

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Luiz Antônio Lopes
E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 14.12.99.


ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – Uma
Análise do Álcool como Alternativa Energética

Autor : **Luiz Antonio Lopes**
Orientador: **Sinclair Mallet-Guy Guerra**

70/99

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA**

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – Uma
Análise do Álcool como Alternativa Energética**

Autor : **LUIZ ANTONIO LOPES**

Orientador: **SINCLAIR MALLET-GUY GUERRA**

Curso: Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

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

Campinas, 1999

S.P. - Brasil

UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
L881d
V. _____
TOMBO BC/ 41450
PRCC. 278/00
C D
PREÇO R 11,00
DATA 11-07-00
N.º CPD _____

CM-00142421-1

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

L881d Lopes, Luiz Antonio
Desenvolvimento sustentável : uma análise do álcool
como alternativa energética / Luiz Antonio Lopes.--
Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Desenvolvi-
mento energético. 3. Álcool como combustível. 4.
Combustíveis líquidos. I. Guerra, Sinclair Mallet-Guy.
III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Mecânica. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – UMA
ANÁLISE DO ÁLCOOL COMO ALTERNATIVA
ENERGÉTICA**

Autor : Luiz Antonio Lopes

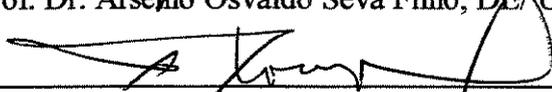
Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra



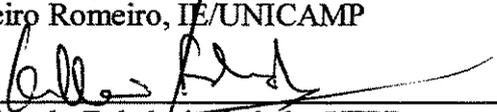
Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra, DE/ UNICAMP



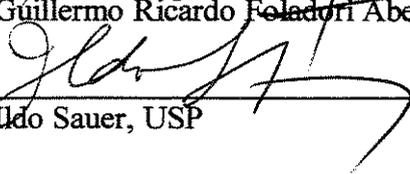
Prof. Dr. Arsênio Osvaldo Sevá Filho, DE/ UNICAMP



Prof. Dr. Ademar Ribeiro Romeiro, IE/ UNICAMP



Prof. Dr. Guillermo Ricardo Faldut Abeledo, UFPR



Prof. Dr. Udo Sauer, USP

Dedicatória

Dedico este trabalho à Carmen Lúcia e a nossos filhos Cristiane Maria, Jeferson Thiago, Ana Carolina e Luiza Helena.

Agradecimentos

Todo trabalho de pesquisa resume, estudos, investigação, experiências e investimentos. Isso não é produto de atos individuais, pelo contrário, é resultado da inter-relação com outras pessoas, e instituições. Daí o meu agradecimento àquelas que com apoio sob forma de recursos, conhecimentos e vivência contribuíram de algum modo para a realização desta tese.

Reluto em nominá-los por temer a omissão de alguns, todavia, é difícil deixar de agradecer expressamente:

em primeiro lugar a Deus, e a minha família, sem os quais nada disso teria sentido;

as instituições – Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná; Departamento de Energia da Universidade de Campinas; CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior, e seu Programa Institucional de Capacitação Docente;

ao amigo e professor Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra, pela paciente e dedicada orientação desta tese;

aos professores – Drs. Arsênio Osvaldo Sevá Filho e Ademar Ribeiro Romeiro, demais componentes da Banca Examinadora do Exame de Qualificação desta tese, pelo interesse demonstrado na arguição e sugestões;

ao prof. Dr. Ennio Peres da Silva coordenador do curso de Planejamento de Sistemas Energéticos e demais professores e funcionários do departamento de energia

aos professores Ramon Garcia Fernandes e Nilson Maciel de Paula, pela amizade e estímulo;

aos demais colegas e funcionários do departamento de economia, pela confiança e por terem assumido parte dos encargos a mim devidos durante o período de meu afastamento para o doutoramento em Campinas;

aos colegas da pós-graduação em Campinas, em especial ao Artur, Ednildo, Manoel, Márcia, Míriam, Rocha e Sérgio, pela amizade e companheirismo.

