72%

## APÊNDICE 32

Evolução das participações das espécies de rebanhos na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.

### Bacia

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	49,2%	3,5%	0,4%	0,3%	44,6%	2,0%
1996	47,6%	1,6%	0,4%	0,1%	48,9%	1,4%
1997	46,8%	1,6%	0,5%	0,1%	49,6%	1,4%
1998	51,5%	2,0%	0,5%	0,2%	44,1%	1,6%
1999	53,6%	2,0%	0,6%	0,2%	41,9%	1,7%
2000	57,8%	2,0%	0,7%	0,3%	37,7%	1,6%
2001	57,4%	2,1%	0,7%	0,3%	37,8%	1,7%
2002	55,6%	1,9%	0,7%	0,3%	40,0%	1,5%
2003	62,3%	1,9%	0,8%	0,3%	33,2%	1,4%
2004	63,4%	1,9%	1,0%	0,3%	31,9%	1,4%
2005	63,7%	2,2%	1,6%	0,4%	30,7%	1,4%
2006	63,0%	2,7%	3,1%	0,5%	29,3%	1,4%

### Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	57,4%	4,8%	1,1%	1,0%	34,2%	1,5%
1996	54,3%	2,3%	0,8%	0,3%	41,2%	1,1%
1997	52,9%	2,4%	0,9%	0,3%	42,5%	1,1%
1998	57,6%	4,1%	1,0%	0,3%	35,4%	1,6%
1999	52,2%	4,7%	1,1%	0,4%	39,8%	1,8%
2000	58,9%	4,3%	1,1%	0,4%	33,7%	1,8%
2001	59,1%	4,3%	1,2%	0,4%	33,2%	1,8%
2002	60,0%	4,3%	1,3%	0,4%	32,3%	1,7%
2003	54,9%	3,6%	1,3%	0,5%	38,4%	1,4%
2004	54,8%	3,6%	1,3%	0,5%	38,4%	1,4%
2005	54,7%	3,5%	5,1%	0,4%	34,5%	1,7%
2006	48,8%	3,2%	18,1%	0,3%	27,7%	1,9%

Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suino	Ovino	Caprino	Aves	Outros
1995	56,6%	3,7%	0,2%	0,5%	36,2%	2,7%
1996	78,9%	2,3%	0,5%	0,4%	16,1%	1,8%
1997	77,8%	2,3%	0,5%	0,4%	17,0%	1,8%
1998	71,9%	2,7%	0,7%	0,5%	22,1%	2,2%
1999	72,5%	2,6%	0,7%	0,5%	21,7%	2,1%
2000	72,0%	2,6%	0,8%	0,8%	21,6%	2,3%
2001	72,1%	2,2%	1,0%	0,6%	21,9%	2,3%
2002	74,0%	2,1%	0,8%	0,6%	20,3%	2,2%
2003	76,4%	1,9%	0,7%	0,4%	18,6%	2,1%
2004	79,2%	1,7%	1,0%	0,4%	15,9%	1,9%
2005	77,7%	1,7%	1,1%	0,4%	17,0%	2,1%
2006	76,2%	1,8%	1,3%	0,3%	18,1%	2,2%

## APÊNDICE 33

Consumos específicos e intensidades energéticas, por setor da economia, do uso final iluminação, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade
1995	3,42	2,77	0,009	0,02
1996	3,68	2,89	0,009	0,02
1997	4,09	3,21	0,010	0,02
1998	4,31	3,89	0,010	0,03
1999	4,22	4,19	0,009	0,03
2000	4,11	3,38	0,008	0,02
2001	3,43	3,08	0,009	0,03
2002	3,48	2,96	0,009	0,05
2003	3,40	2,83	0,009	0,06
2004	3,33	2,60	0,006	0,05
2005	3,46	2,58	0,008	0,03
2006	3,59	2,77	0,011	0,05

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial
	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade
1995	0,33	4,25	0,009
1996	0,53	3,75	0,010
1997	0,63	3,31	0,010
1998	0,68	2,92	0,011
1999	0,70	3,06	0,011
2000	0,73	2,77	0,013
2001	0,63	1,99	0,010
2002	0,70	1,67	0,012
2003	0,79	2,04	0,015
2004	0,89	3,37	0,007
2005	1,03	3,29	0,008
2006	1,20	3,26	0,005

## APÊNDICE 34

**Consumos específicos e intensidades energéticas, por setor da economia, do uso final refrigeração, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade
1995	2,51	1,39	0,032	0,05
1996	2,70	1,45	0,033	0,05
1997	3,00	1,61	0,034	0,07
1998	3,16	1,96	0,035	0,07
1999	3,10	2,10	0,031	0,08
2000	3,01	1,70	0,029	0,06
2001	2,52	1,55	0,030	0,07
2002	2,55	1,49	0,033	0,12
2003	2,49	1,42	0,033	0,15
2004	2,44	1,31	0,022	0,12
2005	2,54	1,30	0,029	0,09
2006	2,63	1,39	0,040	0,12

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade
1995	0,24	2,13	0,033	0,01
1996	0,39	1,88	0,035	0,01
1997	0,46	1,66	0,036	0,01
1998	0,50	1,47	0,039	0,01
1999	0,52	1,54	0,040	0,01
2000	0,53	1,39	0,046	0,00
2001	0,46	1,00	0,035	0,01
2002	0,51	0,84	0,043	0,01
2003	0,58	1,02	0,053	0,01
2004	0,65	1,69	0,026	0,00
2005	0,76	1,65	0,030	0,01
2006	0,88	1,64	0,017	0,02

## APÊNDICE 35

**Consumos específicos por setor da economia, do uso finais ar condicionado, nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado.**

### Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial
	Eletricidade	Eletricidade
1995	0,20	1,72
1996	0,22	1,80
1997	0,24	2,00
1998	0,26	2,42
1999	0,25	2,60
2000	0,24	2,10
2001	0,20	1,92
2002	0,21	1,84
2003	0,20	1,76
2004	0,20	1,62
2005	0,21	1,60
2006	0,21	1,72

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial
	Eletricidade	Eletricidade
1995	0,02	2,64
1996	0,03	2,33
1997	0,04	2,06
1998	0,04	1,81
1999	0,04	1,90
2000	0,04	1,72
2001	0,04	1,24
2002	0,04	1,04
2003	0,05	1,27
2004	0,05	2,09
2005	0,06	2,05
2006	0,07	2,03

## APÊNDICE 36

**Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores comercial, industrial, transporte e agropecuário, do uso final força motriz, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ/empregado, GJ/Mil R\$.**

Bacia

Ano	Comercial	Industrial		Transporte				Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene	Eletricidade
1995	0,64	0,450	0,39	5,08	8,4	22,0	2,25	0,11
1996	0,66	0,433	0,33	5,25	10,0	23,1	1,83	0,13
1997	0,74	0,457	0,32	4,30	10,3	24,4	1,66	0,15
1998	0,88	0,472	0,28	4,63	13,6	27,6	2,13	0,15
1999	0,94	0,426	0,23	3,54	10,1	28,0	2,85	0,16
2000	0,74	0,441	0,11	3,72	11,6	28,9	1,54	0,16
2001	0,67	0,458	0,07	3,17	10,5	29,4	1,62	0,20
2002	0,64	0,484	0,03	4,58	13,2	43,0	3,45	0,22
2003	0,62	0,487	0,03	4,93	14,9	54,6	1,68	0,22
2004	0,59	0,424	0,02	5,35	15,2	50,8	1,69	0,18
2005	0,58	0,548	0,01	6,07	15,4	47,3	2,06	0,18
2006	0,61	0,727	0,00	4,83	12,1	34,4	1,84	0,23

Cuiabá

Ano	Comercial	Industrial		Transporte			Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel	Eletricidade
1995	0,57	0,266	0,26	6,26	9,5	21,3	0,43
1996	0,60	0,270	0,24	6,38	11,4	22,8	0,46
1997	0,66	0,284	0,22	5,31	11,8	24,6	0,57
1998	0,80	0,294	0,23	5,63	15,9	28,3	0,63
1999	0,86	0,257	0,22	4,21	11,3	27,0	0,68
2000	0,70	0,238	0,15	4,60	13,7	29,4	0,54
2001	0,63	0,250	0,08	3,99	12,1	30,3	0,58
2002	0,61	0,274	0,04	5,57	15,6	45,5	1,06
2003	0,58	0,273	0,04	6,24	17,4	58,1	1,27
2004	0,54	0,186	0,02	6,49	18,2	55,1	1,06
2005	0,53	0,242	0,01	7,46	18,5	51,4	0,77
2006	0,57	0,332	0,00	5,62	14,0	31,6	1,05

## Planalto da Serra

Ano	Comercial	Industrial	Transporte			Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Álcool	Gasolina	Diesel	Eletricidade
1995	0,87	0,275	0,00	0,0	1,3	0,07
1996	0,77	0,290	0,00	0,0	1,3	0,06
1997	0,68	0,302	0,00	0,0	1,3	0,06
1998	0,60	0,320	0,00	0,0	1,3	0,05
1999	0,63	0,329	0,00	0,0	1,2	0,05
2000	0,57	0,382	1,18	1,3	1,0	0,04
2001	0,41	0,291	1,48	5,2	3,2	0,06
2002	0,34	0,355	1,40	3,2	4,0	0,04
2003	0,42	0,441	0,48	1,7	7,4	0,05
2004	0,69	0,213	0,51	1,7	5,9	0,03
2005	0,68	0,245	1,16	3,8	12,9	0,08
2006	0,67	0,142	1,18	3,5	6,9	0,14

## APÊNDICE 37

**Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial e industrial, do uso final aquecimento direto, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: GJ/residência e GJ/Mil R\$.**

Bacia

Ano	Residencial	Industrial			
	Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
1995	1,47	0,256	0,001	0,76	0,174
1996	1,61	0,246	0,001	0,63	0,149
1997	1,83	0,260	0,001	0,61	0,145
1998	1,95	0,269	0,002	0,54	0,154
1999	1,95	0,242	0,023	0,44	0,136
2000	1,94	0,251	0,051	0,22	0,134
2001	1,63	0,261	0,063	0,14	0,145
2002	1,65	0,276	0,066	0,06	0,134
2003	1,62	0,277	0,061	0,06	0,116
2004	1,60	0,241	0,029	0,03	0,070
2005	1,65	0,312	0,039	0,02	0,093
2006	1,71	0,414	0,053	0,00	0,108

Cuiabá

Ano	Residencial	Industrial			
	Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
1995	1,93	0,151	0,001	0,51	0,043
1996	2,08	0,153	0,001	0,47	0,035
1997	2,31	0,161	0,000	0,42	0,029
1998	2,43	0,167	0,001	0,44	0,017
1999	2,38	0,146	0,030	0,43	0,016
2000	2,32	0,135	0,065	0,30	0,015
2001	1,93	0,142	0,081	0,16	0,016
2002	1,96	0,156	0,082	0,09	0,015
2003	1,92	0,155	0,074	0,08	0,013
2004	1,88	0,106	0,031	0,04	0,008
2005	1,95	0,138	0,042	0,03	0,010
2006	2,02	0,189	0,057	0,00	0,012

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Industrial	
	Eletricidade	Eletricidade	Lenha
1995	0,18	0,156	1,517
1996	0,30	0,165	1,741
1997	0,35	0,172	1,800
1998	0,38	0,182	5,279
1999	0,40	0,187	6,293
2000	0,41	0,217	6,701
2001	0,36	0,166	7,356
2002	0,40	0,202	8,216
2003	0,45	0,251	5,224
2004	0,50	0,121	5,808
2005	0,58	0,139	6,204
2006	0,68	0,081	5,943

## APÊNDICE 38

Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial, comercial e industrial, do uso final calor de processo, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.

Bacia

Ano	Residencial			Comercial	Industrial			
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
1995	0,0819	4,97	6,908	0,0397	0,000	1,35	0,107	0,25
1996	0,0916	5,50	5,823	0,0333	0,000	1,12	0,091	0,31
1997	0,1002	5,57	5,769	0,0190	0,000	1,09	0,089	0,36
1998	0,1090	5,47	4,081	0,0117	0,000	0,97	0,094	0,20
1999	0,1191	5,68	4,112	0,0050	0,004	0,78	0,084	0,19
2000	0,1277	5,57	4,208	0,0020	0,009	0,39	0,082	0,14
2001	0,1341	5,35	3,673	0,0019	0,010	0,25	0,089	0,16
2002	0,1433	5,27	2,961	0,0013	0,011	0,11	0,082	0,21
2003	0,1570	5,18	2,778	0,0010	0,010	0,10	0,071	0,31
2004	0,1729	4,94	2,607	0,0008	0,005	0,06	0,043	0,08
2005	0,1912	4,83	2,549	0,0006	0,007	0,04	0,057	0,09
2006	0,2117	4,77	2,380	0,0012	0,009	0,01	0,066	0,11

Cuiabá

Ano	Residencial			Comercial	Industrial		
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha
1995	0,0368	5,13	1,691	0,0384	0,000	0,90	0,026
1996	0,0409	5,84	1,174	0,0333	0,000	0,83	0,022
1997	0,0449	6,00	1,213	0,0176	0,000	0,75	0,018
1998	0,0492	5,59	0,723	0,0086	0,000	0,78	0,010
1999	0,0548	6,18	0,719	0,0030	0,005	0,76	0,010
2000	0,0594	5,69	0,712	0,0005	0,011	0,53	0,009
2001	0,0651	5,42	0,498	0,0008	0,013	0,28	0,010
2002	0,0713	5,47	0,390	0,0004	0,014	0,15	0,009
2003	0,0782	5,38	0,368	0,0004	0,012	0,13	0,008
2004	0,0857	4,92	0,347	0,0003	0,005	0,08	0,005
2005	0,0940	4,95	0,376	0,0002	0,007	0,05	0,006
2006	0,1032	4,98	0,356	0,0002	0,010	0,01	0,007

Planalto da Serra

Ano	Residencial			Industrial
	Carvão	GLP	Lenha	Lenha
1995	2,8293	4,60	50,140	0,930
1996	2,6612	4,09	52,786	1,067
1997	2,5031	4,65	56,464	1,103
1998	2,3547	1,32	25,209	3,236
1999	2,2341	1,24	23,751	3,857
2000	1,3153	1,16	24,214	4,107
2001	1,0911	1,16	19,980	4,508
2002	0,9917	1,16	9,946	5,036
2003	0,9011	1,16	9,515	3,202
2004	0,8191	1,13	9,104	3,560
2005	0,7445	1,10	25,042	3,803
2006	0,6767	1,07	21,368	3,642

## APÊNDICE 39

**Consumos específicos e intensidades energéticas, nos setores residencial e comercial, dos outros usos finais, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidades: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

Bacia				Cuiabá			
Ano	Residencial	Comercial		Ano	Residencial	Comercial	
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo		Eletricidade	Eletricidade	Óleo
1995	0,86	0,19	0,000	1995	1,13	0,17	0,000
1996	0,95	0,20	0,000	1996	1,22	0,18	0,000
1997	1,07	0,22	0,000	1997	1,35	0,20	0,000
1998	1,15	0,27	0,000	1998	1,42	0,24	0,000
1999	1,14	0,28	0,000	1999	1,40	0,26	0,000
2000	1,14	0,22	0,000	2000	1,36	0,21	0,000
2001	0,96	0,20	0,000	2001	1,13	0,19	0,000
2002	0,97	0,19	0,007	2002	1,15	0,18	0,009
2003	0,95	0,19	0,147	2003	1,12	0,18	0,177
2004	0,94	0,18	0,149	2004	1,10	0,16	0,177
2005	0,97	0,18	0,083	2005	1,14	0,16	0,097
2006	1,00	0,19	0,000	2006	1,19	0,17	0,000

Planalto da Serra		
Ano	Residencial	Comercial
	Eletricidade	Eletricidade
1995	0,11	0,26
1996	0,17	0,23
1997	0,21	0,21
1998	0,22	0,18
1999	0,23	0,19
2000	0,24	0,17
2001	0,21	0,12
2002	0,23	0,10
2003	0,26	0,13
2004	0,29	0,21
2005	0,34	0,20
2006	0,40	0,20

## APÊNDICE 40

**Evolução das participações dos energéticos, nos setores industrial e de transporte, no consumo de energia do uso final força motriz na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.**

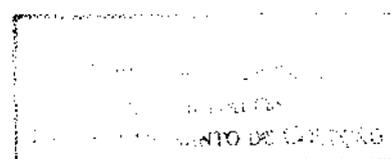
Bacia								
Ano	Industrial				Transporte			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosenc
1995	53,5%	0,0%	46,5%	0,0%	13,4%	22,3%	58,3%	6,0%
1996	57,1%	0,0%	42,9%	0,0%	13,1%	24,9%	57,5%	4,5%
1997	59,1%	0,0%	40,9%	0,0%	10,6%	25,4%	59,9%	4,1%
1998	62,7%	0,0%	37,3%	0,0%	9,7%	28,3%	57,6%	4,4%
1999	65,4%	0,0%	34,6%	0,0%	8,0%	22,7%	62,9%	6,4%
2000	79,4%	0,1%	20,5%	0,0%	8,1%	25,3%	63,2%	3,4%
2001	86,3%	0,1%	13,6%	0,0%	7,1%	23,4%	65,9%	3,6%
2002	93,5%	0,1%	6,4%	0,0%	7,1%	20,5%	67,0%	5,4%
2003	94,3%	0,1%	5,6%	0,0%	6,5%	19,6%	71,7%	2,2%
2004	96,1%	0,1%	3,8%	0,0%	7,3%	20,8%	69,5%	2,3%
2005	97,9%	0,1%	2,0%	0,0%	8,6%	21,8%	66,8%	2,9%
2006	99,6%	0,1%	0,3%	0,0%	9,1%	22,8%	64,7%	3,5%

Cuiabá

Ano	Industrial				Transporte		
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha	Álcool	Gasolina	Diesel
1995	50,3%	0,0%	49,7%	0,0%	16,9%	25,6%	57,5%
1996	52,6%	0,0%	47,4%	0,0%	15,8%	28,0%	56,2%
1997	56,6%	0,0%	43,4%	0,0%	12,8%	28,3%	59,0%
1998	56,5%	0,0%	43,5%	0,0%	11,3%	31,9%	56,7%
1999	53,7%	0,1%	46,2%	0,0%	9,9%	26,6%	63,5%
2000	60,6%	0,1%	39,3%	0,0%	9,6%	28,7%	61,6%
2001	75,5%	0,2%	24,3%	0,0%	8,6%	26,1%	65,3%
2002	85,9%	0,2%	13,9%	0,0%	8,4%	23,4%	68,3%
2003	87,3%	0,2%	12,5%	0,0%	7,6%	21,3%	71,1%
2004	89,2%	0,1%	10,7%	0,0%	8,1%	22,8%	69,1%
2005	94,2%	0,1%	5,6%	0,0%	9,6%	23,9%	66,4%
2006	99,1%	0,1%	0,7%	0,0%	11,0%	27,3%	61,7%

Planalto da Serra (Neste município, a eletricidade participa com 100,0% neste uso final, no setor industrial).

Ano	Transporte		
	Álcool	Gasolina	Diesel
1995	0,0%	0,0%	100,0%
1996	0,0%	0,0%	100,0%
1997	0,0%	0,0%	100,0%
1998	0,0%	0,0%	100,0%
1999	0,0%	0,0%	100,0%
2000	34,0%	37,5%	28,5%
2001	15,0%	52,5%	32,5%
2002	16,2%	37,0%	46,7%
2003	5,0%	17,6%	77,4%
2004	6,2%	21,2%	72,7%
2005	6,5%	21,5%	72,1%
2006	10,1%	30,2%	59,6%



## APÊNDICE 41

**Evolução das participações dos energéticos no setor industrial, no consumo de energia do uso final aquecimento direto na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.**

Ano	Industrial			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
1995	21,6%	0,1%	63,7%	14,6%
1996	24,0%	0,1%	61,3%	14,5%
1997	25,6%	0,1%	60,0%	14,3%
1998	27,8%	0,2%	56,1%	15,9%
1999	29,0%	2,8%	52,0%	16,3%
2000	38,3%	7,8%	33,5%	20,4%
2001	42,9%	10,3%	22,9%	23,9%
2002	51,1%	12,2%	11,9%	24,8%
2003	54,3%	11,9%	11,0%	22,8%
2004	64,6%	7,8%	8,8%	18,8%
2005	67,0%	8,4%	4,6%	20,0%
2006	71,5%	9,1%	0,8%	18,7%

Ano	Industrial			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
1995	21,6%	0,2%	72,2%	6,1%
1996	23,3%	0,1%	71,2%	5,4%
1997	26,4%	0,1%	68,7%	4,8%
1998	26,9%	0,1%	70,3%	2,7%
1999	23,6%	4,8%	69,0%	2,5%
2000	26,4%	12,7%	58,0%	2,9%
2001	36,1%	20,4%	39,4%	4,1%
2002	46,1%	24,2%	25,3%	4,4%
2003	48,9%	23,4%	23,7%	4,1%
2004	56,4%	16,7%	22,9%	4,1%
2005	63,4%	19,1%	12,9%	4,7%
2006	71,8%	21,7%	1,8%	4,6%

Ano	Industrial	
	Eletricidade	Lenha
1995	9,3%	90,7%
1996	8,7%	91,3%
1997	8,7%	91,3%
1998	3,3%	96,7%
1999	2,9%	97,1%
2000	3,1%	96,9%
2001	2,2%	97,8%
2002	2,4%	97,6%
2003	4,6%	95,4%
2004	2,0%	98,0%
2005	2,2%	97,8%
2006	1,3%	98,7%

## APÊNDICE 42

**Evolução das participações dos energéticos no setor residencial, no consumo de energia do uso final calor de processo na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.**

Bacia				Cuiabá			
Ano	Carvão	GLP	Lenha	Ano	Carvão	GLP	Lenha
1995	0,7%	41,6%	57,8%	1995	0,5%	74,8%	24,7%
1996	0,8%	48,2%	51,0%	1996	0,6%	82,8%	16,6%
1997	0,9%	48,7%	50,4%	1997	0,6%	82,7%	16,7%
1998	1,1%	56,6%	42,2%	1998	0,8%	87,9%	11,4%
1999	1,2%	57,3%	41,5%	1999	0,8%	88,9%	10,3%
2000	1,3%	56,2%	42,5%	2000	0,9%	88,1%	11,0%
2001	1,5%	58,4%	40,1%	2001	1,1%	90,6%	8,3%
2002	1,7%	62,9%	35,3%	2002	1,2%	92,2%	6,6%
2003	1,9%	63,8%	34,2%	2003	1,3%	92,3%	6,3%
2004	2,2%	64,0%	33,8%	2004	1,6%	91,9%	6,5%
2005	2,5%	63,8%	33,7%	2005	1,7%	91,3%	6,9%
2006	2,9%	64,8%	32,3%	2006	1,9%	91,6%	6,5%

Planalto da Serra			
Ano	Carvão	GLP	Lenha
1995	4,9%	8,0%	87,1%
1996	4,5%	6,9%	88,7%
1997	3,9%	7,3%	88,8%
1998	8,2%	4,6%	87,3%
1999	8,2%	4,5%	87,2%
2000	4,9%	4,3%	90,7%
2001	4,9%	5,2%	89,9%
2002	8,2%	9,6%	82,2%
2003	7,8%	10,0%	82,2%
2004	7,4%	10,2%	82,4%
2005	2,8%	4,1%	93,1%
2006	2,9%	4,6%	92,4%

## APÊNDICE 43

**Evolução das participações dos energéticos no setor industrial, no consumo de energia do uso final calor de processo na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.**

Bacia				
Ano	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de cana
1995	0,0%	78,9%	6,2%	14,9%
1996	0,0%	73,7%	6,0%	20,3%
1997	0,0%	70,7%	5,8%	23,5%
1998	0,0%	76,9%	7,5%	15,6%
1999	0,4%	73,4%	7,9%	18,3%
2000	1,4%	62,5%	13,1%	23,1%
2001	2,1%	49,1%	17,6%	31,3%
2002	2,6%	27,2%	19,5%	50,6%
2003	2,1%	20,5%	14,6%	62,8%
2004	2,5%	30,5%	22,6%	44,3%
2005	3,3%	19,8%	29,4%	47,5%
2006	4,5%	4,0%	34,1%	57,4%

Cuiabá			
Ano	GLP	Óleo	Lenha
1995	0,0%	97,2%	2,8%
1996	0,0%	97,5%	2,5%
1997	0,0%	97,6%	2,3%
1998	0,0%	98,7%	1,3%
1999	0,6%	98,1%	1,2%
2000	2,0%	96,4%	1,6%
2001	4,5%	92,2%	3,3%
2002	7,8%	87,0%	5,2%
2003	8,0%	86,8%	5,1%
2004	6,0%	88,6%	5,4%
2005	11,0%	79,1%	10,0%
2006	37,3%	33,7%	29,1%

No município de Planalto da Serra o uso final calor de processo, no setor industrial, é atendido por 100% com lenha.

## APÊNDICE 44

**Evolução das participações dos energéticos nos setores residencial e comercial, no consumo de energia dos outros usos finais na bacia, e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, de 1995 a 2006. Unidade: %.**

Bacia				Cuiabá			
Ano	Residencial	Comercial		Ano	Residencial	Comercial	
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo		Eletricidade	Eletricidade	Óleo
1995	100,0%	100,0%	0,0%	1995	100,0%	100,0%	0,0%
1996	100,0%	100,0%	0,0%	1996	100,0%	100,0%	0,0%
1997	100,0%	100,0%	0,0%	1997	100,0%	100,0%	0,0%
1998	100,0%	100,0%	0,0%	1998	100,0%	100,0%	0,0%
1999	100,0%	100,0%	0,0%	1999	100,0%	100,0%	0,0%
2000	100,0%	100,0%	0,0%	2000	100,0%	100,0%	0,0%
2001	100,0%	100,0%	0,0%	2001	100,0%	100,0%	0,0%
2002	100,0%	96,4%	3,6%	2002	100,0%	95,5%	4,5%
2003	100,0%	56,1%	43,9%	2003	100,0%	49,8%	50,2%
2004	100,0%	54,4%	45,6%	2004	100,0%	47,8%	52,2%
2005	100,0%	68,0%	32,0%	2005	100,0%	62,3%	37,7%
2006	100,0%	100,0%	0,0%	2006	100,0%	100,0%	0,0%

No município de Planalto da Serra, os outros usos finais são atendidos em 100,0% por eletricidade.

## APÊNDICE 45

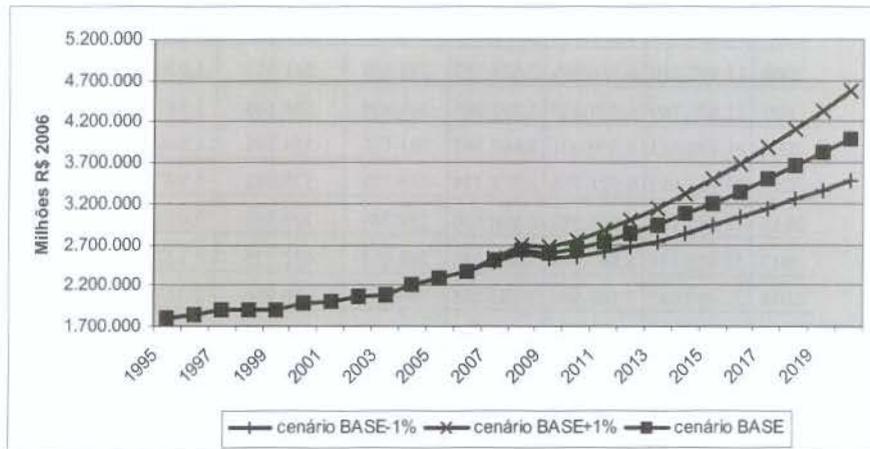
Projeções do PIB do Brasil e de Mato Grosso, em valores correntes e a preço básico de 2006 e as projeções do PIB do Brasil nos três cenários, e modelo de regressão utilizado para as projeções.

Projeção do PIB

Ano	Valores correntes (Milhões R\$)		Deflator Implícito (base 2006)	Valores deflacionados (Milhões R\$ 2006)	
	PIB BR	PIB MT		PIB BR	PIB MT deflac.
2007	2.558.821	43.798	104,0%	2.459.272	42.094
2008	2.839.613	49.346	110,4%	2.571.460	44.686
2009	3.076.362	54.023	116,1%	2.650.669	46.548
2010	3.339.896	59.230	121,4%	2.751.182	48.790
2011	3.642.455	65.208	126,9%	2.871.206	51.401
2012	3.974.721	71.772	131,9%	3.012.613	54.399
2013	4.345.692	79.102	137,2%	3.167.104	57.649
2014	4.751.285	87.115	142,7%	3.329.516	61.047
2015	5.194.734	95.877	148,4%	3.500.258	64.603
2016	5.679.571	105.456	154,3%	3.679.755	68.324
2017	6.209.659	115.929	160,5%	3.868.457	72.221
2018	6.789.222	127.380	166,9%	4.066.836	76.302
2019	7.422.876	139.899	173,6%	4.275.388	80.578
2020	8.115.671	153.587	180,6%	4.494.635	85.060

Regressão utilizada para projeção do PIB

	l	Projeção FMI	
m	0,01975742	(A) Regressão de valores nominais $PIB^{MT} = m PIB^{BR} + a$	
a	-6757,7		
r2	95,4%		
m	0,03651026	(B) Regressão de valores deflacionados $PIB^{MT} = m PIB^{BR} + a$	
a	-45031,3		
r2	82,5%		
m	76053,8	(C) Regressão de valores deflacionados $PIB^{MT} = m LN(PIB^{BR}) + a$	
a	-1075218,3		
r2	83,8%		



Projeções do PIB do Brasil nos cenários de baixo crescimento (BASE - 1%), de alto crescimento (BASE + 1%) e de médio crescimento (BASE) utilizados no trabalho.

## APÊNDICE 46

**Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).**

Bacia

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	11.394.033	6.257.056	2.472.078	279.112	510.511	1.875.275
2008	11.997.210	6.556.946	2.638.717	283.459	541.917	1.976.172
2009	11.645.749	6.329.423	2.593.985	265.809	539.146	1.917.386
2010	11.820.623	6.390.901	2.667.162	261.128	554.795	1.946.637
2011	12.125.519	6.521.756	2.771.339	259.703	575.092	1.997.629
2012	12.487.715	6.681.582	2.890.636	259.747	597.557	2.058.193
2013	12.902.148	6.867.144	3.024.348	261.053	622.125	2.127.477
2014	13.419.347	7.104.958	3.185.035	264.533	650.896	2.213.925
2015	13.936.546	7.339.494	3.348.662	268.070	679.964	2.300.357
2016	14.453.745	7.570.732	3.515.231	271.680	709.327	2.386.775
2017	14.970.944	7.798.654	3.684.745	275.376	738.987	2.473.182
2018	15.488.144	8.023.242	3.857.211	279.168	768.943	2.559.580
2019	16.005.343	8.244.478	4.032.635	283.063	799.196	2.645.971
2020	16.522.542	8.462.348	4.211.024	287.068	829.747	2.732.355

Cuiabá

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	7.991.116	4.519.548	1.808.983	167.656	26.560	1.468.369
2008	8.427.291	4.739.057	1.941.465	170.420	27.834	1.548.516
2009	8.173.181	4.569.329	1.915.614	159.593	26.821	1.501.823
2010	8.299.630	4.612.335	1.978.419	156.760	27.057	1.525.058
2011	8.520.033	4.705.976	2.064.982	155.929	27.589	1.565.558
2012	8.781.763	4.820.409	2.163.466	155.996	28.242	1.613.650
2013	9.081.130	4.953.190	2.273.445	156.834	29.002	1.668.659
2014	9.454.591	5.123.675	2.404.646	159.007	29.981	1.737.283
2015	9.827.923	5.291.105	2.538.784	161.211	30.940	1.805.883
2016	10.201.148	5.455.479	2.675.869	163.457	31.880	1.874.463
2017	10.574.283	5.616.793	2.815.909	165.754	32.800	1.943.026
2018	10.947.343	5.775.045	2.958.910	168.112	33.701	2.011.576
2019	11.320.342	5.930.229	3.104.881	170.535	34.582	2.080.115
2020	11.693.288	6.082.341	3.253.830	173.029	35.444	2.148.644

## Planalto da Serra

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	33.686	9.984	1.715	596	19.754	1.638
2008	35.249	10.439	1.741	600	20.755	1.714
2009	34.337	10.159	1.648	563	20.298	1.669
2010	34.791	10.282	1.623	550	20.644	1.691
2011	35.582	10.503	1.615	544	21.190	1.730
2012	36.523	10.766	1.615	540	21.826	1.776
2013	37.603	11.068	1.620	540	22.546	1.828
2014	38.952	11.447	1.637	543	23.431	1.894
2015	40.303	11.824	1.654	547	24.319	1.959
2016	41.656	12.199	1.671	551	25.211	2.025
2017	43.011	12.572	1.687	555	26.106	2.091
2018	44.367	12.943	1.704	559	27.004	2.157
2019	45.724	13.311	1.720	564	27.905	2.223
2020	47.082	13.677	1.737	569	28.809	2.289

## APÊNDICE 47

Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).

Bacia

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	11.537.590	6.336.614	2.503.548	282.642	515.494	1.899.293
2008	12.285.141	6.715.699	2.702.672	290.279	552.169	2.024.321
2009	12.087.429	6.571.762	2.693.409	275.910	555.089	1.991.260
2010	12.410.809	6.713.052	2.801.742	274.181	576.499	2.045.334
2011	12.862.945	6.922.150	2.941.640	275.506	602.727	2.120.924
2012	13.371.826	7.159.037	3.097.375	278.137	631.295	2.205.983
2013	13.932.439	7.420.504	3.268.250	281.888	662.127	2.299.670
2014	14.594.832	7.732.797	3.466.699	287.683	697.306	2.410.347
2015	15.257.225	8.040.929	3.668.926	293.440	732.924	2.521.006
2016	15.919.618	8.344.873	3.874.931	299.189	768.972	2.631.652
2017	16.582.011	8.644.605	4.084.720	304.955	805.444	2.742.287
2018	17.244.403	8.940.100	4.298.297	310.758	842.335	2.852.913
2019	17.906.796	9.231.337	4.515.670	316.616	879.641	2.963.533
2020	18.569.189	9.518.295	4.736.847	322.542	917.358	3.074.147

Cuiabá

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	8.094.958	4.578.278	1.832.491	169.834	26.905	1.487.450
2008	8.635.391	4.856.081	1.989.406	174.628	28.521	1.586.754
2009	8.492.503	4.747.850	1.990.456	165.828	27.869	1.560.499
2010	8.726.197	4.849.390	2.080.102	164.817	28.448	1.603.440
2011	9.052.816	5.000.254	2.194.111	165.680	29.315	1.663.457
2012	9.420.283	5.170.899	2.320.771	167.338	30.296	1.730.979
2013	9.824.959	5.358.902	2.459.661	169.680	31.377	1.805.338
2014	10.302.943	5.583.418	2.620.412	173.275	32.671	1.893.168
2015	10.780.788	5.804.103	2.784.932	176.841	33.940	1.980.972
2016	11.258.522	6.020.953	2.953.230	180.399	35.184	2.068.755
2017	11.736.167	6.233.957	3.125.316	183.967	36.404	2.156.523
2018	12.213.743	6.443.108	3.301.200	187.559	37.599	2.244.277
2019	12.691.264	6.648.394	3.480.890	191.187	38.770	2.332.022
2020	13.168.741	6.849.808	3.664.397	194.862	39.916	2.419.758

## Planalto da Serra

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	34.057	10.094	1.734	602	19.972	1.656
2008	35.997	10.660	1.778	612	21.196	1.750
2009	35.483	10.498	1.703	581	20.976	1.725
2010	36.323	10.735	1.694	574	21.553	1.766
2011	37.500	11.070	1.702	573	22.332	1.823
2012	38.828	11.446	1.716	575	23.203	1.888
2013	40.292	11.860	1.736	578	24.159	1.959
2014	42.026	12.350	1.767	586	25.280	2.043
2015	43.761	12.839	1.796	594	26.405	2.128
2016	45.499	13.324	1.825	601	27.536	2.212
2017	47.238	13.807	1.853	609	28.671	2.297
2018	48.978	14.288	1.881	617	29.811	2.381
2019	50.719	14.765	1.908	626	30.954	2.466
2020	52.461	15.240	1.935	634	32.101	2.551

## APÊNDICE 48

**Projeções das participações dos valores do PIB e valores adicionados dos setores da economia da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: Mil R\$ (2006).**

Bacia						
Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	11.679.796	6.415.419	2.534.719	286.138	520.439	1.923.081
2008	12.570.352	6.872.939	2.766.016	297.035	562.353	2.072.009
2009	12.524.839	6.811.720	2.791.854	285.913	570.951	2.064.400
2010	12.995.279	7.032.022	2.934.992	287.109	598.112	2.143.045
2011	13.593.233	7.318.585	3.110.253	291.156	630.254	2.242.986
2012	14.247.388	7.631.775	3.302.068	296.348	664.901	2.352.296
2013	14.952.779	7.968.405	3.509.741	302.523	701.964	2.470.148
2014	15.758.983	8.354.463	3.745.589	310.611	743.499	2.604.821
2015	16.565.186	8.735.488	3.986.046	318.567	785.609	2.739.477
2016	17.371.390	9.111.447	4.231.111	326.434	828.277	2.874.121
2017	18.177.593	9.482.308	4.480.790	334.250	871.490	3.008.754
2018	18.983.797	9.848.042	4.735.088	342.046	915.239	3.143.381
2019	19.790.000	10.208.621	4.994.013	349.848	959.516	3.278.002
2020	20.596.203	10.564.018	5.257.574	357.677	1.004.314	3.412.620

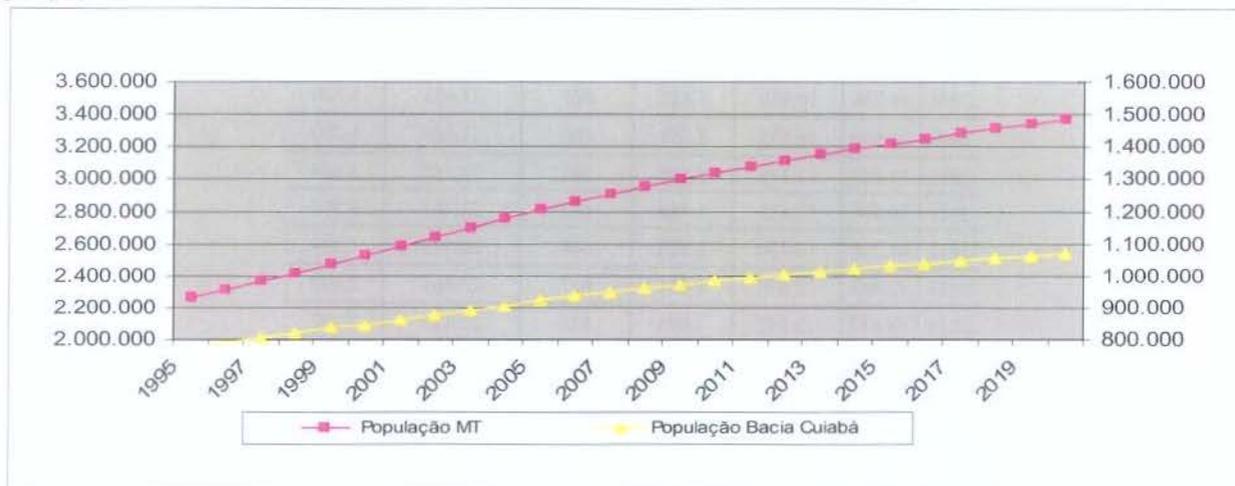
Cuiabá						
	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	8.197.802	4.636.443	1.855.772	171.992	27.247	1.506.348
2008	8.841.464	4.971.966	2.036.881	178.795	29.202	1.624.621
2009	8.808.584	4.924.560	2.064.539	172.000	28.906	1.618.579
2010	9.148.389	5.084.014	2.180.742	172.792	29.824	1.681.018
2011	9.580.122	5.291.507	2.321.913	175.330	31.022	1.760.349
2012	10.052.246	5.517.791	2.476.460	178.564	32.328	1.847.102
2013	10.561.179	5.760.464	2.643.972	182.395	33.729	1.940.618
2014	11.142.677	6.038.490	2.833.987	187.398	35.334	2.047.469
2015	11.724.036	6.311.925	3.028.595	192.314	36.909	2.154.294
2016	12.305.292	6.580.756	3.227.809	197.172	38.456	2.261.099
2017	12.886.469	6.844.968	3.431.639	201.998	39.972	2.367.891
2018	13.467.588	7.104.547	3.640.096	206.814	41.459	2.474.671
2019	14.048.664	7.359.477	3.853.190	211.636	42.917	2.581.444
2020	14.629.711	7.609.741	4.070.933	216.480	44.344	2.688.212

Planalto da Serra

Ano	PIB	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Impostos
2007	34.426	10.203	1.752	609	20.188	1.674
2008	36.738	10.880	1.815	625	21.633	1.786
2009	36.620	10.835	1.757	600	21.648	1.780
2010	37.845	11.185	1.765	598	22.457	1.840
2011	39.406	11.632	1.789	602	23.467	1.916
2012	41.116	12.120	1.818	608	24.571	1.999
2013	42.963	12.646	1.851	617	25.761	2.089
2014	45.077	13.247	1.895	628	27.115	2.192
2015	47.194	13.846	1.937	640	28.476	2.294
2016	49.312	14.441	1.978	652	29.844	2.397
2017	51.431	15.033	2.018	663	31.216	2.500
2018	53.551	15.622	2.056	675	32.594	2.604
2019	55.672	16.207	2.094	687	33.977	2.707
2020	57.794	16.789	2.132	699	35.364	2.810

## APÊNDICE 49

Projeções da população de Mato Grosso e da bacia e modelo de regressão aplicado nas projeções.



Modelo de regressão utilizado para a projeção da população, do número de residências, do número de economias e do número de empregados do setor comercial da bacia e dos municípios:

y=m x+b	População			Residências			Empregados		
	(m)	(b)	% (2006)	(m)	(b)	% (2006)	(m)	(b)	% (2006)
ACORIZAL	0,003701	2.723	0,66%	8,83735	1.450,13309	0,61%	2,95052	15,972030	0,02%
BARÃO DE MELGAÇO	-0,015808	20.894	0,65%	-189,73718	2.749,60773	0,60%	20,77354	-20,901050	0,06%
CHAPADA DOS GUIMARÃES	0,021493	-2.209	1,91%	-37,34091	4.491,69967	1,77%	-61,45326	1.573,958297	0,69%
CUIABÁ	0,585242	-5.802	57,90%	3.228,96134	107.522,96741	61,05%	16.575,30594	-56.605,229802	84,64%
JANGADA	0,013860	-4.451	0,91%	129,20652	1.222,83546	0,84%	30,62171	-22,222557	0,10%
NOBRES	0,006368	9.660	1,67%	-5,93551	3.897,27907	1,54%	7,20474	1.025,132894	0,62%
NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	0,012003	2.108	1,43%	139,91202	2.517,92276	1,32%	111,22040	-409,143489	0,11%
NOVA BRASILÂNDIA	-0,011606	15.487	0,49%	-62,35704	1.646,29146	0,46%	-5,17590	125,729629	0,04%
PLANALTO DA SERRA	0,000828	2.188	0,32%	0,04817	731,12306	0,29%	-1,02153	118,448233	0,05%
POCONÉ	0,006670	25.198	3,35%	74,38853	7.424,51906	3,10%	438,05510	-913,347911	0,77%
ROSÁRIO OESTE	-0,010953	27.939	1,89%	-75,60582	4.990,10473	1,75%	8,90188	613,703674	0,35%
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	0,000339	15.152	1,65%	-0,61790	3.870,37491	1,52%	-28,83396	1.052,595274	0,42%
VÁRZEA GRANDE	0,387862	-108.886	27,17%	3.619,67391	31.009,41738	25,16%	3.607,60973	-6.002,272868	12,12%
TOTAL REGIONAL	0,264174	178.733	100,00%	6.912,59634	170.177,36444	100,00%	25.107,90603	-82.778,114151	100,00%

## APÊNDICE 50

Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB *per capita* da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.

Bacia					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	947.833	253.275	223.539	219.047	12,021
2008	960.088	256.557	226.436	230.969	12,496
2009	971.701	253.024	223.318	218.138	11,985
2010	982.718	253.326	223.584	219.232	12,028
2011	993.164	254.573	224.685	223.764	12,209
2012	1.003.072	256.236	226.152	229.802	12,449
2013	1.012.504	258.263	227.942	237.167	12,743
2014	1.021.513	260.986	230.345	247.058	13,137
2015	1.030.151	263.695	232.736	256.898	13,529
2016	1.038.466	266.389	235.114	266.683	13,918
2017	1.046.495	269.068	237.478	276.411	14,306
2018	1.054.264	271.730	239.827	286.081	14,691
2019	1.061.788	274.378	242.164	295.697	15,074
2020	1.069.081	277.011	244.488	305.262	15,455

Cuiabá					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	548.702	155.081	151.613	186.301	14,564
2008	555.631	157.065	153.513	196.776	15,167
2009	562.197	155.167	151.674	185.752	14,538
2010	568.426	155.440	151.928	186.808	14,601
2011	574.332	156.247	152.695	190.842	14,835
2012	579.934	157.287	153.688	196.181	15,143
2013	585.268	158.533	154.880	202.671	15,516
2014	590.362	160.177	156.454	211.354	16,015
2015	595.246	161.813	158.020	219.994	16,511
2016	599.948	163.440	159.577	228.585	17,003
2017	604.488	165.057	161.126	237.126	17,493
2018	608.881	166.666	162.666	245.616	17,979
2019	613.136	168.266	164.198	254.060	18,463
2020	617.260	169.858	165.722	262.459	18,944

**Planalto da Serra**

Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	2.972	734	656	114	11,333
2008	2.981	735	656	117	11,824
2009	2.990	735	657	114	11,486
2010	2.998	736	657	114	11,606
2011	3.005	736	657	115	11,840
2012	3.012	736	657	117	12,125
2013	3.019	737	658	119	12,454
2014	3.026	737	658	122	12,873
2015	3.032	737	658	125	13,292
2016	3.038	737	658	127	13,710
2017	3.044	737	658	130	14,129
2018	3.050	738	658	133	14,547
2019	3.055	738	658	135	14,965
2020	3.061	738	658	138	15,382

## APÊNDICE 51

Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB *per capita* da bacia, e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.

Bacia					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	947.833	254.322	224.463	222.850	12,173
2008	960.088	258.630	228.265	238.499	12,796
2009	971.701	256.166	226.091	229.550	12,439
2010	982.718	257.477	227.248	234.311	12,629
2011	993.164	259.706	229.215	242.407	12,951
2012	1.003.072	262.328	231.530	251.932	13,331
2013	1.012.504	265.297	234.150	262.716	13,760
2014	1.021.513	268.941	237.366	275.950	14,287
2015	1.030.151	272.558	240.558	289.087	14,811
2016	1.038.466	276.147	243.726	302.125	15,330
2017	1.046.495	279.709	246.870	315.064	15,845
2018	1.054.264	283.245	249.991	327.907	16,357
2019	1.061.788	286.757	253.090	340.661	16,865
2020	1.069.081	290.244	256.168	353.328	17,369

Cuiabá					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	548.702	155.081	151.613	186.301	14,564
2008	555.631	157.065	153.513	196.776	15,167
2009	562.197	155.167	151.674	185.752	14,538
2010	568.426	155.440	151.928	186.808	14,601
2011	574.332	156.247	152.695	190.842	14,835
2012	579.934	157.287	153.688	196.181	15,143
2013	585.268	158.533	154.880	202.671	15,516
2014	590.362	160.177	156.454	211.354	16,015
2015	595.246	161.813	158.020	219.994	16,511
2016	599.948	163.440	159.577	228.585	17,003
2017	604.488	165.057	161.126	237.126	17,493
2018	608.881	166.666	162.666	245.616	17,979
2019	613.136	168.266	164.198	254.060	18,463
2020	617.260	169.858	165.722	262.459	18,944

Planalto da Serra

Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	2.972	734	656	115	11,458
2008	2.981	734	656	119	12,075
2009	2.990	735	656	117	11,869
2010	2.998	735	657	118	12,118
2011	3.005	736	657	121	12,479
2012	3.012	736	657	123	12,889
2013	3.019	736	657	126	13,345
2014	3.026	736	657	130	13,889
2015	3.032	737	657	133	14,432
2016	3.038	737	657	137	14,975
2017	3.044	737	657	141	15,517
2018	3.050	737	657	144	16,059
2019	3.055	738	657	148	16,599
2020	3.061	738	657	151	17,139

## APÊNDICE 52

Projeções da população, do número de residências, de economias e do número de empregados no setor comercial e PIB *per capita* da bacia, e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: Milhares e Mil R\$/habitante.