Resumo

Lopes, Luiz Antonio, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - Uma Análise do Álcool como Alternativa Energética. Campinas, : Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 267 p. Tese (Doutorado)

A matriz energética mundial concentrada em combustíveis fósseis, notadamente o petróleo, demonstra sinais de insustentabilidade. As razões para isso estariam tanto na escala como nos efeitos que tal consumo energético apresenta. Há necessidade de sua modificação por uma estrutura mais diversificada, com a incorporação de novas fontes. Existem evidências suficientes a sugerir que a sobrevivência e evolução da humanidade dependerão das fórmulas que ela for capaz de engendrar para vencer o desafio de desenvolver-se sustentavelmente. O objetivo desta tese foi o estudo da substituição dos combustíveis líquidos derivados do petróleo (recurso não renovável), principalmente a gasolina, por uma alternativa como o álcool de cana-de-açúcar (recurso renovável). Formulou-se a hipótese que em tal contexto de transição energética, o Brasil não pode se dar ao luxo de desprezar a potencialidade oferecida pelo álcool, ainda que como solução parcial no atendimento de suas necessidades de combustíveis líquidos para o transporte. Num primeiro momento, tratou-se da discussão da sustentabilidade que é a questão teórica de fundo da tese. No capítulo 2, fez-se uma análise da atual situação mundial de energia. De forma mais aprofundada, no capítulo 3, analisou-se a matriz brasileira de energia, contemplando suas principais características, recursos, potencialidades e limitações. Com tais referências, discutiu-se no capítulo 4, a experiência de utilização do álcool carburante no Brasil. Convém ressaltar que não se pretendeu fazer avaliação do Proálcool. Procurou-se atualizar e aprofundar alguns dos seus aspectos importantes, fornecendo novos elementos para reflexão sobre a relevância da produção

de álcool de cana-de-açúcar em substituição a derivados de petróleo (notadamente a gasolina), num contexto de desenvolvimento sustentável. As conclusões desta tese confirmam que a matriz energética mundial passa por uma fase de transição e a matriz brasileira também. A política energética deve orientar-se progressivamente para as fontes renováveis. A importância do álcool está em servir como parte da solução dessa fase de transição, por se tratar principalmente de combustível de fonte renovável. Demonstrou-se que a atividade sucro-alcooleira é uma das que mais gera emprego e seu álcool é menos oneroso economicamente frente a outras opções conhecidas. Existem evidências suficientes para se apostar na tendência declinante dos custos do álcool e elevação dos custos do petróleo e da gasolina. Diante disso, a principal desvantagem do Proálcool (sempre ligada à inviabilidade econômico-financeira), parece não mais se verificar, a não ser em casos muito específicos e isolados. Analisada sob o ponto de vista energético, a produção de álcool é mais vantajosa que a gasolina, principalmente por ser fonte de energia renovável enquanto a gasolina é de fonte fóssil. Em relação aos aspectos ecológicos o álcool se destaca pela redução da poluição atmosférica, tanto na substituição da gasolina como pela função exercida pelas plantações de cana-de-açúcar na absorção de CO₂ (amenizando o efeito estufa) e, finalmente, porque tanto o vinhoto como o bagaço, anteriormente problemáticos, converteram-se em recursos econômicos. Pelas razões que se justificam, entende-se que a produção do álcool deve ser defendida e incentivada por toda a sociedade, sem deixar de insistir e cobrar dos agentes envolvidos o aumento da produtividade nas etapas da atividade sucro-alcooleira, incluindo todas as suas externalidades positivas e negativas.

Abstract

LOPES, Luiz Antonio, SUSTAINABLE DEVELOPMENT: An Analysis of the Alcohol with an Energetic Alternative. Campinas, : Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1993. 267 p. Tese (Doutorado)

World energetic matrix based on combustible fossils, more importantly oil has shown signs of unsustainability. The reasons for this are related to both production structure, which needs to be diversified as to incorporate new sources of energy, and also to the actual pattern of consumption. There is plenty of evidence to suggest that humankind evolution will in the future depend on the capacity of creating new mechanisms for a sustainable development. The main purpose of this thesis is to analyse the substitution process of a non-renewable resource, say oil, by an alternative renewable one, namely alcohol from sugar cane. The basic assumption, as it is argued, is that in the present energetic transition process, Brazil cannot afford to miss the potentials generated by the alcohol alternative, even though its use has been basically as fuel for transportation. In the first chapter the question of sustainability was discussed from a theoretical perspective. The world's energy current situation is analysed in the second chapter, followed by a discussion in chapter 3, of the main features, resources, handicaps and potentials of the Brazilian energetic matrix. Chapter 4 contains an investigation of a Brazilian project designed to produce alcohol from sugar cane. Basically, the analysis of that project carried out in this thesis aimed only to reveal its more important aspects in the light of the substitution process of alcohol for petrol, as an important strategy for a sustainable development. It is important to point out though

that a thorough assessment of the alcohol program is not an objective of this thesis. In the conclusion emphasis is given to the transition process undergone by both the world as well as the Brazilian energetic matrixes. Furthermore, it is argued that energy policies should be progressively oriented towards renewable sources, as illustrated by the implementation of the Brazilian alcohol project. As part of this argument in favour of this alternative, the activity based on alcohol has created more jobs and has been less expensive to implement than other possible alternatives. Moreover, evidences shown in this thesis reveal a decreasing trend in alcohol production cost as compared to oil and petrol. The alleged financial limitation of the alcohol program seems not to hold true any longer, unless in isolated situations. By any means, the main reason to invest in this program is that alcohol is renewable, whereas petrol is produced from a fossil source. From the environmental point of view, the production of alcohol is less harmful, both because the level of emission is smaller than petrol and because sugarcane plantations can minimise the global warming effects. Finally, by-products of alcohol industry, like residual liquor and bagasse have become economic resources as raw material and fertiliser in farming activity. Based on the arguments produced by this investigation, alcohol production should be stimulated and supported by the entire society, and those involved in the industry should invest in efficiency and innovation in all stages of production.

Índice

Lista de Figuras	v
Lista de Quadros e Tabelas	vi
1 - Introdução	1
2 - Desenvolvimento Sustentável - Revisão Teórica	9
Introdução	9
2.1 - Revisão da bibliografia sobre os conceitos e definições de desenvolvimento sustentável	12
2.1.1 - O discurso de organismos e entidades internacionais	14
2.1.2 - A concepção de cientistas e pesquisadores	18
2.1.3 - A concepção de sustentabilidade a partir da ecologia e as leis que regulam a apropriação de energia pelo homem	30
2.1.4 - O atual estilo de desenvolvimento da sociedade industrial moderna e o seu caráter de insustentabilidade	40
2.2 - Sustentabilidade: a necessidade de um enfoque multidisciplinar e multidimensional	49
2.3 - Conclusões	58
3 - Panorama da Situação Energética Mundial	63
Introdução	63
3.1 - A evolução do consumo mundial de energia primária no período 1860 a 1980	69
3.2 - As disparidades quanto ao consumo de energia no mundo	74
3.3 - Perspectivas do consumo de energia no mundo	76
3.3.1 - Projeções do consumo mundial de energia	76

3.3.2 - A questão da duração das reservas	85
3.4 - Conclusões	88
4 - A Matriz Energética Brasileira: Fluxos, Estoques, Potenciais e Limitações de Recursos	91
Introdução	91
4.1 - Aspectos gerais do balanço energético nacional	92
4.2 - Características atuais e potencial de oferta de fontes energéticas no Brasil	96
4.2.1 - Petróleo e derivados	96
4.2.2 - Gás natural	100
4.2.3 - Hidroeletricidade	103
4.2.4 - Biomassa florestal	109
4.2.5 - Produtos da cana-de-açúcar	110
4.2.6 - Carvão Mineral	114
4.2.7 - Energia Nuclear	116
4.2.8 - Outras Fontes	117
4.2.8.1 - Energia Solar	118
4.2.8.2 - Energia Eólica	119
4.2.8.3 - Xisto	121
4.2.8.4 - Turfa	125
4.2.8.5 - Energia Oceânica	125
4.2.8.6 - Hidrogênio	126