Bacia					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	947.833	255.359	225.378	226.617	12,323
2008	960.088	260.683	230.078	245.957	13,093
2009	971.701	259.278	228.837	240.853	12,890
2010	982.718	261.588	230.876	249.244	13,224
2011	993.164	264.789	233.701	260.869	13,687
2012	1.003.072	268.362	236.855	273.848	14,204
2013	1.012.504	272.263	240.298	288.018	14,768
2014	1.021.513	276.819	244.319	304.564	15,427
2015	1.030.151	281.334	248.304	320.966	16,080
2016	1.038.466	285.811	252.255	337.225	16,728
2017	1.046.495	290.249	256.172	353.346	17,370
2018	1.054.264	294.650	260.057	369.332	18,007
2019	1.061.788	299.017	263.911	385.192	18,638
2020	1.069.081	303.351	267.736	400.934	19,265

Cuiabá					
Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	548.702	156.263	152.751	192.869	14,940
2008	555.631	159.411	155.772	209.788	15,912
2009	562.197	158.729	155.104	205.479	15,668
2010	568.426	160.155	156.467	212.882	16,094
2011	574.332	162.087	158.318	223.092	16,680
2012	579.934	164.232	160.372	234.478	17,333
2013	585.268	166.564	162.608	246.898	18,045
2014	590.362	169.272	165.205	261.386	18,874
2015	595.246	171.959	167.783	275.751	19,696
2016	599.948	174.626	170.340	289.993	20,511
2017	604.488	177.273	172.877	304.117	21,318
2018	608.881	179.900	175.396	318.125	22,119
2019	613.136	182.508	177.897	332.025	22,913
2020	617.260	185.100	180.381	345.823	23,701

Planalto da Serra

Ano	População	Residências	Economias	Empregados	PIB <i>per capita</i>
2007	2.972	734	656	116	11,582
2008	2.981	734	656	122	12,324
2009	2.990	735	656	120	12,249
2010	2.998	735	656	122	12,626
2011	3.005	735	656	126	13,113
2012	3.012	736	656	129	13,649
2013	3.019	736	656	133	14,230
2014	3.026	736	656	138	14,897
2015	3.032	736	656	142	15,564
2016	3.038	737	657	147	16,230
2017	3.044	737	657	151	16,895
2018	3.050	737	657	155	17,558
2019	3.055	737	657	160	18,221
2020	3.061	737	657	164	18,882

## APÊNDICE 53

Modelo de regressão utilizado para as projeções do número de residências e de empregados do setor comercial.

y=m x+b	PIB		PIB	
	m	b	2006	2020
ACORIZAL	0,004992	-7.578	40.292	85.122
BARÃO DE MELGAÇO	0,001959	18.542	39.079	54.924
CHAPADA DOS GUIMARÃES	0,000697	115.371	120.787	128.318
CUIABÁ	0,736638	-380.777	7.189.521	13.297.988
JANGADA	0,005182	-1.388	52.633	94.837
NOBRES	0,009532	71.463	143.926	248.458
NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	0,005633	10.446	65.429	115.041
NOVA BRASILÂNDIA	0,002406	7.551	29.436	52.222
PLANALTO DA SERRA	0,002462	5.442	21.110	51.154
POCONÉ	0,016753	-2.368	186.859	308.716
ROSÁRIO OESTE	0,011747	-1.757	120.735	216.366
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	0,002540	144.728	126.609	191.900
VÁRZEA GRANDE	0,206105	-44.142	2.121.659	3.783.067
TOTAL REGIONAL	198,515246	2.541.244	10.258.074	18.569.189

y=m x+b	População			Residências			Empregados			Economias (% Residências em 2006)
	(m)	(b)	% (2006)	(m)	(b)	% (2006)	(m)	(b)	% (2006)	
ACORIZAL	0,003701	2.723	0,66%	8,83735	1.450,13309	0,61%	2,95052	15,972030	0,02%	38,5%
BARÃO DE MELGAÇO	0,015808	20.894	0,65%	-189,73718	2.749,60773	0,60%	20,77354	-20,901050	0,06%	57,7%
CHAPADA DOS GUIMARÃES	0,021493	-2.209	1,91%	-37,34091	4.491,69967	1,77%	-61,45326	1.573,958297	0,69%	84,9%
CUIABÁ	0,585242	-5.802	57,90%	3.228,96134	107.522,96741	61,05%	16.575,30594	56.605,229802	84,64%	97,8%
JANGADA	0,013860	-4.451	0,91%	129,20652	1.222,83546	0,84%	30,62171	-22,222557	0,10%	41,1%
NOBRES	0,006368	9.660	1,67%	-5,93551	3.897,27907	1,54%	7,20474	1.025,132894	0,62%	64,8%
NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	0,012003	2.108	1,43%	139,91202	2.517,92276	1,32%	111,22040	-409,143489	0,11%	29,3%
NOVA BRASILÂNDIA	0,011606	15.487	0,49%	-62,35704	1.646,29146	0,46%	-5,17590	125,729629	0,04%	62,1%
PLANALTO DA SERRA	0,000828	2.188	0,32%	0,04817	731,12306	0,29%	-1,02153	118,448233	0,05%	89,4%
POCONÉ	0,006670	25.198	3,35%	74,38853	7.424,51906	3,10%	438,05510	-913,347911	0,77%	62,7%
ROSÁRIO OESTE	0,010953	27.939	1,89%	-75,60582	4.990,10473	1,75%	8,90188	613,703674	0,35%	59,6%
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	0,000339	15.152	1,65%	-0,61790	3.870,37491	1,52%	-28,83396	1.052,595274	0,42%	40,6%
VÁRZEA GRANDE	0,387862	108.886	27,17%	3.619,67391	31.009,41738	25,16%	3.607,60973	-6.002,272868	12,12%	81,8%
TOTAL REGIONAL	0,264174	178.733	100,00%	6.912,59634	170.177,36444	100,00%	25.107,90603	82.778,114151	100,00%	88,3%

## APÊNDICE 54

**Projeções dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/economia.**

Bacia

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	36,48	28,55	38,06	30,13	25,37
2008	36,40	28,49	37,99	30,07	25,33
2009	36,33	28,44	37,91	30,02	25,28
2010	36,26	28,38	37,84	29,96	25,23
2011	36,19	28,33	37,77	29,90	25,18
2012	36,12	28,27	37,69	29,84	25,13
2013	36,05	28,22	37,62	29,78	25,08
2014	35,98	28,16	37,55	29,73	25,03
2015	35,91	28,11	37,48	29,67	24,98
2016	35,85	28,05	37,40	29,61	24,94
2017	35,78	28,00	37,33	29,56	24,89
2018	35,71	27,95	37,26	29,50	24,84
2019	35,64	27,89	37,19	29,44	24,79
2020	35,57	27,84	37,12	29,39	24,75

Cuiabá

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	35,96	28,14	37,52	29,70	25,01
2008	35,72	27,96	37,27	29,51	24,85
2009	35,49	27,78	37,03	29,32	24,69
2010	35,26	27,60	36,80	29,13	24,53
2011	35,04	27,42	36,56	28,94	24,37
2012	34,81	27,25	36,33	28,76	24,22
2013	34,60	27,07	36,10	28,58	24,07
2014	34,38	26,91	35,87	28,40	23,92
2015	34,17	26,74	35,65	28,22	23,77
2016	33,95	26,57	35,43	28,05	23,62
2017	33,75	26,41	35,21	27,88	23,48
2018	33,54	26,25	35,00	27,71	23,33
2019	33,34	26,09	34,79	27,54	23,19
2020	33,14	25,93	34,58	27,37	23,05

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2008	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2009	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2010	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2011	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2012	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2013	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2014	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2015	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2016	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2017	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2018	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2019	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28
2020	36,34	28,44	37,92	30,02	25,28

## APÊNDICE 55

Projeções dos consumos específicos de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/empregado.

Bacia

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	4,85	5,25	10,11
2008	4,73	5,12	9,85
2009	4,61	4,99	9,60
2010	4,50	4,87	9,37
2011	4,39	4,75	9,14
2012	4,29	4,65	8,93
2013	4,19	4,54	8,74
2014	4,10	4,44	8,55
2015	4,02	4,35	8,37
2016	3,94	4,26	8,20
2017	3,86	4,18	8,04
2018	3,79	4,10	7,89
2019	3,72	4,03	7,74
2020	3,65	3,95	7,61

Cuiabá

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	5,39	5,84	11,23
2008	5,26	5,70	10,96
2009	5,14	5,56	10,70
2010	5,02	5,44	10,46
2011	4,91	5,32	10,23
2012	4,80	5,20	10,01
2013	4,70	5,09	9,80
2014	4,61	4,99	9,60
2015	4,51	4,89	9,41
2016	4,43	4,80	9,22
2017	4,34	4,71	9,05
2018	4,27	4,62	8,89
2019	4,19	4,54	8,73
2020	4,12	4,46	8,58

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	1,44	1,56	3,01
2008	1,40	1,52	2,92
2009	1,36	1,47	2,83
2010	1,32	1,43	2,76
2011	1,29	1,40	2,68
2012	1,26	1,36	2,62
2013	1,23	1,33	2,56
2014	1,20	1,30	2,50
2015	1,17	1,27	2,45
2016	1,15	1,25	2,40
2017	1,13	1,22	2,35
2018	1,11	1,20	2,31
2019	1,09	1,18	2,27
2020	1,07	1,16	2,24

## APÊNDICE 56

Projeções das intensidades de uso da água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: m<sup>3</sup>/mil R\$.

Bacia				Cuiabá			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros	Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	0,730	1,252	0,104	2007	0,308	0,528	0,044
2008	0,729	1,249	0,104	2008	0,307	0,526	0,044
2009	0,728	1,247	0,104	2009	0,306	0,524	0,044
2010	0,726	1,245	0,104	2010	0,304	0,522	0,043
2011	0,725	1,243	0,104	2011	0,303	0,520	0,043
2012	0,724	1,241	0,103	2012	0,302	0,518	0,043
2013	0,723	1,239	0,103	2013	0,301	0,516	0,043
2014	0,721	1,237	0,103	2014	0,300	0,514	0,043
2015	0,720	1,235	0,103	2015	0,299	0,513	0,043
2016	0,719	1,233	0,103	2016	0,298	0,511	0,043
2017	0,718	1,231	0,103	2017	0,297	0,509	0,042
2018	0,717	1,228	0,102	2018	0,296	0,507	0,042
2019	0,715	1,226	0,102	2019	0,295	0,505	0,042
2020	0,714	1,224	0,102	2020	0,294	0,504	0,042

Planalto da Serra			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	0,055	0,094	0,008
2008	0,055	0,094	0,008
2009	0,055	0,094	0,008
2010	0,054	0,093	0,008
2011	0,054	0,093	0,008
2012	0,054	0,093	0,008
2013	0,054	0,093	0,008
2014	0,054	0,092	0,008
2015	0,054	0,092	0,008
2016	0,054	0,092	0,008
2017	0,054	0,092	0,008
2018	0,053	0,092	0,008
2019	0,053	0,091	0,008
2020	0,053	0,091	0,008

## APÊNDICE 57

**Projeções dos consumos específicos dos cultivos permanentes (P) e temporários (T) da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra.**

Bacia		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
2007	0,68	1,35
2008	0,68	1,39
2009	0,69	1,42
2010	0,69	1,46
2011	0,69	1,50
2012	0,70	1,54
2013	0,70	1,58
2014	0,70	1,62
2015	0,70	1,67
2016	0,71	1,72
2017	0,71	1,77
2018	0,71	1,82
2019	0,71	1,88
2020	0,72	1,94

Cuiabá		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
2007	0,55	1,93
2008	0,55	2,07
2009	0,55	2,23
2010	0,55	2,41
2011	0,55	2,61
2012	0,56	2,84
2013	0,56	3,10
2014	0,56	3,40
2015	0,56	3,73
2016	0,56	4,11
2017	0,56	4,53
2018	0,56	5,01
2019	0,57	5,56
2020	0,57	6,17

Planalto da Serra		
Ano	Outros (P)	Outros (T)
2007	1,05	0,89
2008	1,05	0,91
2009	1,05	0,93
2010	1,05	0,95
2011	1,05	0,97
2012	1,05	0,99
2013	1,05	1,02
2014	1,05	1,04
2015	1,05	1,07
2016	1,05	1,09
2017	1,05	1,12
2018	1,05	1,15
2019	1,05	1,18
2020	1,05	1,21

## APÊNDICE 58

Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final iluminação, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.

Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
	Eletricidade			
2007	3,45	2,65	0,008	0,05
2008	3,45	2,66	0,008	0,05
2009	3,45	2,66	0,008	0,05
2010	3,45	2,66	0,008	0,06
2011	3,44	2,66	0,008	0,06
2012	3,44	2,66	0,008	0,06
2013	3,44	2,66	0,008	0,06
2014	3,44	2,67	0,008	0,06
2015	3,44	2,67	0,008	0,07
2016	3,43	2,67	0,008	0,07
2017	3,43	2,67	0,008	0,07
2018	3,43	2,67	0,008	0,07
2019	3,43	2,67	0,008	0,08
2020	3,42	2,67	0,008	0,08

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial
	Eletricidade		
2007	1,07	3,31	0,007
2008	1,10	3,31	0,007
2009	1,13	3,32	0,007
2010	1,16	3,32	0,007
2011	1,19	3,32	0,006
2012	1,22	3,32	0,006
2013	1,24	3,32	0,006
2014	1,27	3,33	0,006
2015	1,30	3,33	0,006
2016	1,33	3,33	0,006
2017	1,35	3,33	0,006
2018	1,38	3,33	0,006
2019	1,41	3,33	0,006
2020	1,44	3,34	0,006

## APÊNDICE 59

**Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final refrigeração, nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/emprego e GJ/Mil R\$.**

Cuiabá				
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário
	Eletricidade			
2007	2,53	1,33	0,030	0,13
2008	2,53	1,33	0,030	0,14
2009	2,53	1,34	0,029	0,14
2010	2,53	1,34	0,029	0,15
2011	2,53	1,34	0,029	0,16
2012	2,53	1,34	0,028	0,16
2013	2,52	1,34	0,028	0,17
2014	2,52	1,34	0,028	0,17
2015	2,52	1,34	0,028	0,18
2016	2,52	1,34	0,027	0,19
2017	2,52	1,34	0,027	0,19
2018	2,52	1,34	0,027	0,20
2019	2,51	1,34	0,027	0,21
2020	2,51	1,34	0,026	0,22

Planalto da Serra			
Ano	Residencial	Comercial	Industrial
	Eletricidade		
2007	0,79	1,66	0,023
2008	0,81	1,67	0,023
2009	0,83	1,67	0,023
2010	0,85	1,67	0,023
2011	0,87	1,67	0,023
2012	0,89	1,67	0,022
2013	0,91	1,67	0,022
2014	0,93	1,67	0,022
2015	0,95	1,67	0,022
2016	0,97	1,67	0,022
2017	0,99	1,67	0,021
2018	1,01	1,67	0,021
2019	1,03	1,68	0,021
2020	1,06	1,68	0,021

## APÊNDICE 60

**Projeções dos consumos específicos de energia, no uso final ar condicionado, nos setores residencial, comercial e agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

Cuiabá		
Ano	Residencial	Comercial
	Elettricidade	
2007	0,21	1,65
2008	0,21	1,65
2009	0,21	1,65
2010	0,21	1,65
2011	0,20	1,66
2012	0,20	1,66
2013	0,20	1,66
2014	0,20	1,66
2015	0,20	1,66
2016	0,20	1,66
2017	0,20	1,66
2018	0,20	1,66
2019	0,20	1,66
2020	0,20	1,66

Planalto da Serra		
Ano	Residencial	Comercial
	Elettricidade	
2007	0,06	2,06
2008	0,07	2,06
2009	0,07	2,06
2010	0,07	2,06
2011	0,07	2,06
2012	0,07	2,07
2013	0,07	2,07
2014	0,08	2,07
2015	0,08	2,07
2016	0,08	2,07
2017	0,08	2,07
2018	0,08	2,07
2019	0,08	2,07
2020	0,09	2,08

## APÊNDICE 61

**Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final força motriz, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

Bacia

Ano	Comercial	Industrial			Transporte				Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene	Eletricidade
2007	0,60	0,565	0,000	0,01	4,97	14,5	48,1	1,83	0,22
2008	0,60	0,566	0,000	0,01	4,97	14,7	49,5	1,81	0,22
2009	0,60	0,566	0,001	0,01	4,96	14,8	50,9	1,79	0,22
2010	0,60	0,567	0,001	0,01	4,95	15,0	52,2	1,77	0,23
2011	0,60	0,567	0,001	0,01	4,95	15,2	53,6	1,76	0,23
2012	0,60	0,568	0,001	0,01	4,94	15,3	55,1	1,74	0,24
2013	0,60	0,568	0,001	0,01	4,93	15,4	56,5	1,72	0,24
2014	0,60	0,569	0,001	0,01	4,92	15,6	57,9	1,71	0,25
2015	0,60	0,569	0,001	0,01	4,91	15,7	59,3	1,70	0,25
2016	0,60	0,570	0,001	0,01	4,90	15,8	60,7	1,68	0,26
2017	0,60	0,570	0,001	0,01	4,89	15,9	62,2	1,67	0,26
2018	0,60	0,571	0,001	0,01	4,88	16,0	63,6	1,66	0,27
2019	0,60	0,571	0,001	0,01	4,87	16,1	65,1	1,65	0,27
2020	0,60	0,572	0,001	0,01	4,86	16,2	66,5	1,64	0,28

Cuiabá

Ano	Comercial	Industrial			Transporte			Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel	Eletricidade
2007	0,55	0,234	0,000	0,01	6,03	17,2	49,9	1,12
2008	0,55	0,231	0,000	0,01	6,02	17,4	51,5	1,16
2009	0,55	0,226	0,000	0,01	6,01	17,6	53,0	1,22
2010	0,55	0,222	0,000	0,01	6,00	17,9	54,6	1,27
2011	0,55	0,219	0,000	0,01	5,99	18,1	56,2	1,32
2012	0,55	0,215	0,000	0,01	5,99	18,3	57,8	1,38
2013	0,55	0,212	0,001	0,01	5,98	18,5	59,4	1,43
2014	0,55	0,209	0,001	0,01	5,98	18,7	61,1	1,49
2015	0,55	0,206	0,001	0,01	5,97	18,9	62,7	1,54
2016	0,55	0,203	0,001	0,01	5,96	19,1	64,4	1,60
2017	0,55	0,200	0,001	0,01	5,96	19,2	66,1	1,66
2018	0,55	0,197	0,001	0,01	5,95	19,4	67,8	1,72
2019	0,55	0,194	0,001	0,01	5,95	19,5	69,5	1,78
2020	0,55	0,191	0,001	0,01	5,94	19,7	71,2	1,84

## Planalto da Serra

Ano	Comercial	Industrial	Transporte			Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Álcool	Gasolina	Diesel	Eletricidade
2007	0,68	0,198	1,29	3,8	7,4	0,09
2008	0,68	0,202	1,34	3,9	7,2	0,09
2009	0,68	0,203	1,38	4,1	7,0	0,09
2010	0,68	0,206	1,43	4,3	6,8	0,09
2011	0,68	0,208	1,47	4,4	6,7	0,09
2012	0,68	0,210	1,52	4,6	6,5	0,09
2013	0,68	0,212	1,56	4,7	6,3	0,09
2014	0,68	0,214	1,60	4,8	6,2	0,09
2015	0,68	0,215	1,64	5,0	6,0	0,10
2016	0,69	0,217	1,67	5,1	5,8	0,10
2017	0,69	0,218	1,71	5,2	5,7	0,10
2018	0,69	0,219	1,75	5,3	5,6	0,10
2019	0,69	0,220	1,78	5,5	5,4	0,10
2020	0,69	0,220	1,81	5,6	5,3	0,10



## APÊNDICE 62

**Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final aquecimento direto, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

Bacia						Cuiabá					
Ano	Residencial	Industrial				Ano	Residencial	Industrial			
	Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha		Eletricidade	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	1,65	0,283	0,042	0,02	0,082	2007	1,95	0,123	0,043	0,02	0,007
2008	1,65	0,276	0,040	0,02	0,076	2008	1,95	0,121	0,042	0,02	0,007
2009	1,65	0,270	0,038	0,01	0,071	2009	1,94	0,119	0,041	0,02	0,006
2010	1,65	0,264	0,036	0,01	0,065	2010	1,94	0,118	0,039	0,01	0,006
2011	1,65	0,260	0,034	0,01	0,061	2011	1,94	0,117	0,038	0,01	0,005
2012	1,65	0,256	0,032	0,01	0,056	2012	1,94	0,116	0,036	0,01	0,005
2013	1,65	0,253	0,031	0,01	0,052	2013	1,94	0,116	0,035	0,01	0,004
2014	1,65	0,250	0,029	0,01	0,048	2014	1,94	0,116	0,033	0,01	0,004
2015	1,65	0,247	0,027	0,01	0,045	2015	1,94	0,116	0,032	0,01	0,004
2016	1,65	0,245	0,025	0,01	0,041	2016	1,94	0,116	0,030	0,01	0,003
2017	1,65	0,244	0,023	0,00	0,038	2017	1,94	0,117	0,028	0,01	0,003
2018	1,65	0,242	0,022	0,00	0,035	2018	1,93	0,117	0,027	0,01	0,003
2019	1,65	0,241	0,020	0,00	0,032	2019	1,93	0,118	0,025	0,01	0,003
2020	1,65	0,240	0,019	0,00	0,030	2020	1,93	0,118	0,024	0,00	0,002

Planalto da Serra			
Ano	Residencial	Industrial	
	Eletricidade	Eletricidade	Lenha
2007	0,61	0,098	5,211
2008	0,62	0,093	5,070
2009	0,64	0,088	4,910
2010	0,65	0,083	4,780
2011	0,67	0,079	4,667
2012	0,69	0,075	4,565
2013	0,70	0,071	4,473
2014	0,72	0,068	4,392
2015	0,73	0,065	4,318
2016	0,75	0,062	4,251
2017	0,76	0,059	4,190
2018	0,78	0,056	4,136
2019	0,80	0,054	4,087
2020	0,81	0,051	4,043

## APÊNDICE 63

**Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.**

Ano	Residencial			Comercial	Industrial			
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
2007	0,1995	4,79	2,212	0,0008	0,007	0,03	0,052	0,11
2008	0,2089	4,74	2,098	0,0008	0,007	0,02	0,051	0,11
2009	0,2194	4,69	1,990	0,0008	0,007	0,02	0,050	0,11
2010	0,2313	4,64	1,888	0,0008	0,007	0,02	0,049	0,12
2011	0,2446	4,59	1,791	0,0008	0,006	0,02	0,048	0,12
2012	0,2594	4,53	1,699	0,0008	0,006	0,02	0,046	0,12
2013	0,2758	4,48	1,613	0,0008	0,006	0,01	0,045	0,13
2014	0,2940	4,43	1,530	0,0008	0,006	0,01	0,043	0,13
2015	0,3141	4,37	1,452	0,0008	0,006	0,01	0,041	0,13
2016	0,3363	4,32	1,378	0,0008	0,005	0,01	0,039	0,14
2017	0,3607	4,26	1,307	0,0008	0,005	0,01	0,037	0,14
2018	0,3874	4,21	1,240	0,0008	0,005	0,01	0,035	0,14
2019	0,4167	4,15	1,176	0,0008	0,005	0,01	0,033	0,15
2020	0,4487	4,09	1,115	0,0008	0,004	0,01	0,031	0,15

Ano	Residencial			Comercial	Industrial		
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha
2007	0,0970	4,76	0,283	0,0002	0,010	0,04	0,008
2008	0,1009	4,65	0,261	0,0002	0,011	0,04	0,008
2009	0,1050	4,52	0,242	0,0002	0,011	0,04	0,008
2010	0,1098	4,41	0,224	0,0002	0,012	0,03	0,009
2011	0,1152	4,30	0,209	0,0002	0,012	0,03	0,009
2012	0,1214	4,20	0,196	0,0002	0,013	0,03	0,009
2013	0,1283	4,09	0,184	0,0002	0,013	0,03	0,010
2014	0,1360	4,00	0,173	0,0002	0,013	0,03	0,010
2015	0,1445	3,90	0,163	0,0002	0,014	0,03	0,010
2016	0,1540	3,81	0,154	0,0002	0,014	0,03	0,010
2017	0,1644	3,72	0,146	0,0002	0,014	0,03	0,011
2018	0,1760	3,63	0,139	0,0002	0,015	0,03	0,011
2019	0,1887	3,55	0,132	0,0002	0,015	0,03	0,011
2020	0,2026	3,46	0,125	0,0002	0,015	0,02	0,011

Ano	Residencial			Industrial
	Carvão	GLP	Lenha	Lenha
2007	0,7683	1,02	13,604	3,521
2008	0,7202	0,96	12,876	3,496
2009	0,6754	0,91	12,192	3,460
2010	0,6371	0,86	11,610	3,432
2011	0,6034	0,82	11,099	3,405
2012	0,5735	0,79	10,649	3,380
2013	0,5471	0,76	10,251	3,356
2014	0,5236	0,73	9,900	3,334
2015	0,5025	0,70	9,588	3,311
2016	0,4835	0,68	9,309	3,289
2017	0,4664	0,66	9,059	3,267
2018	0,4510	0,64	8,835	3,246
2019	0,4370	0,62	8,634	3,224
2020	0,4242	0,61	8,454	3,204

## APÊNDICE 64

Projeções dos consumos específicos de energia e intensidades energéticas, nos outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: GJ/residência, GJ/empregado e GJ/Mil R\$.

Ano	Residencial	Comercial		Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Eletricidade
2007	0,97	0,18	0,078	0,003
2008	0,97	0,18	0,081	0,003
2009	0,97	0,17	0,085	0,003
2010	0,97	0,17	0,088	0,003
2011	0,97	0,17	0,092	0,003
2012	0,97	0,16	0,095	0,003
2013	0,97	0,16	0,099	0,003
2014	0,97	0,16	0,102	0,003
2015	0,97	0,15	0,105	0,004
2016	0,97	0,15	0,108	0,004
2017	0,97	0,15	0,111	0,004
2018	0,97	0,14	0,114	0,004
2019	0,97	0,14	0,117	0,004
2020	0,97	0,14	0,120	0,004

Ano	Residencial	Comercial		Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Eletricidade
2007	1,14	0,17	0,090	0,02
2008	1,14	0,16	0,094	0,02
2009	1,14	0,16	0,098	0,02
2010	1,14	0,15	0,102	0,02
2011	1,14	0,15	0,106	0,02
2012	1,14	0,15	0,109	0,02
2013	1,14	0,14	0,113	0,02
2014	1,14	0,14	0,117	0,02
2015	1,14	0,14	0,120	0,02
2016	1,14	0,13	0,124	0,02
2017	1,13	0,13	0,127	0,02
2018	1,13	0,13	0,130	0,02
2019	1,13	0,12	0,133	0,03
2020	1,13	0,12	0,136	0,03

Ano	Residencial	Comercial
	Eletricidade	
2007	0,36	0,21
2008	0,36	0,21
2009	0,37	0,21
2010	0,38	0,21
2011	0,39	0,21
2012	0,40	0,21
2013	0,41	0,21
2014	0,42	0,21
2015	0,43	0,21
2016	0,44	0,21
2017	0,45	0,21
2018	0,46	0,21
2019	0,47	0,21
2020	0,48	0,21

## APÊNDICE 65

Projeções das participações de energéticos, no uso final força motriz, nos setores industrial e de transporte da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.

Bacia

Ano	Industrial			Transporte			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene
2007	97,9%	0,1%	2,2%	7,2%	20,9%	69,3%	2,6%
2008	98,1%	0,1%	2,1%	7,0%	20,7%	69,7%	2,5%
2009	98,2%	0,1%	2,1%	6,8%	20,5%	70,2%	2,5%
2010	98,3%	0,1%	2,0%	6,7%	20,3%	70,6%	2,4%
2011	98,4%	0,1%	2,0%	6,5%	20,1%	71,1%	2,3%
2012	98,5%	0,1%	1,9%	6,4%	19,9%	71,5%	2,3%
2013	98,6%	0,1%	1,9%	6,3%	19,6%	71,9%	2,2%
2014	98,6%	0,1%	1,8%	6,1%	19,4%	72,3%	2,1%
2015	98,7%	0,1%	1,8%	6,0%	19,2%	72,7%	2,1%
2016	98,8%	0,1%	1,7%	5,9%	19,0%	73,1%	2,0%
2017	98,9%	0,1%	1,7%	5,8%	18,8%	73,5%	2,0%
2018	99,0%	0,1%	1,6%	5,7%	18,6%	73,8%	1,9%
2019	99,0%	0,1%	1,6%	5,6%	18,4%	74,2%	1,9%
2020	99,1%	0,1%	1,5%	5,4%	18,1%	74,6%	1,8%

Cuiabá

Ano	Industrial			Transporte		
	Eletricidade	GLP	Óleo	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	94,7%	0,2%	5,4%	8,2%	23,5%	68,3%
2008	95,0%	0,2%	5,3%	8,0%	23,3%	68,7%
2009	95,3%	0,2%	5,2%	7,8%	23,0%	69,2%
2010	95,6%	0,2%	5,0%	7,6%	22,8%	69,6%
2011	95,8%	0,2%	4,9%	7,5%	22,5%	70,0%
2012	96,1%	0,2%	4,8%	7,3%	22,3%	70,4%
2013	96,3%	0,2%	4,7%	7,1%	22,0%	70,8%
2014	96,6%	0,2%	4,6%	7,0%	21,8%	71,2%
2015	96,8%	0,2%	4,4%	6,8%	21,6%	71,6%
2016	97,0%	0,3%	4,3%	6,7%	21,3%	72,0%
2017	97,2%	0,3%	4,2%	6,5%	21,1%	72,4%
2018	97,4%	0,3%	4,1%	6,4%	20,8%	72,8%
2019	97,6%	0,3%	3,9%	6,3%	20,6%	73,1%
2020	97,8%	0,3%	3,8%	6,1%	20,3%	73,5%

Planalto da Serra

Ano	Transportes		
	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	10,3%	30,2%	59,5%
2008	10,7%	31,5%	57,8%
2009	11,0%	32,8%	56,2%
2010	11,4%	34,0%	54,6%
2011	11,7%	35,1%	53,1%
2012	12,1%	36,3%	51,7%
2013	12,4%	37,4%	50,3%
2014	12,7%	38,4%	48,9%
2015	13,0%	39,4%	47,6%
2016	13,3%	40,4%	46,3%
2017	13,5%	41,3%	45,1%
2018	13,8%	42,2%	44,0%
2019	14,0%	43,1%	42,8%
2020	14,3%	44,0%	41,8%

## APÊNDICE 66

Projeções das participações de energéticos, no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.