4.2.8.7 - Resíduos	129
4.2.9 - Conservação e Racionalização	130
4.3 - Limites e Possibilidades de Expansão da Matriz Energética Nacional	131
4.3.1 - Conseqüências da continuidade do atual modelo de consumo energético	133
4.3.2 - A limitação dos recursos energéticos brasileiros	143
4.3.2.1 - A limitação dos recursos energéticos não renováveis	143
4.3.2.2 - A limitação do potencial hidrelétrico brasileiro	146
4.3.2.3 - A limitação de outros recursos renováveis	147
4.3.2.4 - A limitação de outros recursos	148
4.3.3 - Considerações sobre as perspectivas de mudanças do modelo energético brasileiro enfocando o lado da demanda e a estrutura do aparelho produtivo e social	149
4.4 - Conclusões	157
5 - Implicações Sócio-Econômicas, Energéticas e Ambientais do Proálcool	159
Introdução	159
5.1 - Aspectos da evolução da agroindústria sucro-alcooleira no Brasil	167
5.2 - Análise das principais implicações do Proálcool	172
5.2.1 - A viabilidade econômico-financeira da produção álcool de cana-de-açúcar	173
5.2.2 - As implicações sociais	184
5.2.3 - As implicações energéticas	190
5.2.4 - As implicações ambientais ou ecológicas	194

5.2.5 - As implicações tecnológicas	198
5.2.6 - Considerações sobre oportunidades de investimento, reduções de custo e medidas de incentivo ao complexo sucro-alcooleiro	201
5.2.7 - Comentários sobre a questão da regulação	211
5.3 - Conclusões	212
6 - Resumo, Conclusões Finais e Recomendações	214
6.1 - Resumo	214
6.2 - Conclusões Finais	216
6.2.1 - Desenvolvimento Sustentável – Revisão Teórica	216
6.2.2 - Panorama da Situação Energética Mundial	218
6.2.3 - A Matriz Energética Brasileira	219
6.2.4 - Implicações Socioeconômicas, Energéticas e Ambientais do Proálcool	220
6.2.4.1 - A Questão da viabilidade econômico-financeira	221
6.2.4.2 - As implicações sociais	223
6.2.4.3 - As implicações energéticas	226
6.2.4.4 - As implicações ambientais ou ecológicas	228
6.2.4.5 - As implicações tecnológicas	229
6.2.4.6 - Outras oportunidades de investimentos ou negócios	230
6.3 - Recomendações e Sugestões	232
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	234
ANEXOS	254
Anexo I - Excerto da Galeria de Definições de <i>Pearce et alli</i> (1989).	254
Anexo II - Tabelas detalhadas do capítulo 5	260

Lista de figuras

1 - Alternativas tecnológicas para a produção de biocombustíveis	5
2.1 - A incidência de energia solar sobre o sistema planetário	32
2.2 - O ecossistema global	35
3.1 - A evolução do consumo mundial de energia primária	69
3.2 - Fluxos energéticos mundiais em 1985	71
3.3 - Níveis de consumo de energia <i>per capita</i> realizados por vários países	75
3.4 - Cenários alternativos para o consumo de energia no ano 2010	83

Lista de Quadros e Tabelas

Quadros

4.1 - Petrobrás: perfil da empresa	97
4.2 - O mercado de gás natural	102
4.3 - Potencial hidrelétrico brasileiro	105
4.4 - Custos de geração de eletricidade – expansão	106
4.5 - Previsão de investimentos no setor elétrico – (US\$ bilhões)	107
4.6 - Resultados da análise técnico-econômica da produção de eletricidade a partir do bagaço da cana-de-açúcar, para as alternativas mais viáveis em cada tecnologia	113
4.7 - Potencial de energia eólica no Brasil	120
4.8 - Custos operacionais da planta de São Mateus do Sul segundo diferentes taxas internas de retorno	122
4.9 - Potencial de recursos energéticos no Brasil.	144

5.1 - Custos de um barril de álcool equivalente	174
5.2 - Custos de um barril de gasolina	175
5.3 - Coeficientes de utilização de mão-de-obra de culturas selecionadas no Estado do Paraná na safra 1999/2000	187
5.4 - Resumo de estimativas sobre os empregos gerados pelo Proálcool	189
Tabelas	
3.1 - População mundial em anos selecionados - (em milhões de habitantes)	66
3.2 - População mundial 1950-85: fatos-chave	67
3.3 - Consumo mundial de energia em 1985 e respectivas projeções para 2020 e 2060 segundo o conselho mundial de energia.	77
3.4 - Consumo mundial de energia em 1985 e respectivas projeções para 2020, 2060 e 2100 segundo <i>Le scénario Noé (Nouvelles options énergétiques)</i> (em MtEP)	79
3.5 - Consumo total de energia segundo diferentes cenários – (Em GtEP)	80
3.6 - Projeções das reservas dos principais combustíveis fósseis	85
4.1 - Evolução do consumo total de fontes de energia primárias no Brasil em anos selecionados do período 1970 – 1997	93
5.1 - Estimativas potenciais de redução de custos na produção de álcool	180