Bacia				
Ano	Industrial			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	66,7%	9,9%	4,1%	19,3%
2008	67,7%	9,9%	3,8%	18,7%
2009	68,8%	9,8%	3,5%	18,0%
2010	69,9%	9,6%	3,2%	17,3%
2011	71,1%	9,4%	2,9%	16,6%
2012	72,3%	9,2%	2,7%	15,9%
2013	73,5%	8,9%	2,4%	15,2%
2014	74,8%	8,6%	2,2%	14,4%
2015	76,0%	8,3%	2,0%	13,7%
2016	77,3%	7,9%	1,8%	13,0%
2017	78,6%	7,6%	1,6%	12,3%
2018	79,8%	7,2%	1,4%	11,6%
2019	81,0%	6,8%	1,3%	10,9%
2020	82,2%	6,4%	1,1%	10,2%

Cuiabá				
Ano	Industrial			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	63,3%	22,4%	10,5%	3,9%
2008	64,2%	22,4%	9,7%	3,7%
2009	65,2%	22,3%	9,0%	3,5%
2010	66,3%	22,1%	8,3%	3,3%
2011	67,5%	21,8%	7,7%	3,1%
2012	68,7%	21,4%	7,0%	2,9%
2013	70,0%	20,9%	6,4%	2,7%
2014	71,3%	20,3%	5,9%	2,5%
2015	72,6%	19,7%	5,3%	2,4%
2016	73,9%	19,0%	4,8%	2,2%
2017	75,3%	18,3%	4,4%	2,0%
2018	76,6%	17,6%	3,9%	1,9%
2019	77,9%	16,8%	3,5%	1,7%
2020	79,2%	16,0%	3,2%	1,6%

Ano	Industrial			
	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	1,9%	0,0%	0,0%	98,1%
2008	1,8%	0,0%	0,0%	98,2%
2009	1,8%	0,0%	0,0%	98,2%
2010	1,7%	0,0%	0,0%	98,3%
2011	1,7%	0,0%	0,0%	98,3%
2012	1,6%	0,0%	0,0%	98,4%
2013	1,6%	0,0%	0,0%	98,4%
2014	1,5%	0,0%	0,0%	98,5%
2015	1,5%	0,0%	0,0%	98,5%
2016	1,4%	0,0%	0,0%	98,6%
2017	1,4%	0,0%	0,0%	98,6%
2018	1,3%	0,0%	0,0%	98,7%
2019	1,3%	0,0%	0,0%	98,7%
2020	1,3%	0,0%	0,0%	98,7%

## APÊNDICE 67

Projeções das participações de energéticos, no uso final calor de processo, nos setores residencial, comercial e industrial da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.

Bacia

Ano	Residencial			Comercial	Industrial			
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
2007	2,8%	66,5%	30,7%	100,0%	3,5%	13,0%	26,8%	56,8%
2008	3,0%	67,3%	29,8%	100,0%	3,5%	12,0%	26,4%	58,1%
2009	3,2%	68,0%	28,8%	100,0%	3,4%	11,1%	26,0%	59,5%
2010	3,4%	68,6%	27,9%	100,0%	3,4%	10,1%	25,4%	61,0%
2011	3,7%	69,3%	27,0%	100,0%	3,3%	9,3%	24,8%	62,6%
2012	4,0%	69,8%	26,2%	100,0%	3,2%	8,5%	24,0%	64,3%
2013	4,3%	70,4%	25,3%	100,0%	3,2%	7,7%	23,2%	66,0%
2014	4,7%	70,8%	24,5%	100,0%	3,1%	6,9%	22,3%	67,7%
2015	5,1%	71,2%	23,6%	100,0%	2,9%	6,3%	21,3%	69,5%
2016	5,6%	71,6%	22,8%	100,0%	2,8%	5,6%	20,3%	71,3%
2017	6,1%	71,9%	22,0%	100,0%	2,7%	5,0%	19,3%	73,0%
2018	6,6%	72,1%	21,3%	100,0%	2,5%	4,5%	18,2%	74,8%
2019	7,3%	72,3%	20,5%	100,0%	2,4%	4,0%	17,1%	76,5%
2020	7,9%	72,3%	19,7%	100,0%	2,3%	3,5%	16,1%	78,2%

Cuiabá

Ano	Residencial			Comercial	Industrial		
	Carvão	GLP	Lenha	GLP	GLP	Óleo	Lenha
2007	1,9%	92,6%	5,5%	100,0%	18,4%	67,5%	14,1%
2008	2,0%	92,8%	5,2%	100,0%	19,4%	65,8%	14,8%
2009	2,2%	92,9%	5,0%	100,0%	20,5%	64,1%	15,4%
2010	2,3%	93,0%	4,7%	100,0%	21,5%	62,4%	16,1%
2011	2,5%	93,0%	4,5%	100,0%	22,5%	60,8%	16,8%
2012	2,7%	93,0%	4,3%	100,0%	23,4%	59,2%	17,4%
2013	2,9%	92,9%	4,2%	100,0%	24,4%	57,6%	18,0%
2014	3,2%	92,8%	4,0%	100,0%	25,3%	56,1%	18,6%
2015	3,4%	92,7%	3,9%	100,0%	26,1%	54,7%	19,2%
2016	3,7%	92,5%	3,7%	100,0%	27,0%	53,3%	19,7%
2017	4,1%	92,3%	3,6%	100,0%	27,8%	51,9%	20,3%
2018	4,5%	92,0%	3,5%	100,0%	28,6%	50,6%	20,8%
2019	4,9%	91,7%	3,4%	100,0%	29,4%	49,3%	21,3%
2020	5,3%	91,3%	3,3%	100,0%	30,1%	48,1%	21,7%

Planalto da Serra

Ano	Residencial			Industrial
	Carvão	GLP	Lenha	Lenha
2007	5,0%	6,6%	88,4%	100,0%
2008	4,9%	6,6%	88,4%	100,0%
2009	4,9%	6,6%	88,5%	100,0%
2010	4,9%	6,6%	88,6%	100,0%
2011	4,8%	6,6%	88,6%	100,0%
2012	4,8%	6,6%	88,7%	100,0%
2013	4,7%	6,5%	88,7%	100,0%
2014	4,7%	6,5%	88,8%	100,0%
2015	4,7%	6,5%	88,8%	100,0%
2016	4,6%	6,5%	88,9%	100,0%
2017	4,6%	6,5%	89,0%	100,0%
2018	4,5%	6,5%	89,0%	100,0%
2019	4,5%	6,4%	89,1%	100,0%
2020	4,5%	6,4%	89,1%	100,0%

## APÊNDICE 68

**Projeções das participações de energéticos, nos outros usos finais, nos setores residencial, comercial e agropecuário da bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.**

Ano	Residencial	Comercial		Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Eletricidade
2007	100,0%	69,8%	30,2%	100,0%
2008	100,0%	68,4%	31,6%	100,0%
2009	100,0%	67,0%	33,0%	100,0%
2010	100,0%	65,6%	34,4%	100,0%
2011	100,0%	64,3%	35,7%	100,0%
2012	100,0%	62,9%	37,1%	100,0%
2013	100,0%	61,6%	38,4%	100,0%
2014	100,0%	60,4%	39,6%	100,0%
2015	100,0%	59,1%	40,9%	100,0%
2016	100,0%	57,9%	42,1%	100,0%
2017	100,0%	56,7%	43,3%	100,0%
2018	100,0%	55,6%	44,4%	100,0%
2019	100,0%	54,4%	45,6%	100,0%
2020	100,0%	53,3%	46,7%	100,0%

Ano	Residencial	Comercial		Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Óleo	Eletricidade
2007	100,0%	65,0%	35,0%	100,0%
2008	100,0%	63,4%	36,6%	100,0%
2009	100,0%	61,8%	38,2%	100,0%
2010	100,0%	60,2%	39,8%	100,0%
2011	100,0%	58,7%	41,3%	100,0%
2012	100,0%	57,3%	42,7%	100,0%
2013	100,0%	55,8%	44,2%	100,0%
2014	100,0%	54,4%	45,6%	100,0%
2015	100,0%	53,1%	46,9%	100,0%
2016	100,0%	51,8%	48,2%	100,0%
2017	100,0%	50,5%	49,5%	100,0%
2018	100,0%	49,3%	50,7%	100,0%
2019	100,0%	48,1%	51,9%	100,0%
2020	100,0%	46,9%	53,1%	100,0%

Ano	Residencial	Comercial	Agropecuário
	Eletricidade	Eletricidade	Eletricidade
2007	100,0%	100,0%	100,0%
2008	100,0%	100,0%	100,0%
2009	100,0%	100,0%	100,0%
2010	100,0%	100,0%	100,0%
2011	100,0%	100,0%	100,0%
2012	100,0%	100,0%	100,0%
2013	100,0%	100,0%	100,0%
2014	100,0%	100,0%	100,0%
2015	100,0%	100,0%	100,0%
2016	100,0%	100,0%	100,0%
2017	100,0%	100,0%	100,0%
2018	100,0%	100,0%	100,0%
2019	100,0%	100,0%	100,0%
2020	100,0%	100,0%	100,0%

## APÊNDICE 69

Projeções das participações no uso da água dos cultivos temporários (T) e permanentes (P) na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.

### Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
2007	1,27%	0,31%	13,83%	5,15%	19,60%	56,25%	3,58%
2008	1,20%	0,29%	13,05%	4,80%	19,56%	57,68%	3,42%
2009	1,13%	0,28%	12,29%	4,48%	19,53%	59,02%	3,27%
2010	1,06%	0,26%	11,57%	4,19%	19,51%	60,28%	3,13%
2011	1,00%	0,25%	10,87%	3,94%	19,50%	61,45%	3,00%
2012	0,94%	0,23%	10,20%	3,71%	19,50%	62,56%	2,87%
2013	0,88%	0,22%	9,55%	3,50%	19,51%	63,59%	2,75%
2014	0,82%	0,20%	8,94%	3,32%	19,53%	64,55%	2,64%
2015	0,77%	0,19%	8,34%	3,15%	19,56%	65,46%	2,54%
2016	0,71%	0,18%	7,77%	3,00%	19,61%	66,30%	2,44%
2017	0,66%	0,16%	7,22%	2,86%	19,66%	67,09%	2,34%
2018	0,61%	0,15%	6,70%	2,73%	19,73%	67,83%	2,25%
2019	0,57%	0,14%	6,19%	2,62%	19,81%	68,51%	2,17%
2020	0,52%	0,13%	5,70%	2,51%	19,89%	69,15%	2,09%

### Cuiabá

Ano	Participação de cultivos permanentes (P) e temporários (T) na área plantada (%)						
	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
2007	3,34%	12,61%	4,78%	33,31%	20,09%	0,00%	25,87%
2008	3,18%	12,57%	4,50%	34,51%	18,51%	0,00%	26,73%
2009	3,01%	12,49%	4,22%	35,76%	17,08%	0,00%	27,44%
2010	2,85%	12,39%	3,93%	37,04%	15,77%	0,00%	28,01%
2011	2,69%	12,25%	3,66%	38,38%	14,58%	0,00%	28,44%
2012	2,54%	12,09%	3,38%	39,76%	13,49%	0,00%	28,73%
2013	2,39%	11,91%	3,11%	41,20%	12,50%	0,00%	28,89%
2014	2,24%	11,70%	2,86%	42,69%	11,59%	0,00%	28,92%
2015	2,10%	11,47%	2,61%	44,24%	10,75%	0,00%	28,83%
2016	1,97%	11,23%	2,37%	45,83%	9,98%	0,00%	28,62%
2017	1,84%	10,97%	2,14%	47,48%	9,27%	0,00%	28,30%
2018	1,72%	10,69%	1,93%	49,17%	8,61%	0,00%	27,88%
2019	1,60%	10,40%	1,72%	50,91%	7,99%	0,00%	27,37%
2020	1,49%	10,10%	1,53%	52,68%	7,42%	0,00%	26,77%

## Planalto da Serra

Ano	Participação de cultivos permanentes (P) e temporários (T) na área plantada (%)						
	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)
2007	0,49%	0,04%	59,00%	0,61%	3,10%	36,20%	0,56%
2008	0,51%	0,04%	57,31%	0,58%	3,04%	37,98%	0,54%
2009	0,53%	0,04%	55,66%	0,55%	2,98%	39,71%	0,52%
2010	0,56%	0,04%	54,06%	0,53%	2,92%	41,39%	0,50%
2011	0,59%	0,04%	52,50%	0,50%	2,86%	43,03%	0,48%
2012	0,61%	0,04%	50,99%	0,48%	2,80%	44,61%	0,47%
2013	0,64%	0,04%	49,53%	0,46%	2,74%	46,13%	0,45%
2014	0,68%	0,04%	48,11%	0,44%	2,69%	47,60%	0,44%
2015	0,71%	0,04%	46,75%	0,43%	2,63%	49,02%	0,42%
2016	0,75%	0,04%	45,43%	0,41%	2,57%	50,39%	0,41%
2017	0,79%	0,04%	44,15%	0,39%	2,51%	51,71%	0,40%
2018	0,84%	0,04%	42,93%	0,38%	2,46%	52,97%	0,38%
2019	0,89%	0,04%	41,75%	0,37%	2,40%	54,18%	0,37%
2020	0,94%	0,04%	40,61%	0,36%	2,35%	55,34%	0,36%

## APÊNDICE 70

Projeções das participações no uso da água de cada espécie de rebanho manejado na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra. Unidade: %.

Bacia

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
2007	64,6%	2,3%	2,1%	0,4%	29,2%	1,4%
2008	65,2%	2,3%	2,3%	0,4%	28,4%	1,4%
2009	65,8%	2,3%	2,4%	0,5%	27,7%	1,4%
2010	66,4%	2,3%	2,5%	0,5%	26,9%	1,3%
2011	66,9%	2,4%	2,6%	0,5%	26,2%	1,3%
2012	67,5%	2,4%	2,8%	0,5%	25,6%	1,3%
2013	68,0%	2,4%	2,9%	0,6%	24,9%	1,3%
2014	68,5%	2,4%	3,0%	0,6%	24,3%	1,3%
2015	69,0%	2,4%	3,1%	0,6%	23,7%	1,2%
2016	69,4%	2,4%	3,2%	0,6%	23,1%	1,2%
2017	69,9%	2,4%	3,3%	0,7%	22,5%	1,2%
2018	70,3%	2,4%	3,4%	0,7%	21,9%	1,2%
2019	70,7%	2,5%	3,5%	0,8%	21,4%	1,1%
2020	71,1%	2,5%	3,6%	0,8%	20,8%	1,1%

Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
2007	52,5%	3,2%	9,8%	0,4%	32,5%	1,7%
2008	52,1%	3,2%	10,6%	0,4%	32,1%	1,7%
2009	51,7%	3,1%	11,4%	0,4%	31,8%	1,6%
2010	51,3%	3,0%	12,2%	0,4%	31,4%	1,6%
2011	50,9%	2,9%	13,0%	0,4%	31,1%	1,6%
2012	50,5%	2,9%	13,8%	0,4%	30,7%	1,6%
2013	50,1%	2,8%	14,7%	0,4%	30,4%	1,6%
2014	49,7%	2,8%	15,5%	0,4%	30,0%	1,6%
2015	49,3%	2,7%	16,3%	0,4%	29,7%	1,6%
2016	48,9%	2,6%	17,1%	0,4%	29,4%	1,6%
2017	48,5%	2,6%	17,8%	0,4%	29,1%	1,6%
2018	48,1%	2,5%	18,6%	0,4%	28,7%	1,6%
2019	47,7%	2,5%	19,4%	0,4%	28,4%	1,6%
2020	47,3%	2,4%	20,2%	0,4%	28,1%	1,6%

Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros
2007	78,3%	1,6%	1,2%	0,3%	16,4%	2,0%
2008	78,7%	1,6%	1,3%	0,3%	16,1%	2,0%
2009	79,1%	1,5%	1,3%	0,3%	15,8%	2,0%
2010	79,4%	1,5%	1,4%	0,3%	15,4%	2,0%
2011	79,7%	1,4%	1,4%	0,3%	15,1%	2,0%
2012	80,0%	1,4%	1,5%	0,3%	14,8%	2,0%
2013	80,3%	1,4%	1,6%	0,3%	14,5%	2,0%
2014	80,6%	1,3%	1,6%	0,3%	14,2%	2,0%
2015	80,9%	1,3%	1,7%	0,3%	13,9%	1,9%
2016	81,1%	1,3%	1,8%	0,3%	13,6%	1,9%
2017	81,3%	1,2%	1,9%	0,2%	13,4%	1,9%
2018	81,6%	1,2%	2,0%	0,2%	13,1%	1,9%
2019	81,7%	1,2%	2,1%	0,2%	12,8%	1,9%
2020	81,9%	1,2%	2,2%	0,2%	12,6%	1,9%

## APÊNDICE 71

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: m³.

Bacia

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	8.153.766	6.381.208	8.508.277	6.735.720	5.672.185
2008	8.243.340	6.451.309	8.601.746	6.809.715	5.734.497
2009	8.114.028	6.350.109	8.466.812	6.702.893	5.644.541
2010	8.107.926	6.345.333	8.460.444	6.697.852	5.640.296
2011	8.132.075	6.364.233	8.485.644	6.717.801	5.657.096
2012	8.169.356	6.393.409	8.524.546	6.748.599	5.683.030
2013	8.218.118	6.431.571	8.575.427	6.788.880	5.716.952
2014	8.288.772	6.486.865	8.649.154	6.847.247	5.766.103
2015	8.358.717	6.541.604	8.722.139	6.905.027	5.814.760
2016	8.427.913	6.595.758	8.794.344	6.962.189	5.862.896
2017	8.496.346	6.649.314	8.865.752	7.018.720	5.910.501
2018	8.564.021	6.702.277	8.936.370	7.074.626	5.957.580
2019	8.630.970	6.754.672	9.006.229	7.129.931	6.004.153
2020	8.697.218	6.806.519	9.075.358	7.184.659	6.050.239

Cuiabá

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	5.427.430	4.247.554	5.663.405	4.483.529	3.775.603
2008	5.450.459	4.265.576	5.687.435	4.502.553	3.791.623
2009	5.334.050	4.174.474	5.565.966	4.406.389	3.710.644
2010	5.293.526	4.142.759	5.523.679	4.372.912	3.682.453
2011	5.270.103	4.124.428	5.499.238	4.353.563	3.666.158
2012	5.252.871	4.110.943	5.481.257	4.339.329	3.654.171
2013	5.240.640	4.101.370	5.468.494	4.329.224	3.645.663
2014	5.239.655	4.100.600	5.467.466	4.328.411	3.644.977
2015	5.235.772	4.097.561	5.463.414	4.325.203	3.642.276
2016	5.228.865	4.092.155	5.456.206	4.319.497	3.637.471
2017	5.218.814	4.084.289	5.445.719	4.311.194	3.630.479
2018	5.205.508	4.073.876	5.431.834	4.300.202	3.621.223
2019	5.188.844	4.060.835	5.414.446	4.286.437	3.609.631
2020	5.168.716	4.045.082	5.393.443	4.269.809	3.595.628

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	23.737	18.577	24.769	19.609	16.512
2008	23.699	18.547	24.729	19.577	16.486
2009	23.653	18.511	24.681	19.539	16.454
2010	23.597	18.467	24.623	19.493	16.415
2011	23.532	18.416	24.555	19.439	16.370
2012	23.457	18.358	24.477	19.378	16.318
2013	23.374	18.293	24.390	19.309	16.260
2014	23.282	18.221	24.295	19.233	16.196
2015	23.181	18.141	24.188	19.149	16.126
2016	23.069	18.054	24.072	19.057	16.048
2017	22.946	17.958	23.944	18.956	15.963
2018	22.813	17.853	23.804	18.845	15.870
2019	22.667	17.740	23.653	18.725	15.768
2020	22.509	17.616	23.488	18.595	15.659

## APÊNDICE 72

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	8.187.471	6.407.586	8.543.448	6.763.563	5.695.632
2008	8.309.949	6.503.439	8.671.252	6.864.741	5.780.834
2009	8.214.789	6.428.965	8.571.954	6.786.130	5.714.636
2010	8.240.797	6.449.320	8.599.093	6.807.615	5.732.728
2011	8.296.031	6.492.546	8.656.728	6.853.243	5.771.152
2012	8.363.608	6.545.432	8.727.243	6.909.067	5.818.162
2013	8.441.946	6.606.740	8.808.987	6.973.781	5.872.658
2014	8.541.404	6.684.577	8.912.769	7.055.942	5.941.846
2015	8.639.632	6.761.451	9.015.268	7.137.087	6.010.179
2016	8.736.621	6.837.356	9.116.474	7.217.209	6.077.650
2017	8.832.384	6.912.300	9.216.400	7.296.317	6.144.267
2018	8.926.949	6.986.308	9.315.078	7.374.437	6.210.052
2019	9.020.373	7.059.423	9.412.564	7.451.613	6.275.042
2020	9.112.705	7.131.682	9.508.910	7.527.887	6.339.273

Cuiabá

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	5.447.902	4.263.575	5.684.767	4.500.441	3.789.845
2008	5.490.750	4.297.109	5.729.478	4.535.837	3.819.652
2009	5.394.652	4.221.902	5.629.203	4.456.452	3.752.802
2010	5.372.998	4.204.955	5.606.607	4.438.564	3.737.738
2011	5.367.594	4.200.725	5.600.967	4.434.099	3.733.978
2012	5.367.654	4.200.773	5.601.031	4.434.149	3.734.021
2013	5.372.020	4.204.189	5.605.586	4.437.755	3.737.057
2014	5.386.905	4.215.839	5.621.119	4.450.052	3.747.412
2015	5.398.285	4.224.745	5.632.993	4.459.453	3.755.328
2016	5.406.033	4.230.808	5.641.078	4.465.853	3.760.718
2017	5.410.029	4.233.936	5.645.248	4.469.155	3.763.499
2018	5.410.161	4.234.039	5.645.385	4.469.263	3.763.590
2019	5.406.320	4.231.033	5.641.377	4.466.090	3.760.918
2020	5.398.395	4.224.831	5.633.108	4.459.543	3.755.405

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	23.733	18.573	24.764	19.605	16.510
2008	23.692	18.541	24.722	19.571	16.481
2009	23.642	18.502	24.670	19.530	16.447
2010	23.583	18.456	24.608	19.482	16.406
2011	23.515	18.403	24.538	19.426	16.359
2012	23.439	18.344	24.458	19.363	16.306
2013	23.354	18.277	24.370	19.293	16.247
2014	23.262	18.205	24.273	19.216	16.182
2015	23.159	18.125	24.166	19.131	16.111
2016	23.047	18.037	24.049	19.039	16.033
2017	22.924	17.940	23.920	18.937	15.947
2018	22.790	17.835	23.781	18.826	15.854
2019	22.644	17.721	23.629	18.706	15.752
2020	22.486	17.598	23.464	18.576	15.643

## APÊNDICE 73

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano/uso final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	8.220.859	6.433.716	8.578.288	6.791.145	5.718.859
2008	8.375.930	6.555.076	8.740.101	6.919.246	5.826.734
2009	8.314.575	6.507.059	8.676.079	6.868.562	5.784.052
2010	8.372.382	6.552.299	8.736.399	6.916.316	5.824.266
2011	8.458.400	6.619.618	8.826.157	6.987.374	5.884.105
2012	8.555.981	6.695.985	8.927.980	7.067.984	5.951.987
2013	8.663.612	6.780.218	9.040.291	7.156.897	6.026.861
2014	8.791.599	6.880.382	9.173.842	7.262.625	6.115.895
2015	8.917.841	6.979.180	9.305.574	7.366.912	6.203.716
2016	9.042.360	7.076.630	9.435.506	7.469.776	6.290.337
2017	9.165.192	7.172.759	9.563.679	7.571.246	6.375.786
2018	9.286.392	7.267.611	9.690.148	7.671.368	6.460.099
2019	9.406.040	7.361.248	9.814.998	7.770.207	6.543.332
2020	9.524.206	7.453.726	9.938.302	7.867.822	6.625.535

### Cuiabá

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	5.468.181	4.279.446	5.705.928	4.517.193	3.803.952
2008	5.530.662	4.328.344	5.771.126	4.568.808	3.847.417
2009	5.454.672	4.268.873	5.691.831	4.506.033	3.794.554
2010	5.451.706	4.266.552	5.688.736	4.503.583	3.792.491
2011	5.464.148	4.276.290	5.701.720	4.513.861	3.801.146
2012	5.481.337	4.289.742	5.719.657	4.528.061	3.813.104
2013	5.502.143	4.306.025	5.741.367	4.545.249	3.827.578
2014	5.532.751	4.329.979	5.773.306	4.570.534	3.848.871
2015	5.559.251	4.350.718	5.800.958	4.592.425	3.867.305
2016	5.581.518	4.368.144	5.824.193	4.610.819	3.882.795
2017	5.599.431	4.382.164	5.842.885	4.625.617	3.895.257
2018	5.612.874	4.392.684	5.856.913	4.636.722	3.904.608
2019	5.621.737	4.399.620	5.866.161	4.644.044	3.910.774
2020	5.625.902	4.402.880	5.870.506	4.647.484	3.913.671

### Planalto da Serra

Ano/Usos final	Banho	Cozinha	Lavanderia	Banheiro	Outros
2007	23.729	18.570	24.760	19.602	16.507
2008	23.684	18.536	24.714	19.565	16.476
2009	23.631	18.494	24.659	19.522	16.439
2010	23.570	18.446	24.595	19.471	16.396
2011	23.500	18.392	24.522	19.413	16.348
2012	23.423	18.331	24.441	19.349	16.294
2013	23.336	18.263	24.351	19.278	16.234
2014	23.243	18.190	24.253	19.201	16.169
2015	23.140	18.109	24.146	19.115	16.097
2016	23.027	18.021	24.028	19.022	16.019
2017	22.904	17.924	23.899	18.920	15.933
2018	22.769	17.819	23.759	18.809	15.840
2019	22.624	17.705	23.607	18.689	15.738
2020	22.466	17.582	23.443	18.559	15.628

## APÊNDICE 74

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia.  
Unidade: m<sup>3</sup>.