5.2 - Estrutura do preço da gasolina com base nos preços vigentes em julho de 1977	182
5.3 - Preços da gasolina em países selecionados – (US\$/barril)	183
5.4 - Quantidade de empregos assegurados a partir de R\$ 1 milhão de aumento de produção	185
5.5 - Energia na produção da cana de açúcar e álcool - 1995 ^A	193
5.6 - Estimativas das emissões evitadas de CO ₂ no ano de 1995 com a substituição da gasolina pelo álcool combustível	196

Capítulo 1

Introdução

A evolução das hoje chamadas economias desenvolvidas ou industrializadas foi sustentada basicamente pela exploração do carvão e, até mais recentemente, com maior intensidade, pelo petróleo, os quais contribuíram com a maior parte das necessidades da matriz energética. No entanto, com a eclosão das crises internacionais do petróleo, o mundo passou a experimentar nova fase de transição energética, isto é, um período no qual a matriz energética até então dominada pelo petróleo tende, lentamente, a ser substituída por uma nova estrutura que não está ainda suficientemente clara. As evidências, todavia, apontam no sentido de uma maior diversificação de sua composição, com a ampliação e incorporação de outras fontes energéticas, além de um esforço crescente para a racionalização e conservação da energia, em termos gerais. Começa-se a questionar, por outro lado, o tipo de abordagem dispensado ao estudo da questão energética. Até recentemente, este assunto tem sido habitualmente tratado através de um enfoque estreito que privilegia aspectos técnicos, relegando a segundo plano as interfaces entre energia e sociedade.¹ Nesta ótica, toda a questão é encarada como se o problema fosse apenas aumentar o suprimento energético, dedicando pouca ou nenhuma atenção à análise de seus usos finais e suas conseqüências. Essa abordagem convencional ficou comprometida quando, a partir da crise do petróleo, começou-se a discutir a viabilidade dos modelos de desenvolvimento e estilo de civilização baseados na expectativa de disponibilidade crescente de petróleo a preços relativamente baixos.² Ao se reconhecer que esse energético não é ilimitado e que sua substituição

¹ Boa Nova, A. C. Energia e Classes Sociais no Brasil. Edições Loyola. São Paulo, 1985. 247 p..

² La Rovere, E. L. "Conservação de Energia em sua Concepção mais ampla: Estilos de Desenvolvimento a Baixo Perfil de Consumo de Energia", in Economia e Tecnologia da Energia. Editora Marco Zero/FINEP. Rio de Janeiro, 1985. 480 p.

em grande escala por outras fontes de energia é problemática, cria-se um clima de incertezas que, entre algumas conseqüências, estimula que se reveja a abordagem da questão energética, de modo a encará-la na abrangência e multidimensionalidade de suas relações e interações com importantes questões correlatas, como por exemplo: políticas tecnológicas, políticas de transporte, políticas de distribuição de renda, políticas ambientais.