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	1.062.491	1.151.032	2.213.523
2008	1.091.504	1.182.463	2.273.967
2009	1.005.074	1.088.831	2.093.905
2010	985.544	1.067.673	2.053.218
2011	982.142	1.063.987	2.046.129
2012	985.502	1.067.627	2.053.129
2013	994.446	1.077.317	2.071.763
2014	1.013.560	1.098.024	2.111.584
2015	1.031.894	1.117.885	2.149.779
2016	1.049.514	1.136.974	2.186.488
2017	1.066.493	1.155.367	2.221.861
2018	1.082.905	1.173.147	2.256.052
2019	1.098.828	1.190.396	2.289.224
2020	1.114.332	1.207.193	2.321.524

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	992.691	1.075.416	2.068.107
2008	1.020.176	1.105.190	2.125.366
2009	938.947	1.017.193	1.956.140
2010	920.591	997.307	1.917.898
2011	917.350	993.795	1.911.145
2012	920.413	997.114	1.917.527
2013	928.674	1.006.064	1.934.738
2014	946.446	1.025.316	1.971.762
2015	963.421	1.043.706	2.007.127
2016	979.664	1.061.303	2.040.967
2017	995.244	1.078.181	2.073.424
2018	1.010.231	1.094.417	2.104.647
2019	1.024.700	1.110.092	2.134.792
2020	1.038.720	1.125.280	2.163.999

Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	163	176	339
2008	162	175	337
2009	152	165	317
2010	148	160	309
2011	145	158	303
2012	144	156	299
2013	142	154	297
2014	142	154	296
2015	142	154	296
2016	142	154	295
2017	142	154	295
2018	142	154	295
2019	142	154	296
2020	142	154	296

## APÊNDICE 75

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia			
Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	1.080.936	1.171.014	2.251.951
2008	1.127.089	1.221.013	2.348.102
2009	1.057.658	1.145.797	2.203.455
2010	1.053.331	1.141.108	2.194.439
2011	1.063.968	1.152.632	2.216.601
2012	1.080.407	1.170.441	2.250.847
2013	1.101.574	1.193.371	2.294.945
2014	1.132.092	1.226.433	2.358.525
2015	1.161.189	1.257.954	2.419.143
2016	1.188.993	1.288.076	2.477.068
2017	1.215.632	1.316.934	2.532.566
2018	1.241.230	1.344.666	2.585.897
2019	1.265.914	1.371.406	2.637.320
2020	1.289.794	1.397.277	2.687.071

Cuiabá			
Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	1.010.273	1.094.462	2.104.735
2008	1.054.065	1.141.904	2.195.969
2009	989.047	1.071.468	2.060.515
2010	985.151	1.067.246	2.052.397
2011	995.234	1.078.170	2.073.404
2012	1.010.683	1.094.907	2.105.590
2013	1.030.492	1.116.367	2.146.859
2014	1.059.006	1.147.256	2.206.262
2015	1.086.096	1.176.604	2.262.700
2016	1.111.888	1.204.545	2.316.433
2017	1.136.502	1.231.211	2.367.713
2018	1.160.060	1.256.731	2.416.791
2019	1.182.680	1.281.237	2.463.917
2020	1.204.472	1.304.844	2.509.316

Planalto da Serra			
Ano/Usos final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	164	178	342
2008	165	179	343
2009	157	170	326
2010	154	166	320
2011	152	165	317
2012	151	164	315
2013	151	163	314
2014	151	164	315
2015	152	165	317
2016	153	165	318
2017	153	166	319
2018	154	167	321
2019	155	168	323
2020	156	169	325

## APÊNDICE 76

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia				Cuiabá			
Ano/Uso final	Cozinha	Banheiro	Outros	Ano/Uso final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	1.099.208	1.190.809	2.290.017	2007	1.027.689	1.113.330	2.141.019
2008	1.162.337	1.259.198	2.421.535	2008	1.087.635	1.178.271	2.265.906
2009	1.109.734	1.202.212	2.311.946	2009	1.038.664	1.125.220	2.163.884
2010	1.120.461	1.213.832	2.334.293	2010	1.049.088	1.136.512	2.185.599
2011	1.145.003	1.240.419	2.385.422	2011	1.072.369	1.161.733	2.234.101
2012	1.174.394	1.272.260	2.446.654	2012	1.100.086	1.191.760	2.291.846
2013	1.207.666	1.308.305	2.515.971	2013	1.131.334	1.225.611	2.356.945
2014	1.249.481	1.353.604	2.603.085	2014	1.170.488	1.268.029	2.438.517
2015	1.289.239	1.396.675	2.685.914	2015	1.207.599	1.308.232	2.515.831
2016	1.327.130	1.437.724	2.764.854	2016	1.242.849	1.346.420	2.589.269
2017	1.363.337	1.476.948	2.840.285	2017	1.276.414	1.382.781	2.659.195
2018	1.398.035	1.514.538	2.912.574	2018	1.308.461	1.417.500	2.725.961
2019	1.431.396	1.550.679	2.982.075	2019	1.339.156	1.450.752	2.789.908
2020	1.463.574	1.585.538	3.049.112	2020	1.368.646	1.482.700	2.851.346

Planalto da Serra			
Ano/Uso final	Cozinha	Banheiro	Outros
2007	166	180	345
2008	168	182	349
2009	161	174	335
2010	159	172	331
2011	159	172	330
2012	159	172	331
2013	159	172	332
2014	161	174	335
2015	162	176	338
2016	163	177	340
2017	165	179	343
2018	166	180	346
2019	168	182	349
2020	169	183	353

## APÊNDICE 77

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	1.804.819	3.093.976	257.831
2008	1.923.191	3.296.898	274.742
2009	1.887.367	3.235.486	269.624
2010	1.937.309	3.321.100	276.758
2011	2.009.560	3.444.960	287.080
2012	2.092.512	3.587.163	298.930
2013	2.185.600	3.746.742	312.229
2014	2.297.834	3.939.145	328.262
2015	2.411.808	4.134.528	344.544
2016	2.527.514	4.332.881	361.073
2017	2.644.945	4.534.192	377.849
2018	2.764.098	4.738.453	394.871
2019	2.884.968	4.945.659	412.138
2020	3.007.552	5.155.803	429.650

Cuiabá			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	555.024	951.470	79.289
2008	594.362	1.018.907	84.909
2009	584.653	1.002.262	83.522
2010	602.311	1.032.533	86.044
2011	627.187	1.075.177	89.598
2012	655.593	1.123.874	93.656
2013	687.368	1.178.345	98.195
2014	725.443	1.243.616	103.635
2015	764.209	1.310.072	109.173
2016	803.659	1.377.702	114.808
2017	843.788	1.446.494	120.541
2018	884.588	1.516.437	126.370
2019	926.053	1.587.519	132.293
2020	968.176	1.659.730	138.311

Planalto da Serra			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	94	161	13
2008	95	163	14
2009	90	154	13
2010	88	152	13
2011	88	151	13
2012	88	150	13
2013	88	151	13
2014	89	152	13
2015	90	154	13
2016	90	155	13
2017	91	156	13
2018	92	158	13
2019	93	159	13
2020	93	160	13

## APÊNDICE 78

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia				Cuiabá			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros	Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	1.827.795	3.133.363	261.114	2007	562.237	963.834	80.320
2008	1.969.803	3.376.806	281.400	2008	609.039	1.044.068	87.006
2009	1.959.707	3.359.498	279.958	2009	607.495	1.041.420	86.785
2010	2.035.062	3.488.678	290.723	2010	633.267	1.085.601	90.467
2011	2.133.049	3.656.655	304.721	2011	666.407	1.142.411	95.201
2012	2.242.168	3.843.717	320.310	2012	703.261	1.205.591	100.466
2013	2.361.860	4.048.902	337.409	2013	743.670	1.274.862	106.239
2014	2.501.040	4.287.497	357.291	2014	790.536	1.355.204	112.934
2015	2.642.472	4.529.952	377.496	2015	838.302	1.437.090	119.757
2016	2.786.145	4.776.248	398.021	2016	886.961	1.520.504	126.709
2017	2.932.051	5.026.372	418.864	2017	936.502	1.605.432	133.786
2018	3.080.182	5.280.312	440.026	2018	986.918	1.691.860	140.988
2019	3.230.533	5.538.057	461.505	2019	1.038.200	1.779.772	148.314
2020	3.383.099	5.799.599	483.300	2020	1.090.339	1.869.153	155.763

Planalto da Serra			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	95	163	14
2008	97	167	14
2009	93	159	13
2010	92	158	13
2011	93	159	13
2012	93	160	13
2013	94	162	13
2014	96	164	14
2015	97	167	14
2016	99	169	14
2017	100	172	14
2018	101	174	14
2019	103	176	15
2020	104	179	15

## APÊNDICE 79

Projeções das demandas de água, por usos finais, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia				Cuiabá			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros	Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	1.850.552	3.172.376	264.365	2007	569.380	976.079	81.340
2008	2.015.971	3.455.950	287.996	2008	623.573	1.068.983	89.082
2009	2.031.335	3.482.289	290.191	2009	630.105	1.080.181	90.015
2010	2.131.848	3.654.597	304.550	2010	663.906	1.138.124	94.844
2011	2.255.314	3.866.253	322.188	2011	705.223	1.208.954	100.746
2012	2.390.344	4.097.732	341.478	2012	750.440	1.286.469	107.206
2013	2.536.377	4.348.076	362.340	2013	799.395	1.370.392	114.199
2014	2.702.245	4.632.419	386.035	2014	854.968	1.465.659	122.138
2015	2.870.871	4.921.494	410.124	2015	911.648	1.562.826	130.235
2016	3.042.245	5.215.276	434.606	2016	969.427	1.661.874	138.490
2017	3.216.354	5.513.749	459.479	2017	1.028.292	1.762.786	146.899
2018	3.393.189	5.816.896	484.741	2018	1.088.234	1.865.544	155.462
2019	3.572.743	6.124.702	510.392	2019	1.149.241	1.970.128	164.177
2020	3.755.007	6.437.156	536.430	2020	1.211.304	2.076.521	173.043

Planalto da Serra			
Ano/Usos final	Processos	Resfriamento	Outros
2007	96	164	14
2008	99	170	14
2009	96	164	14
2010	96	165	14
2011	97	167	14
2012	99	169	14
2013	100	172	14
2014	103	176	15
2015	105	180	15
2016	107	183	15
2017	109	187	16
2018	111	190	16
2019	113	194	16
2020	115	197	16

## APÊNDICE 80

Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	35.027.244	3.459.295	117.930.283	104.586.778	206.953.397	525.280.370	78.639.725	1.071.877.092
2008	35.089.352	3.478.833	118.139.387	103.421.261	219.329.129	572.067.334	81.794.928	1.133.320.224
2009	32.892.774	3.273.724	110.743.916	96.089.787	217.872.628	582.425.297	79.792.022	1.123.090.148
2010	31.821.813	3.179.480	107.138.186	92.521.822	223.756.876	611.563.742	80.524.060	1.150.505.979
2011	30.930.968	3.102.565	104.138.876	89.882.682	231.317.492	644.938.690	81.849.362	1.186.160.636
2012	30.052.693	3.026.311	101.181.885	87.653.727	239.512.234	679.776.067	83.378.905	1.224.581.821
2013	29.169.040	2.948.910	98.206.787	85.758.480	248.267.519	715.861.571	85.081.059	1.265.293.366
2014	28.344.478	2.876.892	95.430.640	84.368.570	258.231.874	755.066.968	87.170.316	1.311.489.738
2015	27.419.282	2.794.045	92.315.675	82.993.989	268.044.247	793.398.446	89.180.623	1.356.146.307
2016	26.407.781	2.701.706	88.910.138	81.651.107	277.743.006	830.849.791	91.131.751	1.399.395.279
2017	25.322.562	2.601.052	85.256.406	80.350.841	287.363.231	867.418.921	93.041.201	1.441.354.215
2018	24.174.691	2.493.125	81.391.734	79.099.960	296.937.043	903.106.841	94.924.505	1.482.127.898
2019	22.973.904	2.378.845	77.348.905	77.902.106	306.493.918	937.916.827	96.795.488	1.521.809.994
2020	21.728.782	2.259.027	73.156.811	76.758.604	316.060.981	971.853.807	98.666.509	1.560.484.522

### Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Outros (T)	Total
2007	639.946	664.219	270.288	4.312.299	1.582.998	5.879.883	13.349.634
2008	599.827	664.043	255.321	4.364.545	1.502.661	6.490.040	13.876.437
2009	546.257	647.405	233.533	4.311.974	1.388.860	6.939.408	14.067.436
2010	501.526	638.677	215.327	4.330.877	1.308.267	7.528.370	14.523.045
2011	459.468	631.111	197.923	4.373.091	1.239.640	8.182.868	15.084.101
2012	419.210	623.429	180.960	4.429.831	1.178.316	8.890.880	15.722.626
2013	380.784	615.438	164.507	4.500.217	1.122.857	9.654.346	16.438.149
2014	344.556	607.565	148.797	4.588.427	1.073.287	10.487.448	17.250.080
2015	309.931	598.452	133.578	4.684.279	1.026.339	11.368.575	18.121.154
2016	277.099	588.058	118.987	4.787.681	981.676	12.298.276	19.051.777
2017	246.198	576.313	105.134	4.898.261	938.958	13.276.005	20.040.869
2018	217.322	563.122	92.099	5.015.414	897.871	14.300.053	21.085.881
2019	190.526	548.379	79.945	5.138.332	858.129	15.367.524	22.182.836
2020	165.836	531.971	68.713	5.266.038	819.493	16.474.360	23.326.411

## Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	1.352.164	54.384	48.097.588	1.147.257	3.520.052	35.810.484	847.477	90.829.406
2008	1.407.470	55.815	47.437.471	1.076.207	3.599.570	38.638.549	839.261	93.054.342
2009	1.405.850	55.101	44.776.679	971.682	3.521.566	39.883.303	795.371	91.409.552
2010	1.432.899	55.640	43.161.849	901.297	3.536.148	41.911.245	774.087	91.773.164
2011	1.465.074	56.506	41.737.412	843.625	3.573.345	44.090.132	758.671	92.524.763
2012	1.497.674	57.520	40.348.746	794.080	3.619.540	46.294.075	745.957	93.357.592
2013	1.529.839	58.659	38.977.078	751.279	3.672.702	48.510.160	735.435	94.235.151
2014	1.563.368	60.009	37.677.894	715.454	3.738.176	50.812.101	728.145	95.295.147
2015	1.592.366	61.344	36.305.266	683.114	3.801.249	53.035.443	721.022	96.199.804
2016	1.616.296	62.654	34.869.243	653.903	3.861.917	55.183.006	714.086	96.961.106
2017	1.634.555	63.922	33.377.931	627.476	3.920.048	57.257.899	707.327	97.589.158
2018	1.646.484	65.124	31.837.918	603.510	3.975.416	59.263.415	700.712	98.092.578
2019	1.651.387	66.231	30.254.626	581.706	4.027.730	61.202.917	694.193	98.478.791
2020	1.648.549	67.209	28.632.590	561.792	4.076.665	63.079.736	687.717	98.754.258

## APÊNDICE 81

Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	35.380.923	3.494.224	119.121.053	105.642.816	209.043.055	530.584.252	79.433.770	1.082.700.093
2008	35.733.064	3.542.652	120.306.647	105.318.518	223.352.708	582.561.874	83.295.451	1.154.110.915
2009	33.835.758	3.367.576	113.918.769	98.844.530	224.118.693	599.122.510	82.079.533	1.155.287.369
2010	32.990.230	3.296.223	111.072.031	95.918.990	231.972.665	634.018.823	83.480.701	1.192.749.662
2011	32.273.819	3.237.261	108.660.008	93.784.889	241.360.015	672.938.350	85.402.808	1.237.657.151
2012	31.527.256	3.174.800	106.146.468	91.954.539	251.264.125	713.129.913	87.469.968	1.284.667.069
2013	30.736.506	3.107.377	103.484.159	90.366.913	261.608.758	754.330.075	89.653.090	1.333.286.878
2014	29.964.742	3.041.345	100.885.771	89.191.356	272.993.262	798.229.092	92.153.260	1.386.458.828
2015	29.066.388	2.961.887	97.861.179	87.979.529	284.145.959	841.058.763	94.537.801	1.437.611.507
2016	28.059.504	2.870.689	94.471.183	86.758.123	295.114.944	882.816.793	96.831.751	1.486.922.987
2017	26.959.916	2.769.236	90.769.074	85.546.316	305.944.100	923.506.116	99.057.233	1.534.551.992
2018	25.781.504	2.658.835	86.801.577	84.357.477	316.673.479	963.133.407	101.233.827	1.580.640.105
2019	24.536.443	2.540.639	82.609.687	83.200.513	327.339.690	1.001.707.977	103.378.903	1.625.313.852
2020	23.235.429	2.415.666	78.229.413	82.080.950	337.976.257	1.039.240.945	105.507.923	1.668.686.583

### Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Outros (T)	Total
2007	640.343	664.631	270.456	4.314.970	1.583.979	5.883.526	13.357.904
2008	600.528	664.819	255.619	4.369.643	1.504.416	6.497.620	13.892.644
2009	547.261	648.595	233.962	4.319.900	1.391.413	6.952.164	14.093.295
2010	502.732	640.212	215.845	4.341.283	1.311.411	7.546.459	14.557.941
2011	460.803	632.945	198.498	4.385.796	1.243.241	8.206.641	15.127.924
2012	420.617	625.523	181.568	4.444.706	1.182.273	8.920.736	15.775.423
2013	382.216	617.753	165.126	4.517.146	1.127.081	9.690.664	16.499.987
2014	345.969	610.056	149.407	4.607.237	1.077.687	10.530.441	17.320.796
2015	311.297	601.090	134.167	4.704.928	1.030.864	11.418.690	18.201.035
2016	278.399	590.817	119.546	4.810.142	986.281	12.355.973	19.141.157
2017	247.417	579.167	105.654	4.922.519	943.608	13.341.752	20.140.117
2018	218.450	566.046	92.577	5.041.461	902.534	14.374.318	21.195.387
2019	191.558	551.350	80.378	5.166.164	862.778	15.450.765	22.302.993
2020	166.769	534.963	69.099	5.295.656	824.102	16.567.016	23.457.604

Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	1.356.329	54.552	48.245.754	1.150.791	3.530.896	35.920.799	850.087	91.109.208
2008	1.415.658	56.140	47.713.424	1.082.468	3.620.509	38.863.317	844.144	93.595.659
2009	1.418.713	55.605	45.186.345	980.572	3.553.785	40.248.198	802.648	92.245.866
2010	1.450.041	56.306	43.678.207	912.079	3.578.452	42.412.643	783.348	92.871.075
2011	1.486.270	57.323	42.341.251	855.830	3.625.043	44.728.009	769.647	93.863.372
2012	1.522.712	58.482	41.023.287	807.355	3.680.051	47.068.009	758.427	94.918.322
2013	1.558.466	59.757	39.706.435	765.337	3.741.427	49.417.905	749.197	95.998.524
2014	1.595.199	61.230	38.445.025	730.021	3.814.286	51.846.646	742.971	97.235.377
2015	1.627.156	62.684	37.098.477	698.039	3.884.300	54.194.181	736.775	98.301.613
2016	1.653.788	64.108	35.678.068	669.071	3.951.498	56.463.028	730.650	99.210.210
2017	1.674.470	65.483	34.192.997	642.799	4.015.773	58.656.099	724.600	99.972.220
2018	1.688.523	66.786	32.650.826	618.920	4.076.919	60.776.569	718.603	100.597.145
2019	1.695.229	67.990	31.057.833	597.150	4.134.659	62.827.747	712.622	101.093.230
2020	1.693.846	69.055	29.419.317	577.228	4.188.678	64.812.955	706.614	101.467.692

## APÊNDICE 82

Projeções das demandas de água para irrigação, por cultivos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	35.728.566	3.528.557	120.291.503	106.680.832	211.097.053	535.797.623	80.214.263	1.093.338.399
2008	36.360.759	3.604.884	122.419.984	107.168.569	227.276.177	592.795.300	84.758.640	1.174.384.313
2009	34.747.515	3.458.321	116.988.487	101.508.049	230.157.918	615.266.796	84.291.293	1.186.418.378
2010	34.110.855	3.408.190	114.844.968	99.177.203	239.852.402	655.555.418	86.316.405	1.233.265.442
2011	33.551.615	3.365.432	112.962.113	97.498.053	250.916.023	699.581.556	88.784.105	1.286.658.897
2012	32.919.739	3.315.023	110.834.701	96.015.948	262.361.853	744.627.134	91.333.305	1.341.407.702
2013	32.206.050	3.255.943	108.431.843	94.687.447	274.116.539	790.395.365	93.939.496	1.397.032.683
2014	31.473.710	3.194.501	105.966.187	93.682.864	286.740.685	838.426.396	96.793.923	1.456.278.266
2015	30.590.842	3.117.230	102.993.734	92.593.818	299.048.649	885.170.029	99.496.054	1.513.010.356
2016	29.579.372	3.026.182	99.588.302	91.457.456	311.100.116	930.635.375	102.076.731	1.567.463.535
2017	28.458.406	2.923.156	95.814.214	90.301.164	322.949.127	974.836.561	104.563.046	1.619.845.672
2018	27.244.598	2.809.723	91.727.546	89.144.744	334.644.627	1.017.791.007	106.978.823	1.670.341.068
2019	25.952.482	2.687.264	87.377.228	88.002.152	346.231.004	1.059.518.199	109.345.071	1.719.113.399
2020	24.594.753	2.556.987	82.806.005	86.882.865	357.748.607	1.100.038.811	111.680.367	1.766.308.395

### Cuiabá

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Outros (T)	Total
2007	640.731	665.033	270.619	4.317.583	1.584.938	5.887.088	13.365.991
2008	601.205	665.569	255.908	4.374.571	1.506.112	6.504.948	13.908.312
2009	548.219	649.730	234.371	4.327.457	1.393.847	6.964.326	14.117.950
2010	503.868	641.658	216.333	4.351.093	1.314.374	7.563.512	14.590.838
2011	462.049	634.656	199.035	4.397.654	1.246.603	8.228.830	15.168.827
2012	421.920	627.460	182.130	4.458.468	1.185.934	8.948.356	15.824.266
2013	383.531	619.878	165.694	4.532.685	1.130.958	9.723.998	16.556.744
2014	347.257	612.327	149.963	4.624.389	1.081.699	10.569.644	17.385.277
2015	312.535	603.481	134.700	4.723.644	1.034.964	11.464.113	18.273.438
2016	279.571	593.304	120.049	4.830.389	990.432	12.407.982	19.221.727
2017	248.511	581.726	106.121	4.944.276	947.779	13.400.720	20.229.134
2018	219.458	568.657	93.004	5.064.714	906.696	14.440.618	21.293.148
2019	192.476	553.990	80.763	5.190.905	866.910	15.524.759	22.409.802
2020	167.595	537.612	69.441	5.321.878	828.183	16.649.049	23.573.758

Planalto da Serra

Ano	Banana (P)	Outros (P)	Arroz (T)	Mandioca (T)	Milho (T)	Soja (T)	Outros (T)	Total
2007	1.360.415	54.716	48.391.072	1.154.257	3.541.531	36.028.994	852.648	91.383.633
2008	1.423.613	56.455	47.981.538	1.088.550	3.640.854	39.081.700	848.887	94.121.597
2009	1.431.075	56.090	45.580.098	989.117	3.584.753	40.598.921	809.642	93.049.696
2010	1.466.361	56.940	44.169.812	922.345	3.618.728	42.890.004	792.165	93.916.354
2011	1.506.273	58.095	42.911.102	867.348	3.673.831	45.329.983	780.005	95.126.637
2012	1.546.148	59.382	41.654.671	819.781	3.736.690	47.792.426	770.100	96.379.198
2013	1.585.061	60.777	40.384.011	778.397	3.805.273	50.261.204	761.981	97.636.704
2014	1.624.574	62.358	39.152.987	743.464	3.884.525	52.801.398	756.652	99.025.959
2015	1.659.067	63.914	37.826.039	711.729	3.960.477	55.257.018	751.224	100.229.469
2016	1.687.982	65.433	36.415.758	682.905	4.033.200	57.630.474	745.757	101.261.508
2017	1.710.683	66.899	34.932.481	656.700	4.102.621	59.924.640	740.271	102.134.294
2018	1.726.478	68.288	33.384.754	632.832	4.168.560	62.142.711	734.756	102.858.378
2019	1.734.631	69.570	31.779.711	611.029	4.230.761	64.288.053	729.186	103.442.940
2020	1.734.383	70.708	30.123.386	591.042	4.288.922	66.364.072	723.524	103.896.038

## APÊNDICE 83

Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de baixo crescimento da economia.  
Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	41.862.460	2.943.372	113.009	38.444	154.961	722.282	45.834.528
2008	42.890.585	3.012.623	121.749	40.778	153.144	722.573	46.941.452
2009	43.227.571	3.033.177	128.531	42.619	148.952	711.075	47.291.926
2010	43.912.266	3.077.997	136.298	44.969	146.092	705.297	48.022.920
2011	44.668.263	3.127.652	144.284	47.589	143.549	700.510	48.831.848
2012	45.443.703	3.178.497	152.335	50.448	141.137	695.848	49.661.968
2013	46.234.542	3.230.241	160.433	53.563	138.836	691.242	50.508.858
2014	47.073.808	3.285.185	168.696	56.997	136.735	687.167	51.408.588
2015	47.890.822	3.338.386	176.868	60.691	134.623	682.578	52.283.967
2016	48.686.348	3.389.900	184.937	64.666	132.505	677.518	53.135.875
2017	49.461.098	3.439.782	192.891	68.947	130.389	672.029	53.965.136
2018	50.215.738	3.488.079	200.718	73.558	128.279	666.150	54.772.522
2019	50.950.884	3.534.838	208.407	78.525	126.180	659.917	55.558.751
2020	51.667.106	3.580.101	215.950	83.878	124.095	653.361	56.324.492

### Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.049.066	248.475	32.647	2.303	10.091	51.561	2.394.143
2008	2.084.621	248.408	36.236	2.380	10.163	52.473	2.434.282
2009	2.045.880	239.494	38.685	2.388	9.835	51.540	2.387.822
2010	2.045.926	235.605	41.760	2.437	9.723	51.533	2.386.983
2011	2.054.326	232.970	45.017	2.498	9.658	51.707	2.396.176
2012	2.065.263	230.864	48.365	2.567	9.610	51.918	2.408.585
2013	2.078.134	229.197	51.799	2.641	9.574	52.151	2.423.494
2014	2.096.103	228.323	55.395	2.724	9.565	52.481	2.444.591
2015	2.111.885	227.367	58.990	2.809	9.548	52.732	2.463.330
2016	2.125.624	226.339	62.574	2.895	9.522	52.905	2.479.858
2017	2.137.461	225.240	66.137	2.982	9.490	53.005	2.494.315
2018	2.147.532	224.073	69.670	3.070	9.452	53.034	2.506.830
2019	2.155.969	222.835	73.162	3.158	9.407	52.996	2.517.527
2020	2.162.895	221.522	76.605	3.246	9.358	52.895	2.526.520

Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.011.267	82.016	2.662	1.317	3.361	41.804	2.142.428
2008	2.049.400	80.679	2.807	1.293	3.314	42.018	2.179.512
2009	2.059.510	78.273	2.933	1.261	3.212	41.673	2.186.862
2010	2.083.171	76.564	3.082	1.239	3.141	41.560	2.208.758
2011	2.109.486	75.081	3.245	1.222	3.079	41.471	2.233.583
2012	2.136.432	73.729	3.419	1.208	3.021	41.368	2.259.177
2013	2.163.890	72.497	3.607	1.197	2.966	41.249	2.285.406
2014	2.193.321	71.433	3.811	1.189	2.917	41.137	2.313.809
2015	2.221.727	70.412	4.028	1.184	2.868	40.982	2.341.202
2016	2.249.124	69.429	4.259	1.180	2.820	40.785	2.367.596
2017	2.275.532	68.480	4.505	1.178	2.772	40.546	2.393.013
2018	2.300.979	67.559	4.767	1.177	2.725	40.268	2.417.475
2019	2.325.496	66.661	5.046	1.178	2.678	39.952	2.441.012
2020	2.349.117	65.781	5.343	1.179	2.632	39.600	2.463.652

## APÊNDICE 84

Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de médio crescimento da economia. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	41.963.843	2.950.500	113.282	38.538	155.337	724.031	45.945.531
2008	43.088.076	3.026.495	122.309	40.966	153.849	725.900	47.157.597
2009	43.537.454	3.054.920	129.453	42.925	150.020	716.173	47.630.945
2010	44.323.891	3.106.850	137.576	45.391	147.462	711.909	48.473.078
2011	45.175.909	3.163.198	145.924	48.130	145.181	708.471	49.386.813
2012	46.042.526	3.220.381	154.342	51.113	142.997	705.018	50.316.376
2013	46.919.189	3.278.075	162.809	54.356	140.892	701.478	51.256.799
2014	47.836.044	3.338.379	171.427	57.920	138.950	698.294	52.241.014
2015	48.726.698	3.396.653	179.955	61.750	136.972	694.492	53.196.520
2016	49.592.177	3.452.971	188.378	65.869	134.970	690.124	54.124.489
2017	50.433.442	3.507.404	196.683	70.302	132.952	685.241	55.026.024
2018	51.251.386	3.560.017	204.857	75.075	130.924	679.889	55.902.148
2019	52.046.835	3.610.872	212.890	80.215	128.894	674.111	56.753.817
2020	52.820.553	3.660.026	220.771	85.751	126.866	667.947	57.581.913

### Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.060.684	249.884	32.832	2.316	10.148	51.853	2.407.718
2008	2.106.503	251.016	36.616	2.405	10.269	53.024	2.459.834
2009	2.080.168	243.508	39.333	2.428	10.000	52.404	2.427.840
2010	2.090.594	240.749	42.671	2.490	9.935	52.658	2.439.098
2011	2.108.151	239.074	46.196	2.564	9.911	53.062	2.458.958
2012	2.127.251	237.793	49.817	2.644	9.898	53.476	2.480.879
2013	2.147.313	236.827	53.523	2.729	9.892	53.887	2.504.170
2014	2.171.209	236.504	57.380	2.822	9.908	54.362	2.532.184
2015	2.192.320	236.027	61.236	2.916	9.911	54.740	2.557.151
2016	2.210.858	235.414	65.083	3.011	9.904	55.026	2.579.297
2017	2.227.022	234.678	68.908	3.107	9.888	55.225	2.598.828
2018	2.240.999	233.825	72.702	3.203	9.863	55.342	2.615.934
2019	2.252.962	232.860	76.454	3.300	9.831	55.381	2.630.786
2020	2.263.076	231.782	80.153	3.396	9.791	55.345	2.643.543

Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.015.664	82.196	2.668	1.320	3.369	41.895	2.147.112
2008	2.057.895	81.014	2.819	1.298	3.328	42.192	2.188.546
2009	2.072.913	78.782	2.952	1.269	3.232	41.944	2.201.093
2010	2.100.921	77.217	3.108	1.250	3.168	41.914	2.227.578
2011	2.131.268	75.856	3.278	1.234	3.111	41.900	2.256.647
2012	2.161.983	74.611	3.460	1.222	3.057	41.863	2.286.196
2013	2.192.930	73.470	3.655	1.213	3.006	41.802	2.316.077
2014	2.225.442	72.480	3.866	1.207	2.960	41.740	2.347.694
2015	2.256.739	71.522	4.091	1.203	2.913	41.628	2.378.096
2016	2.286.853	70.594	4.330	1.200	2.867	41.469	2.407.313
2017	2.315.818	69.692	4.585	1.199	2.821	41.264	2.435.379
2018	2.343.676	68.813	4.856	1.199	2.775	41.015	2.462.334
2019	2.370.468	67.950	5.144	1.201	2.730	40.725	2.488.217
2020	2.396.237	67.101	5.450	1.203	2.685	40.395	2.513.070

## APÊNDICE 85

Projeções das demandas de água para dessedentação, por rebanhos, na bacia e nos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra, no cenário de alto crescimento da economia.  
Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	42.063.496	2.957.507	113.551	38.629	155.706	725.751	46.054.639
2008	43.280.654	3.040.022	122.856	41.149	154.537	729.145	47.368.363
2009	43.837.076	3.075.944	130.343	43.220	151.053	721.101	47.958.737
2010	44.718.680	3.134.522	138.801	45.795	148.775	718.250	48.904.823
2011	45.658.963	3.197.021	147.484	48.645	146.733	716.046	49.914.893
2012	46.608.016	3.259.933	156.238	51.741	144.753	713.677	50.934.357
2013	47.561.065	3.322.921	165.036	55.100	142.819	711.075	51.958.016
2014	48.545.921	3.387.920	173.971	58.779	141.012	708.657	53.016.261
2015	49.500.329	3.450.581	182.812	62.730	139.147	705.518	54.041.118
2016	50.425.696	3.511.007	191.544	66.976	137.239	701.723	55.034.185
2017	51.323.321	3.569.291	200.153	71.543	135.298	697.332	55.996.937
2018	52.194.401	3.625.521	208.627	76.456	133.333	692.399	56.930.737
2019	53.040.031	3.679.778	216.953	81.745	131.353	686.975	57.836.836
2020	53.861.213	3.732.135	225.121	87.440	129.365	681.107	58.716.381

Cuiabá

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.072.045	251.261	33.013	2.328	10.204	52.139	2.420.992
2008	2.127.659	253.537	36.984	2.430	10.372	53.556	2.484.539
2009	2.112.862	247.335	39.951	2.466	10.157	53.227	2.465.998
2010	2.132.705	245.598	43.531	2.540	10.135	53.719	2.488.228
2011	2.158.390	244.771	47.297	2.625	10.147	54.326	2.517.557
2012	2.184.597	244.203	51.160	2.715	10.165	54.918	2.547.758
2013	2.210.808	243.829	55.106	2.809	10.185	55.480	2.578.217
2014	2.239.694	243.963	59.190	2.911	10.220	56.076	2.612.054
2015	2.265.226	243.876	63.273	3.013	10.241	56.560	2.642.189
2016	2.287.691	243.596	67.344	3.116	10.248	56.938	2.668.934
2017	2.307.350	243.142	71.393	3.219	10.244	57.217	2.692.567
2018	2.324.440	242.531	75.409	3.323	10.230	57.403	2.713.336
2019	2.339.181	241.771	79.380	3.426	10.207	57.500	2.731.464
2020	2.351.773	240.866	83.294	3.529	10.175	57.514	2.747.151

Planalto da Serra

Ano	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves	Outros	Total
2007	2.019.977	82.372	2.674	1.323	3.376	41.985	2.151.706
2008	2.066.148	81.339	2.830	1.303	3.341	42.361	2.197.323
2009	2.085.795	79.272	2.971	1.277	3.253	42.204	2.214.772
2010	2.117.821	77.838	3.133	1.260	3.193	42.251	2.245.497
2011	2.151.825	76.587	3.310	1.246	3.141	42.304	2.278.413
2012	2.185.899	75.436	3.498	1.236	3.091	42.326	2.311.486
2013	2.219.908	74.374	3.700	1.228	3.043	42.316	2.344.570
2014	2.255.085	73.445	3.918	1.223	2.999	42.296	2.378.965
2015	2.288.853	72.540	4.149	1.220	2.955	42.220	2.411.937
2016	2.321.263	71.656	4.395	1.218	2.910	42.093	2.443.536
2017	2.352.369	70.792	4.657	1.218	2.865	41.915	2.473.817
2018	2.382.225	69.944	4.936	1.219	2.821	41.690	2.502.834
2019	2.410.886	69.109	5.231	1.221	2.776	41.419	2.530.643
2020	2.438.407	68.282	5.546	1.224	2.732	41.106	2.557.296

## APÊNDICE 86

Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de baixo crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	35.451.155	4.427.045	5.156.627	1.117.711.620	1.162.746.447
2008	35.840.607	4.547.935	5.494.831	1.180.261.676	1.226.145.049
2009	35.278.384	4.187.810	5.392.477	1.170.382.073	1.215.240.745
2010	35.251.850	4.106.435	5.535.167	1.198.528.899	1.243.422.352
2011	35.356.848	4.092.259	5.741.599	1.234.992.484	1.280.183.190
2012	35.518.940	4.106.257	5.978.605	1.274.243.789	1.319.847.591
2013	35.730.948	4.143.526	6.244.571	1.315.802.223	1.361.921.267
2014	36.038.141	4.223.168	6.565.241	1.362.898.326	1.409.724.876
2015	36.342.247	4.299.558	6.890.880	1.408.430.274	1.455.962.960
2016	36.643.100	4.372.976	7.221.468	1.452.531.154	1.500.768.697
2017	36.940.634	4.443.721	7.556.986	1.495.319.351	1.544.260.692
2018	37.234.875	4.512.103	7.897.422	1.536.900.420	1.586.544.820
2019	37.525.955	4.578.448	8.242.765	1.577.368.745	1.627.715.912
2020	37.813.993	4.643.049	8.593.006	1.616.809.014	1.667.859.062

Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	103.203	678	268	92.971.834	93.075.983
2008	103.039	675	272	95.233.854	95.337.840
2009	102.839	634	257	93.596.414	93.700.145
2010	102.595	617	253	93.981.922	94.085.387
2011	102.312	606	251	94.758.347	94.861.516
2012	101.989	598	251	95.616.769	95.719.607
2013	101.626	593	251	96.520.557	96.623.027
2014	101.227	592	254	97.608.956	97.711.028
2015	100.785	591	256	98.541.005	98.642.638
2016	100.299	591	258	99.328.702	99.429.850
2017	99.767	591	260	99.982.171	100.082.788
2018	99.185	591	263	100.510.053	100.610.092
2019	98.553	591	265	100.919.802	101.019.211
2020	97.867	592	267	101.217.910	101.316.637

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropccuário	Total
2007	23.597.521	4.136.214	1.585.784	15.743.776	45.063.295
2008	23.697.646	4.250.732	1.698.179	16.310.719	45.957.276
2009	23.191.524	3.912.280	1.670.437	16.455.258	45.229.499
2010	23.015.329	3.835.796	1.720.888	16.910.028	45.482.040
2011	22.913.490	3.822.290	1.791.962	17.480.277	46.008.020
2012	22.838.571	3.835.054	1.873.124	18.131.211	46.677.960
2013	22.785.391	3.869.475	1.963.908	18.861.643	47.480.417
2014	22.781.109	3.943.524	2.072.693	19.694.671	48.491.997
2015	22.764.226	4.014.255	2.183.453	20.584.484	49.546.419
2016	22.734.194	4.081.935	2.296.170	21.531.635	50.643.933
2017	22.690.495	4.146.849	2.410.823	22.535.184	51.783.350
2018	22.632.643	4.209.294	2.527.395	23.592.711	52.962.043
2019	22.560.193	4.269.584	2.645.865	24.700.363	54.176.004
2020	22.472.678	4.327.999	2.766.216	25.852.931	55.419.824

## APÊNDICE 87

Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de médio crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.

### Bacia

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	35.597.701	4.503.902	5.222.271	1.128.645.624	1.173.969.499
2008	36.130.215	4.696.203	5.628.010	1.201.268.512	1.247.722.939
2009	35.716.473	4.406.910	5.599.163	1.202.918.313	1.248.640.859
2010	35.829.553	4.388.879	5.814.463	1.241.222.740	1.287.255.635
2011	36.069.701	4.433.201	6.094.424	1.287.043.965	1.333.641.292
2012	36.363.512	4.501.694	6.406.196	1.334.983.446	1.382.254.848
2013	36.704.113	4.589.890	6.748.170	1.384.543.678	1.432.585.850
2014	37.136.537	4.717.050	7.145.829	1.438.699.842	1.487.699.258
2015	37.563.616	4.838.286	7.549.920	1.490.808.026	1.540.759.848
2016	37.985.310	4.954.137	7.960.414	1.541.047.477	1.591.947.337
2017	38.401.668	5.065.132	8.377.287	1.589.578.015	1.641.422.103
2018	38.812.824	5.171.793	8.800.520	1.636.542.253	1.689.327.390
2019	39.219.015	5.274.640	9.230.095	1.682.067.669	1.735.791.419
2020	39.620.456	5.374.143	9.665.998	1.726.268.496	1.780.929.093

### Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	103.185	685	271	93.256.320	93.360.460
2008	103.007	687	278	95.784.204	95.888.176
2009	102.791	652	265	94.446.959	94.550.668
2010	102.535	640	264	95.098.654	95.202.092
2011	102.241	634	265	96.120.019	96.223.159
2012	101.910	630	266	97.204.518	97.307.325
2013	101.541	629	269	98.314.601	98.417.040
2014	101.137	631	274	99.583.071	99.685.113
2015	100.692	633	278	100.679.708	100.781.312
2016	100.203	636	282	101.617.522	101.718.644
2017	99.669	639	286	102.407.599	102.508.193
2018	99.086	642	290	103.059.479	103.159.497
2019	98.453	645	294	103.581.447	103.680.839
2020	97.767	649	298	103.980.762	104.079.475

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	23.686.529	4.209.471	1.606.390	15.765.622	45.268.012
2008	23.872.826	4.391.937	1.740.113	16.352.478	46.357.354
2009	23.455.011	4.121.030	1.735.701	16.521.135	45.832.876
2010	23.360.861	4.104.794	1.809.335	16.997.039	46.272.028
2011	23.337.364	4.146.808	1.904.019	17.586.882	46.975.073
2012	23.337.628	4.211.180	2.009.318	18.256.302	47.814.429
2013	23.356.608	4.293.717	2.124.770	19.004.157	48.779.252
2014	23.421.328	4.412.524	2.258.674	19.852.980	49.945.506
2015	23.470.803	4.525.401	2.395.150	20.758.186	51.149.539
2016	23.504.490	4.632.865	2.534.173	21.720.453	52.391.982
2017	23.521.867	4.735.426	2.675.720	22.738.946	53.671.959
2018	23.522.437	4.833.582	2.819.766	23.811.321	54.987.106
2019	23.505.738	4.927.834	2.966.286	24.933.779	56.333.638
2020	23.471.281	5.018.632	3.115.256	26.101.147	57.706.316

## APÊNDICE 88

Projeções das demandas totais de água nos setores residencial, comercial, industrial e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de alto crescimento. Unidade: m<sup>3</sup>.

Bacia					
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	35.742.867	4.580.034	5.287.293	1.139.393.038	1.185.003.232
2008	36.417.087	4.843.071	5.759.917	1.221.752.676	1.268.772.751
2009	36.150.327	4.623.891	5.803.815	1.234.377.115	1.280.955.149
2010	36.401.661	4.668.586	6.090.995	1.282.170.265	1.329.331.507
2011	36.775.654	4.770.844	6.443.754	1.336.573.790	1.384.564.042
2012	37.199.917	4.893.307	6.829.554	1.392.342.059	1.441.264.837
2013	37.667.878	5.031.942	7.246.793	1.448.990.698	1.498.937.311
2014	38.224.342	5.206.170	7.720.699	1.509.294.527	1.560.445.738
2015	38.773.223	5.371.828	8.202.489	1.567.051.475	1.619.399.015
2016	39.314.609	5.529.708	8.692.127	1.622.497.720	1.676.034.164
2017	39.848.661	5.680.571	9.189.582	1.675.842.610	1.730.561.424
2018	40.375.618	5.825.148	9.694.826	1.727.271.805	1.783.167.397
2019	40.895.825	5.964.151	10.207.836	1.776.950.234	1.834.018.046
2020	41.409.591	6.098.224	10.728.593	1.825.024.776	1.883.261.183

Cuiabá					
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	23.774.700	4.282.038	1.626.799	15.786.983	45.470.520
2008	24.046.357	4.531.811	1.781.638	16.392.850	46.752.657
2009	23.715.963	4.327.768	1.800.301	16.583.948	46.427.981
2010	23.703.068	4.371.198	1.896.874	17.079.066	47.050.206
2011	23.757.165	4.468.203	2.014.924	17.686.384	47.926.676
2012	23.831.902	4.583.693	2.144.114	18.372.024	48.931.734
2013	23.922.362	4.713.890	2.283.987	19.134.961	50.055.201
2014	24.055.441	4.877.034	2.442.765	19.997.332	51.372.573
2015	24.170.656	5.031.662	2.604.709	20.915.627	52.722.655
2016	24.267.469	5.178.538	2.769.790	21.890.661	54.106.457
2017	24.345.354	5.318.390	2.937.977	22.921.700	55.523.421
2018	24.403.802	5.451.921	3.109.239	24.006.483	56.971.446
2019	24.442.336	5.579.816	3.283.547	25.141.266	58.446.964
2020	24.460.442	5.702.693	3.460.869	26.320.909	59.944.913

## Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Agropecuário	Total
2007	103.168	691	274	93.535.339	93.639.471
2008	102.976	699	283	96.318.921	96.422.879
2009	102.745	670	274	95.264.467	95.368.156
2010	102.477	662	275	96.161.851	96.265.265
2011	102.175	661	278	97.405.049	97.508.163
2012	101.837	661	282	98.690.684	98.793.465
2013	101.463	663	287	99.981.273	100.083.687
2014	101.055	669	293	101.404.924	101.506.942
2015	100.607	675	300	102.641.406	102.742.988
2016	100.117	681	306	103.705.044	103.806.147
2017	99.581	687	311	104.608.111	104.708.690
2018	98.997	693	317	105.361.212	105.461.219
2019	98.364	699	323	105.973.583	106.072.968
2020	97.678	705	328	106.453.334	106.552.045

## APÊNDICE 89

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de baixo crescimento da economia. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	535.163	392.740	31.851	301.878	176.983
2008	541.625	397.483	32.235	305.523	179.121
2009	534.921	392.563	31.836	301.741	176.903
2010	535.583	393.049	31.876	302.115	177.122
2011	538.055	394.863	32.023	303.510	177.940
2012	541.318	397.257	32.217	305.350	179.019
2013	545.279	400.164	32.453	307.584	180.329
2014	550.584	404.057	32.769	310.577	182.083
2015	555.858	407.928	33.082	313.552	183.828
2016	561.098	411.774	33.394	316.508	185.561
2017	566.305	415.595	33.704	319.445	187.283
2018	571.478	419.391	34.012	322.363	188.993
2019	576.618	423.163	34.318	325.262	190.693
2020	581.727	426.912	34.622	328.144	192.383

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	789	579	47	445	261
2008	810	594	48	457	268
2009	831	610	49	469	275
2010	853	626	51	481	282
2011	874	641	52	493	289
2012	895	657	53	505	296
2013	916	672	54	516	303
2014	936	687	56	528	310
2015	957	703	57	540	317
2016	978	718	58	552	323
2017	999	733	59	563	330
2018	1.020	748	61	575	337
2019	1.041	764	62	587	344
2020	1.061	779	63	599	351

## APÊNDICE 90

Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.

Bacia

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	50.522	1.213.131	560.169
2008	53.586	1.215.919	538.174
2009	55.525	1.186.340	503.470
2010	58.597	1.174.808	478.206
2011	62.263	1.167.479	455.949
2012	66.457	1.161.776	435.456
2013	71.225	1.157.390	416.474
2014	76.725	1.155.696	399.365
2015	82.825	1.153.448	382.887
2016	89.578	1.150.605	367.005
2017	97.040	1.147.125	351.683
2018	105.270	1.142.964	336.892
2019	114.332	1.138.079	322.600
2020	124.289	1.132.421	308.779

Cuiabá

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	15.037	737.689	43.812
2008	15.844	729.580	41.033
2009	16.285	701.421	37.478
2010	17.062	685.115	34.886
2011	18.005	671.814	32.699
2012	19.092	659.886	30.789
2013	20.334	649.125	29.114
2014	21.778	640.317	27.678
2015	23.383	631.537	26.372
2016	25.164	622.780	25.182
2017	27.139	614.039	24.093
2018	29.326	605.306	23.092
2019	31.744	596.569	22.168
2020	34.416	587.813	21.311

Planalto da Serra

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	564	751	9.989
2008	529	709	9.458
2009	497	669	8.964
2010	469	636	8.541
2011	444	606	8.169
2012	422	580	7.841
2013	403	556	7.550
2014	386	536	7.294
2015	370	517	7.066
2016	356	501	6.862
2017	344	486	6.680
2018	333	472	6.517
2019	322	460	6.371
2020	313	449	6.239

## APÊNDICE 91

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	494.470	248.418	307.565	101.733
2008	522.765	262.633	325.165	107.554
2009	493.637	247.999	307.047	101.562
2010	496.746	249.562	308.981	102.201
2011	507.806	255.118	315.860	104.477
2012	522.347	262.423	324.905	107.469
2013	539.964	271.274	335.863	111.093
2014	563.454	283.075	350.474	115.926
2015	586.831	294.819	365.015	120.736
2016	610.084	306.502	379.478	125.520
2017	633.209	318.119	393.862	130.277
2018	656.205	329.672	408.166	135.009
2019	679.080	341.164	422.394	139.715
2020	701.838	352.598	436.550	144.397

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	378	190	235	78
2008	389	195	242	80
2009	377	189	235	78
2010	378	190	235	78
2011	383	192	238	79
2012	389	195	242	80
2013	396	199	246	81
2014	405	203	252	83
2015	414	208	258	85
2016	424	213	263	87
2017	433	217	269	89
2018	442	222	275	91
2019	451	227	280	93
2020	460	231	286	95

## APÊNDICE 92

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Cuiabá	
Ano	GLP
2007	39
2008	41
2009	39
2010	39
2011	40
2012	42
2013	43
2014	45
2015	47
2016	49
2017	52
2018	54
2019	56

Foi considerado nulo o consumo no município de Planalto da Serra, com números insignificantes.

## APÊNDICE 93

**Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia		
Ano	Eletricidade	Óleo
2007	39.317	17.019
2008	40.617	18.785
2009	37.579	18.523
2010	36.995	19.388
2011	36.985	20.564
2012	37.201	21.901
2013	37.602	23.394
2014	38.362	25.178
2015	39.067	27.003
2016	39.719	28.868
2017	40.321	30.768
2018	40.875	32.701
2019	41.384	34.665
2020	41.851	36.657

Cuiabá		
Ano	Eletricidade	Óleo
2007	30.992	16.705
2008	31.925	18.457
2009	29.394	18.178
2010	28.827	19.023
2011	28.716	20.172
2012	28.784	21.478
2013	28.996	22.934
2014	29.486	24.673
2015	29.931	26.447
2016	30.332	28.254
2017	30.692	30.088
2018	31.015	31.948
2019	31.303	33.831

Planalto da Serra	
Ano	Eletricidade
2007	23
2008	24
2009	23
2010	23
2011	24
2012	24
2013	24
2014	25
2015	26
2016	26
2017	27
2018	27
2019	28
2020	28

## APÊNDICE 94

**Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	15.337	53.680
2008	16.365	57.278
2009	15.945	55.808
2010	16.320	57.120
2011	16.892	59.121
2012	17.550	61.425
2013	18.287	64.005
2014	19.182	67.137
2015	20.075	70.263
2016	20.965	73.378
2017	21.851	76.479
2018	22.732	79.562
2019	23.606	82.621
2020	24.472	85.653

### Planalto da Serra

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	11	190
2008	12	195
2009	11	189
2010	11	190
2011	10	192
2012	10	195
2013	10	199
2014	10	203
2015	10	208
2016	10	213
2017	10	217
2018	10	222
2019	10	227
2020	10	231

## APÊNDICE 95

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	1.396.652	1.179	30.763
2008	1.492.463	1.315	32.090
2009	1.468.753	1.347	30.812
2010	1.511.772	1.441	30.927
2011	1.572.414	1.555	31.351
2012	1.641.707	1.681	31.883
2013	1.719.267	1.819	32.503
2014	1.812.253	1.979	33.329
2015	1.907.011	2.147	34.094
2016	2.003.534	2.321	34.796
2017	2.101.820	2.503	35.432
2018	2.201.864	2.693	35.999
2019	2.303.666	2.890	36.496
2020	2.407.221	3.094	36.920

Cuiabá

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	423.774	808	24.219
2008	448.193	892	24.957
2009	432.979	897	23.481
2010	439.558	947	23.205
2011	451.426	1.008	23.187
2012	465.555	1.076	23.254
2013	481.718	1.151	23.385
2014	501.943	1.237	23.668
2015	522.046	1.326	23.895
2016	542.030	1.417	24.067
2017	561.897	1.510	24.185
2018	581.644	1.604	24.249
2019	601.268	1.701	24.261
2020	620.761	1.799	24.221

Planalto da Serra

Ano	Eletricidade
2007	340
2008	351
2009	335
2010	334
2011	336
2012	339
2013	344
2014	350
2015	356
2016	362
2017	368
2018	373
2019	378
2020	382

## APÊNDICE 96

**Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	758.769	101.501	33.756	193.978
2008	798.018	105.115	32.288	189.927
2009	773.863	100.205	28.356	170.829
2010	785.731	99.857	25.965	160.299
2011	806.941	100.498	23.951	151.617
2012	832.573	101.465	22.107	143.590
2013	862.264	102.688	20.405	136.068
2014	899.422	104.540	18.898	129.474
2015	937.098	106.178	17.420	122.709
2016	975.264	107.607	15.985	115.859
2017	1.013.899	108.836	14.604	109.004
2018	1.052.981	109.873	13.287	102.215
2019	1.092.496	110.728	12.040	95.553
2020	1.132.434	111.414	10.868	89.068

Cuiabá

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	221.823	78.658	36.652	13.536
2008	235.032	82.041	35.538	13.397
2009	228.041	77.922	31.437	12.103
2010	233.075	77.552	29.187	11.483
2011	241.527	77.864	27.374	11.012
2012	251.842	78.291	25.741	10.595
2013	263.950	78.772	24.246	10.217
2014	279.039	79.607	22.959	9.912
2015	294.864	80.097	21.659	9.588
2016	311.441	80.253	20.358	9.247
2017	328.782	80.087	19.067	8.894
2018	346.894	79.617	17.795	8.532
2019	365.777	78.859	16.549	8.163
2020	385.427	77.835	15.337	7.791

Planalto da Serra

Ano	Eletricidade	Lenha
2007	169	8.935
2008	162	8.829
2009	145	8.089
2010	135	7.758
2011	127	7.537
2012	121	7.370
2013	116	7.247
2014	111	7.191
2015	107	7.143
2016	103	7.102
2017	99	7.070
2018	96	7.046
2019	92	7.030
2020	89	7.021

## APÊNDICE 97

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia				
Ano	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
2007	13.086	43.596	103.760	271.079
2008	13.912	42.748	109.495	296.078
2009	13.591	38.619	106.255	298.168
2010	13.859	36.499	107.694	314.352
2011	14.253	34.862	110.157	335.127
2012	14.690	33.423	112.962	358.785
2013	15.161	32.135	116.050	385.348
2014	15.725	31.089	119.858	416.554
2015	16.258	30.012	123.435	449.389
2016	16.757	28.908	126.769	483.806
2017	17.222	27.784	129.848	519.739
2018	17.650	26.642	132.659	557.111
2019	18.039	25.487	135.191	595.834
2020	18.388	24.324	137.432	635.810

Cuiabá			
Ano	GLP	Óleo	Lenha
2007	9.740	37.194	7.931
2008	10.476	36.879	8.502
2009	10.274	33.433	8.314
2010	10.548	31.804	8.513
2011	10.924	30.577	8.796
2012	11.331	29.494	9.103
2013	11.762	28.513	9.431
2014	12.265	27.727	9.816
2015	12.737	26.878	10.177
2016	13.174	25.976	10.510
2017	13.575	25.026	10.815
2018	13.938	24.036	11.089
2019	14.259	23.012	11.330
2020	14.536	21.961	11.537

Planalto da Serra	
Ano	Lenha
2007	5.920
2008	5.991
2009	5.622
2010	5.511
2011	5.464
2012	5.445
2013	5.450
2014	5.497
2015	5.545
2016	5.593
2017	5.642
2018	5.692
2019	5.744
2020	5.796



## APÊNDICE 98

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene
2007	1.387.463	4.050.993	13.422.409	509.731
2008	1.407.584	4.162.467	14.022.070	512.358
2009	1.318.317	3.946.697	13.517.328	475.659
2010	1.293.308	3.917.916	13.643.049	462.755
2011	1.284.300	3.935.164	13.932.265	455.916
2012	1.282.426	3.972.619	14.300.190	451.870
2013	1.286.645	4.027.719	14.741.221	450.187
2014	1.301.436	4.115.176	15.313.540	452.375
2015	1.316.358	4.202.586	15.900.836	454.754
2016	1.331.502	4.290.183	16.504.360	457.353
2017	1.346.942	4.378.155	17.125.252	460.195
2018	1.362.735	4.466.652	17.764.547	463.297
2019	1.378.926	4.555.782	18.423.179	466.671
2020	1.395.548	4.645.625	19.101.988	470.325

Cuiabá

Ano	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	1.010.517	2.881.001	8.372.035
2008	1.026.037	2.969.521	8.774.982
2009	959.168	2.816.309	8.462.781
2010	940.887	2.801.085	8.559.196
2011	934.762	2.819.920	8.762.297
2012	934.097	2.853.776	9.017.299
2013	938.103	2.900.815	9.320.792
2014	950.150	2.972.048	9.711.032
2015	962.387	3.043.433	10.112.326
2016	974.891	3.115.164	10.525.592
2017	987.724	3.187.395	10.951.679
2018	1.000.936	3.260.253	11.391.367
2019	1.014.566	3.333.832	11.845.376
2020	1.028.644	3.408.204	12.314.364

Planalto da Serra

Ano	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	768	2.253	4.430
2008	802	2.365	4.337
2009	778	2.308	3.958
2010	786	2.342	3.766
2011	801	2.397	3.624
2012	819	2.462	3.507
2013	840	2.535	3.410
2014	868	2.626	3.343
2015	895	2.717	3.280
2016	922	2.808	3.220
2017	949	2.899	3.164
2018	976	2.990	3.111
2019	1.004	3.081	3.061
2020	1.031	3.173	3.014

## APÊNDICE 99

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Baixo Crescimento. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	1.288	3.482	29.635	418
2008	1.409	3.809	32.412	457
2009	1.422	3.843	32.702	461
2010	1.496	4.044	34.418	485
2011	1.589	4.296	36.556	515
2012	1.693	4.575	38.933	549
2013	1.807	4.883	41.553	586
2014	1.939	5.240	44.595	629
2015	2.076	5.611	47.746	673
2016	2.218	5.994	51.007	719
2017	2.364	6.390	54.376	767
2018	2.515	6.798	57.855	816
2019	2.671	7.220	61.442	866
2020	2.832	7.654	65.137	919

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	73	198	1.689	24
2008	78	211	1.800	25
2009	78	211	1.793	25
2010	81	218	1.852	26
2011	84	227	1.929	27
2012	88	237	2.015	28
2013	92	248	2.110	30
2014	97	261	2.222	31
2015	102	275	2.336	33
2016	107	288	2.454	35
2017	112	302	2.574	36
2018	117	317	2.696	38
2019	123	332	2.822	40
2020	128	347	2.950	42

## APÊNDICE 100

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento da economia. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	537.211	394.244	31.973	303.033	177.661
2008	545.689	400.465	32.477	307.815	180.465
2009	541.091	397.091	32.204	305.222	178.944
2010	543.746	399.040	32.362	306.720	179.822
2011	548.161	402.279	32.624	309.210	181.282
2012	553.327	406.070	32.932	312.124	182.991
2013	559.156	410.348	33.279	315.412	184.918
2014	566.290	415.584	33.703	319.436	187.278
2015	573.369	420.779	34.125	323.430	189.619
2016	580.393	425.933	34.543	327.391	191.941
2017	587.361	431.047	34.957	331.322	194.246
2018	594.275	436.121	35.369	335.222	196.532
2019	601.138	441.157	35.777	339.093	198.802
2020	607.951	446.158	36.183	342.937	201.055

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	789	579	47	445	261
2008	810	594	48	457	268
2009	831	610	49	469	275
2010	852	626	51	481	282
2011	873	641	52	493	289
2012	894	656	53	504	296
2013	915	672	54	516	303
2014	936	687	56	528	310
2015	957	702	57	540	316
2016	978	717	58	551	323
2017	998	733	59	563	330
2018	1.019	748	61	575	337
2019	1.040	763	62	587	344
2020	1.061	779	63	598	351

## APÊNDICE 101

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	50.730	1.218.146	562.485
2008	54.019	1.225.744	542.523
2009	56.214	1.201.072	509.722
2010	59.557	1.194.061	486.042
2011	63.518	1.191.017	465.142
2012	68.037	1.189.401	445.810
2013	73.165	1.188.912	427.817
2014	79.064	1.190.920	411.537
2015	85.609	1.192.213	395.755
2016	92.859	1.192.751	380.448
2017	100.878	1.192.495	365.593
2018	109.731	1.191.401	351.168
2019	119.490	1.189.426	337.154
2020	130.227	1.186.519	323.530

Cuiabá

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	15.095	740.513	43.979
2008	15.963	735.053	41.340
2009	16.473	709.511	37.910
2010	17.322	695.558	35.418
2011	18.344	684.432	33.313
2012	19.516	674.526	31.473
2013	20.851	665.645	29.855
2014	22.399	658.583	28.467
2015	24.120	651.432	27.203
2016	26.030	644.195	26.048
2017	28.148	636.870	24.989
2018	30.496	629.453	24.013
2019	33.094	621.937	23.111
2020	35.967	614.312	22.272

Planalto da Serra

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	564	751	9.988
2008	529	709	9.456
2009	496	669	8.962
2010	469	635	8.538
2011	444	606	8.166
2012	422	579	7.837
2013	403	556	7.547
2014	386	535	7.291
2015	370	517	7.063
2016	356	500	6.859
2017	344	485	6.677
2018	333	472	6.514
2019	322	460	6.368
2020	313	449	6.237

## APÊNDICE 102

**Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado e força motriz, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – cenário de médio crescimento da economia. Unidade: GJ.**

Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	503.227	252.818	313.012	103.535
2008	540.130	271.357	335.966	111.127
2009	519.976	261.232	323.430	106.981
2010	531.582	267.063	330.649	109.369
2011	550.919	276.778	342.677	113.347
2012	573.577	288.161	356.770	118.009
2013	599.165	301.016	372.686	123.273
2014	630.465	316.741	392.155	129.713
2015	661.554	332.360	411.493	136.109
2016	692.426	347.870	430.696	142.461
2017	723.082	363.271	449.764	148.768
2018	753.528	378.567	468.701	155.032
2019	783.774	393.762	487.515	161.255
2020	813.833	408.864	506.212	167.439

Planalto da Serra

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	381	191	237	78
2008	396	199	246	81
2009	388	195	241	80
2010	392	197	244	81
2011	400	201	249	82
2012	409	206	254	84
2013	419	211	261	86
2014	432	217	269	89
2015	444	223	276	91
2016	456	229	284	94
2017	468	235	291	96
2018	480	241	299	99
2019	492	247	306	101
2020	504	253	313	104

## APÊNDICE 103

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Cuiabá	
Ano	GLP
2007	39
2008	43
2009	41
2010	42
2011	44
2012	46
2013	48
2014	51
2015	53
2016	56
2017	59
2018	62
2019	64
2020	67

Foi considerado nulo o consumo no município de Planalto da Serra, com números insignificantes.

## APÊNDICE 104

**Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia		
Ano	Eletricidade	Óleo
2007	40.000	17.314
2008	41.941	19.397
2009	39.545	19.492
2010	39.540	20.722
2011	40.066	22.277
2012	40.784	24.010
2013	41.653	25.914
2014	42.848	28.122
2015	43.962	30.387
2016	44.998	32.704
2017	45.959	35.070
2018	46.851	37.482
2019	47.677	39.936
2020	48.441	42.430

Cuiabá		
Ano	Eletricidade	Óleo
2007	31.541	17.001
2008	32.986	19.070
2009	30.962	19.148
2010	30.848	20.357
2011	31.154	21.885
2012	31.607	23.584
2013	32.175	25.448
2014	32.993	27.607
2015	33.742	29.815
2016	34.426	32.067
2017	35.049	34.358
2018	35.615	36.686
2019	36.129	39.046
2020	36.595	41.436

Planalto da Serra	
Ano	Eletricidade
2007	24
2008	25
2009	24
2010	24
2011	25
2012	25
2013	26
2014	27
2015	27
2016	28
2017	29
2018	30
2019	30
2020	31

## APÊNDICE 105

Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.

### Cuiabá

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	15.537	54.378
2008	16.769	58.692
2009	16.568	57.988
2010	17.159	60.055
2011	17.948	62.818
2012	18.826	65.891
2013	19.785	69.248
2014	20.903	73.161
2015	22.021	77.075
2016	23.138	80.984
2017	24.252	84.882
2018	25.362	88.765
2019	26.465	92.627
2020	27.560	96.461

### Planalto da Serra

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	12	41
2008	12	41
2009	11	39
2010	11	39
2011	11	38
2012	11	38
2013	11	39
2014	11	39
2015	11	39
2016	11	39
2017	11	40
2018	11	40
2019	11	40
2020	11	40

## APÊNDICE 106

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento.**  
**Unidade: GJ.**

Bacia			
Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	1.414.432	1.194	31.154
2008	1.528.636	1.347	32.868
2009	1.525.048	1.399	31.993
2010	1.588.054	1.514	32.488
2011	1.669.040	1.650	33.278
2012	1.759.123	1.801	34.164
2013	1.857.919	1.966	35.124
2014	1.972.517	2.154	36.277
2015	2.089.396	2.352	37.355
2016	2.208.549	2.559	38.357
2017	2.329.970	2.775	39.278
2018	2.453.655	3.001	40.116
2019	2.579.602	3.236	40.868
2020	2.707.807	3.480	41.530

Cuiabá			
Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	429.281	819	24.533
2008	459.261	914	25.574
2009	449.896	933	24.398
2010	462.150	995	24.397
2011	479.655	1.071	24.637
2012	499.405	1.155	24.944
2013	521.175	1.245	25.300
2014	546.982	1.349	25.792
2015	572.661	1.455	26.212
2016	598.213	1.564	26.561
2017	623.637	1.675	26.842
2018	648.929	1.790	27.055
2019	674.083	1.906	27.200
2020	699.088	2.025	27.278

Planalto da Serra	
Ano	Eletricidade
2007	344
2008	359
2009	346
2010	349
2011	354
2012	361
2013	368
2014	378
2015	387
2016	396
2017	404
2018	412
2019	419
2020	426

## APÊNDICE 107

**Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	707.390	105.340	43.365	205.016
2008	744.842	108.547	41.613	205.445
2009	725.989	102.959	36.819	189.994
2010	740.506	101.654	33.960	183.328
2011	764.186	101.033	31.571	178.463
2012	792.625	100.444	29.389	174.133
2013	825.514	99.820	27.373	170.167
2014	865.862	99.481	25.587	167.061
2015	907.614	98.688	23.822	163.534
2016	950.789	97.478	22.094	159.642
2017	995.390	95.887	20.414	155.436
2018	1.041.411	93.957	18.794	150.969
2019	1.088.834	91.729	17.240	146.290
2020	1.137.635	89.242	15.760	141.445

Cuiabá

Ano	Eletricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	224.705	79.680	37.128	13.712
2008	240.835	84.067	36.416	13.728
2009	236.950	80.967	32.666	12.576
2010	245.055	81.538	30.687	12.073
2011	256.631	82.733	29.085	11.701
2012	270.154	83.984	27.613	11.365
2013	285.570	85.225	26.232	11.054
2014	304.077	86.750	25.019	10.802
2015	323.452	87.863	23.759	10.517
2016	343.723	88.571	22.469	10.206
2017	364.908	88.887	21.162	9.871
2018	387.023	88.827	19.853	9.519
2019	410.073	88.409	18.553	9.152
2020	434.060	87.656	17.272	8.774

Planalto da Serra

Ano	Eletricidade	Lenha
2007	170	9.034
2008	166	9.016
2009	149	8.359
2010	141	8.100
2011	134	7.944
2012	129	7.835
2013	124	7.766
2014	120	7.758
2015	116	7.755
2016	113	7.757
2017	109	7.765
2018	106	7.779
2019	102	7.798
2020	99	7.824

## APÊNDICE 108

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento.**  
**Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
2007	16.740	62.724	129.492	274.530
2008	18.037	62.606	138.044	303.254
2009	17.841	57.490	135.224	309.597
2010	18.320	54.909	137.630	330.214
2011	18.887	52.740	140.741	355.721
2012	19.427	50.611	143.682	384.446
2013	19.923	48.482	146.334	416.425
2014	20.438	46.504	149.155	453.391
2015	20.819	44.330	151.027	492.368
2016	21.063	42.001	151.952	533.312
2017	21.173	39.559	151.954	576.156
2018	21.153	37.045	151.071	620.819
2019	21.009	34.496	149.359	667.204
2020	20.749	31.947	146.882	715.203

Cuiabá

Ano	GLP	Óleo	Lenha
2007	18.859	69.241	14.426
2008	21.489	72.690	16.317
2009	22.408	70.110	16.904
2010	24.368	70.769	18.273
2011	26.675	72.143	19.895
2012	29.203	73.769	21.673
2013	31.953	75.605	23.607
2014	35.067	77.921	25.800
2015	38.304	80.126	28.074
2016	41.661	82.230	30.426
2017	45.134	84.237	32.854
2018	48.719	86.154	35.355
2019	52.412	87.987	37.926
2020	56.209	89.743	40.565

Planalto da Serra

Ano	Lenha
2007	6.105
2008	6.216
2009	5.891
2010	5.815
2011	5.797
2012	5.802
2013	5.827
2014	5.889
2015	5.947
2016	6.002
2017	6.054
2018	6.104
2019	6.153
2020	6.199

## APÊNDICE 109

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor de transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia					Cuiabá				Planalto da Serra			
Ano	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene	Ano	Álcool	Gasolina	Diesel	Ano	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	1.405.007	4.102.216	13.592.131	516.176	2007	1.023.649	2.918.439	8.480.827	2007	776	2.277	4.479
2008	1.441.453	4.262.624	14.359.467	524.686	2008	1.051.374	3.042.849	8.991.667	2008	819	2.415	4.429
2009	1.368.414	4.096.674	14.030.996	493.734	2009	996.642	2.926.340	8.793.417	2009	804	2.385	4.090
2010	1.357.961	4.113.774	14.325.068	485.889	2010	989.244	2.945.050	8.999.104	2010	820	2.445	3.932
2011	1.362.451	4.174.621	14.780.051	483.659	2011	993.216	2.996.258	9.310.230	2011	844	2.526	3.819
2012	1.373.218	4.253.868	15.312.599	483.861	2012	1.002.015	3.061.273	9.672.945	2012	871	2.617	3.728
2013	1.389.335	4.349.179	15.917.747	486.118	2013	1.014.942	3.138.419	10.084.251	2013	901	2.716	3.654
2014	1.415.329	4.475.306	16.653.668	491.964	2014	1.035.406	3.238.727	10.582.394	2014	936	2.833	3.607
2015	1.440.938	4.600.316	17.405.679	497.791	2015	1.055.695	3.338.509	11.092.765	2015	971	2.950	3.561
2016	1.466.323	4.724.584	18.175.502	503.662	2016	1.075.940	3.438.058	11.616.596	2016	1.007	3.067	3.517
2017	1.491.620	4.848.423	18.964.715	509.625	2017	1.096.253	3.537.621	12.155.031	2017	1.042	3.184	3.475
2018	1.516.941	4.972.093	19.774.762	515.723	2018	1.116.725	3.637.402	12.709.132	2018	1.078	3.301	3.434
2019	1.542.376	5.095.800	20.606.960	521.988	2019	1.137.433	3.737.567	13.279.881	2019	1.113	3.418	3.396
2020	1.568.002	5.219.705	21.462.504	528.445	2020	1.158.437	3.838.249	13.868.184	2020	1.149	3.536	3.359

## APÊNDICE 110

**Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Médio Crescimento. Unidade: GJ.**

Cuiabá

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	1.305	3.528	30.020	423
2008	1.444	3.903	33.213	468
2009	1.477	3.993	33.980	479
2010	1.573	4.252	36.187	510
2011	1.689	4.564	38.842	548
2012	1.816	4.908	41.764	589
2013	1.955	5.283	44.956	634
2014	2.113	5.711	48.597	685
2015	2.277	6.155	52.376	739
2016	2.448	6.615	56.294	794
2017	2.624	7.092	60.351	851
2018	2.806	7.585	64.547	910
2019	2.995	8.094	68.883	971
2020	3.189	8.620	73.356	1.034

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	74	201	1.707	24
2008	80	216	1.838	26
2009	81	218	1.853	26
2010	84	227	1.933	27
2011	88	239	2.033	29
2012	93	252	2.142	30
2013	98	266	2.261	32
2014	104	282	2.397	34
2015	110	298	2.537	36
2016	117	315	2.680	38
2017	123	332	2.827	40
2018	129	350	2.977	42
2019	136	368	3.130	44
2020	143	386	3.288	46

## APÊNDICE 111

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, ar condicionado, aquecimento direto e outros usos no setor residencial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de alto crescimento da economia. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	539.241	395.733	32.094	304.178	178.332
2008	549.713	403.419	32.717	310.086	181.796
2009	547.201	401.575	32.567	308.668	180.965
2010	551.831	404.972	32.843	311.280	182.496
2011	558.168	409.624	33.220	314.855	184.592
2012	565.220	414.798	33.640	318.832	186.924
2013	572.900	420.434	34.097	323.165	189.463
2014	581.845	426.999	34.629	328.211	192.422
2015	590.712	433.507	35.157	333.213	195.354
2016	599.502	439.957	35.680	338.171	198.261
2017	608.215	446.351	36.199	343.085	201.143
2018	616.854	452.691	36.713	347.959	204.000
2019	625.423	458.980	37.223	352.792	206.833
2020	633.925	465.219	37.729	357.588	209.645

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Aquecimento direto	Outros Usos
2007	789	579	47	445	261
2008	809	594	48	457	268
2009	831	610	49	469	275
2010	852	625	51	481	282
2011	873	641	52	492	289
2012	894	656	53	504	296
2013	915	671	54	516	303
2014	936	687	56	528	309
2015	956	702	57	539	316
2016	977	717	58	551	323
2017	998	732	59	563	330
2018	1.019	748	61	575	337
2019	1.040	763	62	586	344
2020	1.060	778	63	598	351

## APÊNDICE 112

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setore residencial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	50.937	1.223.114	564.778
2008	54.448	1.235.476	546.831
2009	56.897	1.215.662	515.914
2010	60.508	1.213.127	493.803
2011	64.761	1.214.328	474.245
2012	69.602	1.216.758	456.064
2013	75.086	1.220.131	439.051
2014	81.380	1.225.805	423.592
2015	88.366	1.230.604	408.499
2016	96.109	1.234.492	393.762
2017	104.679	1.237.429	379.369
2018	114.150	1.239.373	365.308
2019	124.599	1.240.280	351.569
2020	136.107	1.240.099	338.139

Cuiabá

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	15.152	743.311	44.145
2008	16.081	740.475	41.645
2009	16.659	717.523	38.338
2010	17.580	705.900	35.944
2011	18.678	696.927	33.921
2012	19.935	689.023	32.149
2013	21.364	682.006	30.589
2014	23.015	676.674	29.249
2015	24.849	671.137	28.026
2016	26.887	665.405	26.906
2017	29.148	659.481	25.876
2018	31.655	653.368	24.926
2019	34.431	647.063	24.044
2020	37.504	640.557	23.224

Planalto da Serra

Ano	Carvão	GLP	Lenha
2007	564	751	9.986
2008	529	708	9.454
2009	496	669	8.959
2010	468	635	8.535
2011	444	605	8.163
2012	422	579	7.834
2013	403	556	7.544
2014	385	535	7.288
2015	370	517	7.060
2016	356	500	6.856
2017	344	485	6.674
2018	332	472	6.512
2019	322	460	6.366
2020	313	449	6.235

## APÊNDICE 113

**Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, ar condicionado, refrigeração e força motriz, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

### Cuiabá

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	511.903	257.176	318.408	105.320
2008	557.332	279.999	346.666	114.666
2009	546.062	274.337	339.656	112.348
2010	566.082	284.396	352.109	116.467
2011	593.617	298.229	369.236	122.132
2012	624.314	313.651	388.330	128.447
2013	657.798	330.472	409.156	135.336
2014	696.835	350.085	433.438	143.368
2015	735.563	369.541	457.527	151.336
2016	773.982	388.843	481.424	159.240
2017	812.099	407.992	505.133	167.083
2018	849.923	426.995	528.660	174.865
2019	887.473	445.859	552.016	182.590
2020	924.762	464.593	575.211	190.262

### Planalto da Serra

Ano/Usos final	Iluminação	Refrigeração	Ar condicionado	Força Motriz
	Eletricidade			
2007	385	193	239	79
2008	403	202	251	83
2009	398	200	248	82
2010	406	204	253	84
2011	417	210	259	86
2012	429	216	267	88
2013	443	222	275	91
2014	458	230	285	94
2015	473	238	294	97
2016	488	245	304	100
2017	503	253	313	104
2018	518	260	322	107
2019	533	268	331	110
2020	547	275	340	113

## APÊNDICE 114

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor comercial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Cuiabá	
Ano	GLP
2007	40
2008	44
2009	43
2010	45
2011	47
2012	50
2013	53
2014	56
2015	59
2016	63
2017	66
2018	69
2019	73
2020	76

Foi considerado nulo o consumo no município de Planalto da Serra, com números insignificantes.

## APÊNDICE 115

**Projeções das demandas de energia nos outros usos finais, no setor comercial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Eletricidade	Óleo
2007	40.676	17.607
2008	43.253	20.004
2009	41.492	20.451
2010	42.060	22.042
2011	43.118	23.974
2012	44.331	26.098
2013	45.664	28.410
2014	47.291	31.038
2015	48.810	33.737
2016	50.226	36.504
2017	51.544	39.331
2018	52.770	42.217
2019	53.909	45.157
2020	54.968	48.146

Cuiabá

Ano	Eletricidade	Óleo
2007	32.085	17.294
2008	34.036	19.678
2009	32.515	20.109
2010	32.850	21.678
2011	33.568	23.581
2012	34.403	25.670
2013	35.323	27.938
2014	36.466	30.514
2015	37.516	33.151
2016	38.480	35.844
2017	39.363	38.588
2018	40.171	41.379
2019	40.909	44.212
2020	41.584	47.084

Planalto da Serra

Ano	Eletricidade
2007	24
2008	25
2009	25
2010	25
2011	26
2012	27
2013	27
2014	28
2015	29
2016	30
2017	31
2018	32
2019	33
2020	34

## APÊNDICE 116

**Projeções das demandas de eletricidade nos usos finais iluminação e refrigeração, no setor industrial dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento.**  
Unidade: GJ.

### Cuiabá

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	15.734	55.069
2008	17.169	60.093
2009	17.185	60.146
2010	17.989	62.961
2011	18.993	66.477
2012	20.089	70.311
2013	21.268	74.437
2014	22.607	79.124
2015	23.948	83.819
2016	25.290	88.513
2017	26.629	93.202
2018	27.965	97.878
2019	29.295	102.534
2020	30.618	107.162

### Planalto da Serra

Ano / Uso Final	Iluminação	Refrigeração
2007	12	41
2008	12	42
2009	12	40
2010	11	40
2011	12	40
2012	12	41
2013	12	41
2014	12	42
2015	12	42
2016	12	43
2017	12	43
2018	12	44
2019	13	44
2020	13	44

## APÊNDICE 117

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia			
Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	1.432.042	1.209	31.542
2008	1.564.464	1.378	33.638
2009	1.580.790	1.450	33.163
2010	1.663.580	1.586	34.033
2011	1.764.709	1.745	35.185
2012	1.875.376	1.920	36.422
2013	1.995.200	2.111	37.720
2014	2.131.203	2.328	39.195
2015	2.269.991	2.555	40.584
2016	2.411.556	2.794	41.882
2017	2.555.893	3.044	43.087
2018	2.702.995	3.306	44.193
2019	2.852.858	3.579	45.197
2020	3.005.479	3.863	46.095

Cuiabá			
Ano	Eletricidade	GLP	Óleo
2007	434.734	829	24.845
2008	470.221	936	26.184
2009	466.640	967	25.307
2010	484.509	1.043	25.578
2011	507.594	1.134	26.072
2012	532.908	1.232	26.618
2013	560.228	1.339	27.196
2014	591.564	1.458	27.894
2015	622.765	1.582	28.505
2016	653.832	1.709	29.031
2017	684.762	1.840	29.473
2018	715.547	1.974	29.832
2019	746.180	2.110	30.109
2020	776.647	2.250	30.304

Planalto da Serra	
Ano	Eletricidade
2007	348
2008	366
2009	357
2010	363
2011	372
2012	382
2013	393
2014	405
2015	417
2016	429
2017	440
2018	450
2019	460
2020	469

## APÊNDICE 118

**Projeções das demandas de energia no uso final aquecimento direto, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia

Ano	Elettricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	716.197	106.652	43.905	207.569
2008	762.299	111.091	42.589	210.260
2009	752.524	106.722	38.165	196.938
2010	775.724	106.488	35.575	192.046
2011	807.989	106.824	33.380	188.692
2012	845.006	107.082	31.332	185.641
2013	886.511	107.196	29.396	182.741
2014	935.519	107.485	27.646	180.501
2015	986.063	107.218	25.882	177.669
2016	1.038.184	106.438	24.125	174.316
2017	1.091.907	105.185	22.394	170.508
2018	1.147.238	103.505	20.703	166.311
2019	1.204.174	101.446	19.066	161.787
2020	1.262.697	99.052	17.492	156.994

Cuiabá

Ano	Elettricidade	GLP	Óleo	Lenha
2007	227.560	80.692	37.600	13.886
2008	246.583	86.073	37.285	14.056
2009	245.769	83.980	33.881	13.044
2010	256.911	85.483	32.171	12.657
2011	271.579	87.552	30.780	12.382
2012	288.277	89.618	29.465	12.128
2013	306.969	91.611	28.198	11.883
2014	328.861	93.821	27.058	11.682
2015	351.752	95.550	25.838	11.438
2016	375.680	96.806	24.558	11.155
2017	400.674	97.599	23.237	10.839
2018	426.754	97.946	21.892	10.496
2019	453.933	97.865	20.538	10.130
2020	482.215	97.381	19.189	9.747

Planalto da Serra

Ano	Elettricidade	Lenha
2007	172	9.131
2008	169	9.202
2009	154	8.627
2010	147	8.440
2011	141	8.347
2012	136	8.297
2013	132	8.281
2014	129	8.322
2015	125	8.364
2016	122	8.408
2017	119	8.454
2018	116	8.505
2019	112	8.560
2020	109	8.619

## APÊNDICE 119

**Projeções das demandas de energia no uso final calor de processo, no setor industrial da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia				
Ano	GLP	Óleo	Lenha	Bagaço de Cana
2007	16.948	63.505	131.105	277.948
2008	18.459	64.073	141.279	310.362
2009	18.493	59.591	140.167	320.913
2010	19.191	57.521	144.176	345.918
2011	19.970	55.764	148.808	376.111
2012	20.711	53.956	153.177	409.852
2013	21.396	52.065	157.147	447.195
2014	22.083	50.246	161.155	489.866
2015	22.618	48.161	164.080	534.926
2016	22.999	45.861	165.919	582.333
2017	23.226	43.395	166.688	632.022
2018	23.303	40.809	166.423	683.906
2019	23.234	38.150	165.180	737.881
2020	23.030	35.459	163.029	793.826

Cuiabá			
Ano	GLP	Óleo	Lenha
2007	19.099	70.121	14.609
2008	22.002	74.424	16.706
2009	23.243	72.720	17.533
2010	25.547	74.193	19.157
2011	28.229	76.345	21.054
2012	31.162	78.718	23.127
2013	34.347	81.271	25.376
2014	37.925	84.271	27.903
2015	41.655	87.137	30.530
2016	45.535	89.875	33.255
2017	49.558	92.493	36.074
2018	53.720	94.998	38.984
2019	58.017	97.398	41.982
2020	62.445	99.699	45.065

Planalto da Serra	
Ano	Lenha
2007	6.171
2008	6.344
2009	6.080
2010	6.058
2011	6.091
2012	6.144
2013	6.214
2014	6.317
2015	6.414
2016	6.505
2017	6.592
2018	6.674
2019	6.754
2020	6.830

## APÊNDICE 120

**Projeções das demandas de energia no uso final força motriz, no setor transporte da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.**

Bacia					Cuiabá				Planalto da Serra			
Ano	Álcool	Gasolina	Diesel	Querosene	Ano	Álcool	Gasolina	Diesel	Ano	Álcool	Gasolina	Diesel
2007	1.422.385	4.152.956	13.760.250	522.560	2007	1.036.654	2.955.517	8.588.573	2007	785	2.302	4.528
2008	1.475.001	4.361.832	14.693.668	536.897	2008	1.076.463	3.115.463	9.206.243	2008	835	2.465	4.521
2009	1.418.025	4.245.197	14.539.682	511.635	2009	1.033.736	3.035.255	9.120.698	2009	830	2.462	4.221
2010	1.421.986	4.307.730	15.000.465	508.797	2010	1.037.106	3.087.537	9.434.500	2010	855	2.547	4.096
2011	1.439.844	4.411.757	15.619.619	511.133	2011	1.051.068	3.170.783	9.852.529	2011	887	2.655	4.013
2012	1.463.132	4.532.397	16.315.218	515.542	2012	1.069.235	3.266.640	10.321.858	2012	922	2.771	3.948
2013	1.491.034	4.667.538	17.082.923	521.701	2013	1.090.996	3.373.592	10.839.901	2013	960	2.896	3.897
2014	1.528.125	4.831.971	17.980.901	531.172	2014	1.119.796	3.502.697	11.444.904	2014	1.004	3.039	3.869
2015	1.564.320	4.994.226	18.896.073	540.416	2015	1.148.061	3.630.607	12.063.310	2015	1.048	3.181	3.841
2016	1.599.851	5.154.819	19.830.621	549.527	2016	1.175.977	3.757.715	12.696.658	2016	1.091	3.324	3.812
2017	1.634.913	5.314.187	20.786.559	558.583	2017	1.203.701	3.884.355	13.346.387	2017	1.135	3.466	3.783
2018	1.669.670	5.472.696	21.765.737	567.648	2018	1.231.367	4.010.812	14.013.832	2018	1.178	3.609	3.755
2019	1.704.263	5.630.651	22.769.850	576.775	2019	1.259.087	4.137.321	14.700.237	2019	1.222	3.752	3.727
2020	1.738.806	5.788.295	23.800.445	586.010	2020	1.286.957	4.264.073	15.406.751	2020	1.266	3.895	3.700

## APÊNDICE 121

Projeções das demandas de energia nos usos finais iluminação, refrigeração, força motriz e outros usos, no setor agropecuário dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra – Cenário de Alto Crescimento. Unidade: GJ.

Cuiabá

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	1.322	3.572	30.402	429
2008	1.478	3.996	34.005	480
2009	1.532	4.142	35.245	497
2010	1.649	4.458	37.938	535
2011	1.787	4.830	41.104	580
2012	1.938	5.237	44.566	628
2013	2.101	5.679	48.325	681
2014	2.285	6.176	52.557	741
2015	2.476	6.693	56.958	803
2016	2.675	7.230	61.528	868
2017	2.881	7.787	66.266	934
2018	3.095	8.364	71.174	1.004
2019	3.315	8.960	76.250	1.075
2020	3.543	9.576	81.495	1.149

Planalto da Serra

Ano	Iluminação	Refrigeração	Força Motriz	Outros Usos
	Eletricidade			
2007	75	203	1.726	24
2008	82	220	1.876	26
2009	83	225	1.912	27
2010	88	237	2.014	28
2011	93	251	2.136	30
2012	99	267	2.268	32
2013	105	283	2.411	34
2014	112	302	2.571	36
2015	119	321	2.736	39
2016	126	341	2.904	41
2017	134	362	3.077	43
2018	142	382	3.255	46
2019	149	404	3.436	48
2020	157	426	3.622	51

## APÊNDICE 122

Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra-  
Cenário de baixo crescimento – Unidade: GJ.

Bacia

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	3.817.273	1.532.671	3.171.035	19.370.596	129.384	28.020.959
2008	3.826.964	1.616.085	3.341.769	20.104.478	140.261	29.029.557
2009	3.736.815	1.526.306	3.246.626	19.258.001	142.446	27.910.194
2010	3.705.463	1.533.964	3.302.185	19.317.028	149.567	28.008.207
2011	3.689.362	1.565.671	3.397.086	19.607.646	158.134	28.417.899
2012	3.680.445	1.607.921	3.510.955	20.007.105	167.528	28.973.953
2013	3.677.805	1.659.455	3.642.526	20.505.773	177.764	29.663.323
2014	3.685.934	1.728.658	3.806.482	21.182.528	189.489	30.593.092
2015	3.694.632	1.797.509	3.973.709	21.874.534	201.611	31.541.996
2016	3.703.862	1.865.975	4.144.276	22.583.397	214.136	32.511.647
2017	3.713.602	1.934.039	4.318.241	23.310.544	227.067	33.503.494
2018	3.723.835	2.001.703	4.495.656	24.057.231	240.411	34.518.835
2019	3.734.557	2.068.988	4.676.562	24.824.558	254.171	35.558.837
2020	3.745.761	2.135.912	4.860.996	25.613.486	268.354	36.624.510

Cuiabá

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	2.235.153	1.199.921	969.697	12.263.554	34.824	16.703.149
2008	2.242.445	1.268.540	1.021.526	12.770.540	38.088	17.341.138
2009	2.193.149	1.197.856	983.923	12.238.258	38.428	16.651.613
2010	2.176.808	1.205.379	996.313	12.301.168	40.445	16.720.113
2011	2.168.910	1.232.188	1.021.138	12.516.979	42.956	16.982.172
2012	2.164.929	1.267.447	1.051.525	12.805.172	45.750	17.334.824
2013	2.164.381	1.310.166	1.086.967	13.159.710	48.828	17.770.053
2014	2.169.843	1.367.134	1.132.045	13.633.229	52.403	18.354.654
2015	2.175.539	1.423.826	1.177.368	14.118.146	56.106	18.950.986
2016	2.181.461	1.480.219	1.222.980	14.615.647	59.938	19.560.245
2017	2.187.603	1.536.299	1.268.917	15.126.798	63.897	20.183.513
2018	2.193.960	1.592.068	1.315.205	15.652.556	67.984	20.821.774
2019	2.200.536	1.647.542	1.361.867	16.193.774	72.200	21.475.918
2020	2.207.328	1.702.736	1.408.915	16.751.212	76.542	22.146.732

Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	13.424	903	15.534	7.451	1.984	39.296
2008	12.872	930	15.482	7.504	2.115	38.903
2009	12.365	902	14.319	7.044	2.107	36.737
2010	11.937	905	13.844	6.893	2.176	35.756
2011	11.568	916	13.548	6.822	2.266	35.119
2012	11.248	930	13.334	6.788	2.367	34.667
2013	10.971	946	13.191	6.786	2.479	34.374
2014	10.733	969	13.157	6.837	2.611	34.307
2015	10.527	991	13.130	6.892	2.745	34.285
2016	10.348	1.013	13.110	6.950	2.883	34.304
2017	10.195	1.035	13.097	7.012	3.024	34.363
2018	10.063	1.057	13.091	7.077	3.169	34.457
2019	9.950	1.078	13.093	7.146	3.316	34.584
2020	9.855	1.100	13.102	7.219	3.467	34.743

## APÊNDICE 123

Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra-  
Cenário de médio crescimento – Unidade: GJ.

Bacia						
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	3.833.053	1.559.279	3.211.402	19.615.530	130.647	28.349.911
2008	3.857.887	1.668.771	3.422.764	20.588.229	142.914	29.680.566
2009	3.783.219	1.606.160	3.371.065	19.989.819	146.658	28.896.921
2010	3.766.187	1.639.471	3.468.808	20.282.691	155.418	29.312.576
2011	3.763.746	1.696.114	3.605.839	20.800.781	165.733	30.032.212
2012	3.767.959	1.762.765	3.762.059	21.423.545	176.986	30.893.315
2013	3.777.973	1.838.221	3.936.281	22.142.378	189.194	31.884.048
2014	3.798.277	1.930.817	4.143.103	23.036.266	203.000	33.111.463
2015	3.818.799	2.022.735	4.353.752	23.944.724	217.314	34.357.324
2016	3.839.532	2.113.960	4.568.344	24.870.071	232.142	35.624.049
2017	3.860.478	2.204.496	4.786.981	25.814.384	247.488	36.913.826
2018	3.881.644	2.294.362	5.009.750	26.779.519	263.357	38.228.631
2019	3.903.049	2.383.596	5.236.727	27.767.123	279.756	39.570.251
2020	3.924.705	2.472.233	5.467.980	28.778.656	296.689	40.940.262

Cuiabá						
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	2.243.710	1.221.173	982.298	12.422.915	35.277	16.905.372
2008	2.259.268	1.310.679	1.046.751	13.085.890	39.028	17.741.616
2009	2.218.444	1.261.770	1.022.364	12.716.399	39.930	17.258.908
2010	2.209.987	1.289.910	1.047.520	12.933.398	42.523	17.523.338
2011	2.209.645	1.336.803	1.084.992	13.299.703	45.642	17.976.786
2012	2.212.957	1.391.753	1.127.982	13.736.234	49.077	18.518.002
2013	2.219.465	1.453.810	1.176.000	14.237.613	52.828	19.139.716
2014	2.231.741	1.529.726	1.233.623	14.856.527	57.105	19.908.722
2015	2.244.077	1.605.126	1.291.520	15.486.969	61.546	20.689.238
2016	2.256.475	1.680.001	1.349.745	16.130.595	66.150	21.482.965
2017	2.268.940	1.754.351	1.408.343	16.788.906	70.918	22.291.458
2018	2.281.481	1.828.190	1.467.350	17.463.259	75.849	23.116.129
2019	2.294.110	1.901.547	1.526.792	18.154.881	80.943	23.958.273
2020	2.306.835	1.974.447	1.586.691	18.864.870	86.200	24.819.043

## Planalto da Serra

Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	13.423	912	15.705	7.533	2.006	39.579
2008	12.869	947	15.810	7.663	2.160	39.450
2009	12.362	928	14.796	7.280	2.177	37.542
2010	11.933	939	14.454	7.197	2.272	36.794
2011	11.563	957	14.278	7.190	2.388	36.376
2012	11.243	979	14.176	7.216	2.517	36.130
2013	10.966	1.003	14.135	7.271	2.657	36.031
2014	10.728	1.033	14.195	7.377	2.817	36.149
2015	10.522	1.062	14.256	7.483	2.981	36.304
2016	10.344	1.091	14.319	7.591	3.149	36.494
2017	10.190	1.120	14.384	7.701	3.321	36.716
2018	10.059	1.149	14.452	7.813	3.498	36.970
2019	9.946	1.177	14.523	7.927	3.678	37.252
2020	9.851	1.205	14.599	8.044	3.863	37.562

## APÊNDICE 124

Projeções das demandas totais de energia nos setores residencial, comercial, industrial, transporte e agropecuário da bacia e dos municípios de Cuiabá e de Planalto da Serra-  
Cenário de alto crescimento – Unidade: GJ.

Bacia						
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	3.848.684	1.585.637	3.251.387	19.858.152	131.900	28.675.759
2008	3.888.519	1.720.960	3.502.986	21.067.398	145.550	30.325.412
2009	3.829.174	1.685.242	3.494.279	20.714.539	150.849	29.874.083
2010	3.826.324	1.743.956	3.633.783	21.238.978	161.244	30.604.285
2011	3.837.409	1.825.293	3.812.524	21.982.352	173.302	31.630.881
2012	3.854.626	1.916.113	4.010.677	22.826.289	186.408	32.794.114
2013	3.877.174	2.015.260	4.227.133	23.763.196	200.577	34.083.340
2014	3.909.536	2.131.028	4.476.409	24.872.168	216.448	35.605.588
2015	3.941.770	2.245.792	4.730.064	25.995.035	232.935	37.145.597
2016	3.973.897	2.359.559	4.988.262	27.134.818	250.045	38.706.582
2017	4.005.943	2.472.353	5.251.145	28.294.241	267.781	40.291.464
2018	4.037.938	2.584.209	5.518.839	29.475.751	286.151	41.902.888
2019	4.069.924	2.695.184	5.791.452	30.681.539	305.159	43.543.258
2020	4.101.932	2.805.327	6.069.081	31.913.555	324.812	45.214.708

Cuiabá						
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	2.252.186	1.242.225	994.778	12.580.744	35.725	17.105.657
2008	2.275.931	1.352.422	1.071.731	13.398.170	39.959	18.138.212
2009	2.243.495	1.325.069	1.060.415	13.189.688	41.416	17.860.084
2010	2.242.845	1.373.626	1.098.201	13.559.144	44.581	18.318.397
2011	2.249.986	1.440.411	1.148.191	14.074.380	48.301	18.961.267
2012	2.260.521	1.514.865	1.203.653	14.657.734	52.369	19.689.141
2013	2.274.017	1.596.077	1.264.122	15.304.489	56.786	20.495.491
2014	2.293.044	1.690.761	1.334.168	16.067.397	61.760	21.447.130
2015	2.311.956	1.784.693	1.404.519	16.841.978	66.931	22.410.077
2016	2.330.768	1.877.876	1.475.239	17.630.350	72.301	23.386.533
2017	2.349.498	1.970.324	1.546.379	18.434.443	77.869	24.378.513
2018	2.368.164	2.062.063	1.617.985	19.256.011	83.635	25.387.859
2019	2.386.789	2.153.133	1.690.091	20.096.645	89.600	26.416.258
2020	2.405.391	2.243.572	1.762.722	20.957.782	95.764	27.465.230

## Planalto da Serra

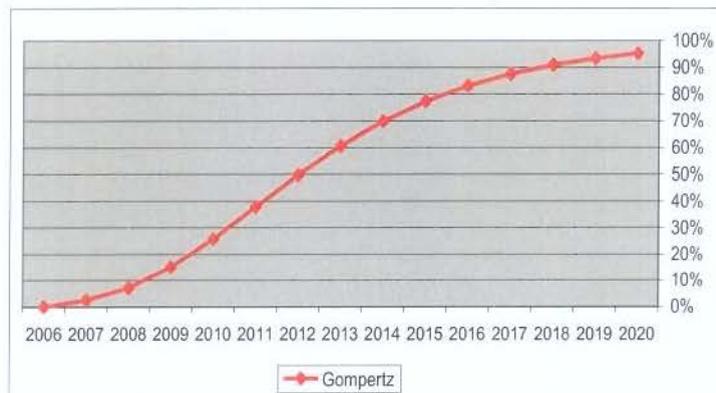
Ano	Residencial	Comercial	Industrial	Transporte	Agropecuário	Total
2007	13.421	920	15.875	7.614	2.028	39.858
2008	12.867	964	16.136	7.821	2.204	39.992
2009	12.358	953	15.270	7.513	2.247	38.341
2010	11.929	972	15.060	7.499	2.367	37.826
2011	11.559	998	15.004	7.555	2.510	37.625
2012	11.238	1.027	15.011	7.641	2.665	37.583
2013	10.961	1.059	15.072	7.753	2.833	37.677
2014	10.723	1.096	15.226	7.912	3.021	37.978
2015	10.517	1.132	15.375	8.070	3.215	38.308
2016	10.339	1.168	15.519	8.227	3.413	38.666
2017	10.186	1.204	15.660	8.384	3.616	39.051
2018	10.055	1.239	15.801	8.542	3.825	39.462
2019	9.942	1.274	15.942	8.701	4.038	39.897
2020	9.847	1.309	16.084	8.862	4.256	40.357

## APÊNDICE 125

Curvas de Gompertz utilizadas para modelagem da introdução de máquinas de lavar eficientes no mercado, e para modelagem da depreciação da vida útil de chuveiros elétricos, em programas integrados de conservação na bacia do rio Cuiabá.

Máquinas de lavar.

Gompertz	
2006	-
2007	2,55%
2008	7,21%
2009	15,20%
2010	25,92%
2011	38,01%
2012	50,00%
2013	60,86%
2014	70,06%
2015	77,49%
2016	83,30%
2017	87,73%
2018	91,05%
2019	93,50%
2020	95,30%

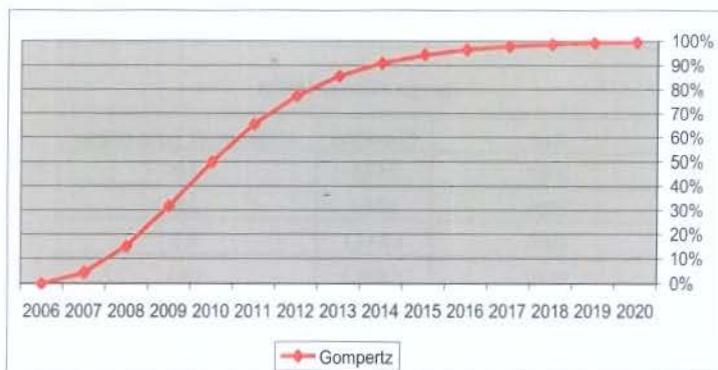


$$y(t)=a*\exp(b*\exp(c*t))$$

	6	<= "Meia vida" - metade do tempo de depreciação
a	100,0%	<= assíntota
b	-0,693	<= "intercepto" (calculado para se obter 50% na metade do tempo de depreciação)
c	-0,333	<= taxa de crescimento - (calculada em função da meia vida)
t		<= tempo (de -"Meia vida" até igual ou maior a +"Meia vida")

## Chuveiros elétricos.

Gompertz	
2006	-
2007	4,48%
2008	15,20%
2009	31,89%
2010	50,00%
2011	65,68%
2012	77,49%
2013	85,67%
2014	91,05%
2015	94,47%
2016	96,61%
2017	97,93%
2018	98,74%
2019	99,23%
2020	99,53%



$$y(t) = a \cdot \exp(b \cdot \exp(c \cdot t))$$

	4	<= "Meia vida" - metade do tempo de depreciação
a	100,0%	<= assíntota
b	-0,693	<= "intercepto" (calculado para se obter 50% na metade do tempo de depreciação)
c	-0,500	<= taxa de crescimento - (calculada em função da meia vida)
t		<= tempo (de -"Meia vida" até igual ou maior a +"Meia vida")

## APÊNDICE 126

**Ganhos esperados de eficiência energética no consumo de energia elétrica e de conservação de água relativos aos chuveiros elétricos e às máquinas de lavar roupas na bacia do rio Cuiabá.**

Energia elétrica (MWh)		
Ano	Chuveiros	Máquinas de lavar roupas
2007	260,5	1,0
2008	894,4	2,9
2009	1.844,1	6,1
2010	2.880,3	10,3
2011	3.787,1	15,2
2012	4.487,9	20,0
2013	4.998,0	24,5
2014	5.370,7	28,4
2015	5.638,3	31,7
2016	5.836,0	34,4
2017	5.988,3	36,5
2018	6.111,8	38,3
2019	6.217,1	39,7
2020	6.310,9	40,8

Água (m³)		
Ano	Chuveiros	Máquinas de lavar roupas
2007	78.938,9	20.656,8
2008	272.006,4	58.942,9
2009	564.348,8	121.416,5
2010	887.575,6	204.712,2
2011	1.173.688,4	297.220,8
2012	1.396.102,8	387.877,0
2013	1.557.902,5	469.715,1
2014	1.675.158,5	540.561,1
2015	1.758.133,5	599.029,8
2016	1.818.121,0	646.332,9
2017	1.863.177,8	684.283,3
2018	1.898.699,4	714.749,0
2019	1.928.177,8	739.398,5
2020	1.953.825,2	759.614,0