É importante destacar desde logo que sendo a energia insumo indispensável ao funcionamento de toda e qualquer atividade humana, seu equacionamento envolve a consideração de todos os sistemas de produção, circulação e consumo do tecido social.³ Assim, o planejamento energético, além de reclamar um enfoque multidimensional, deve ser encarado numa perspectiva de longo prazo, mesmo porque os investimentos necessários são de grande vulto e de longa maturação. Concomitantemente, por razões de risco e segurança e escassez de recursos, o planejamento energético deve caminhar intimamente associado ao planejamento global da sociedade que se deseja. Noutros termos, para planejar o desenvolvimento energético é imprescindível que sejam explicitados *a priori* os rumos e tendências do funcionamento do sistema econômico como um todo. Como se sabe, quanto mais elástico o âmbito do planejamento, maior é o grau de incerteza que ele encerra. Nesse sentido, dois aspectos da validade do planejamento a longo prazo são freqüentemente questionados. O primeiro diz respeito à confiabilidade dos seus resultados ou previsões e o segundo questiona se, em função do grau de confiabilidade, tal planejamento será válido. Essas indagações, embora pertinentes, resolvem-se na medida em que se entenda que a validade do planejamento não deve ser analisada pelo acerto das previsões que ele enseja, mas pela efetividade das ações que dele decorrem, a fim de que os diferentes cenários do futuro possam ser convenientemente atendidos⁴. Além disso, para que o planejamento seja consistente, é necessário que seja entendido como um processo, isto é, sua execução deve ser periodicamente revista e realimentada com as alterações que se tornam conhecidas com o passar do tempo e que podem redirecionar ou modificar os cenários do futuro até então estabelecidos. Na área energética, esta dinâmica é de especial relevância, tendo em vista que, em função de avanços tecnológicos, altera-se a taxa de substitutibilidade técnica entre os diferentes energéticos,

³ Calabi, A.S. Et alli - A Energia e a Economia Brasileira. Estudos Econômicos - Fipe/ Pioneira. São Paulo, 1983, pp. 47-48.

⁴ Buarque, C. O Fetichismo da Energia. Universidade de Brasília, 1990. Mimeo 1990, pp. 38.

fazendo com que a compatibilização entre usos e fontes da matriz energética possa ser melhorada, tanto em termos técnicos como econômicos. Dentre as conseqüências do progresso tecnológico pode-se citar: a maior eficiência na utilização dos recursos energéticos já conhecidos; o surgimento de utilidades adicionais para os mesmos e a descoberta de novos recursos energéticos.

O mundo passa por uma fase de transição energética, isto é, um período no qual a matriz energética até então dominada pelo petróleo tende a ser substituída por uma nova estrutura que não está ainda suficientemente clara. As evidências, todavia, apontam no sentido de uma maior diversificação de sua composição, com ampliação de incorporação de outras fontes. Grande relevância também deverão assumir as políticas de racionalização e conservação de energia, tendo em vista os elevados níveis de desperdício e ineficiência com que se utilizam os recursos energéticos para as diferentes necessidades. Paralelamente, na medida em que se esgotam as disponibilidades das principais fontes energéticas tradicionalmente utilizadas (energia de origem fóssil), pelo menos aquelas de menor custo, aumenta o interesse na incorporação das fontes energéticas renováveis ainda disponíveis, porém cada vez mais dispendiosas, assim como as necessidades de recursos para os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas fontes. Tudo isto ocorre, e em particular no Brasil, em uma fase de esgotamento de seu modelo de desenvolvimento, sustentado em grande parte, principalmente na área da infra-estrutura energética, por investimentos estatais e/ou financiamentos governamentais. Com a abertura da economia e o processo de globalização que se intensifica, a expansão da capacidade de produção energética passará à esfera privada, e como tal obedecerá aos ditames do mercado. Para complicar ainda mais o quadro, é forçoso reconhecer que são cada vez maiores as pressões da sociedade em relação à qualidade ambiental. Ou seja, é preciso incorporar no planejamento do desenvolvimento a questão ambiental, compatibilizando crescimento econômico com preservação dos recursos naturais e melhoria na qualidade de vida, tanto intra como intergeracionalmente. Noutros termos, são cada vez mais eloqüentes as manifestações de cientistas e instituições internacionais sobre a necessidade de se buscar um "novo" tipo de desenvolvimento, que seja "sustentável".

A construção desse novo paradigma, no que diz respeito à interface energética, passa necessariamente pela exploração das fontes renováveis de energia e, dentre elas, uma das

alternativas promissoras já experimentadas para contribuir na substituição dos combustíveis líquidos de origem fóssil é o álcool da biomassa - no Brasil, especialmente o álcool a partir da cana-de-açúcar. Tal combustível apresenta algumas vantagens frente aos combustíveis fósseis, explicadas entre outras, principalmente pelas seguintes. A primeira delas é flagrante e imediata. Trata-se de uma fonte de energia renovável. Outras vantagens alegadas relacionam-se a aspectos ambientais/ecológicos: sua queima causa menos poluição que os combustíveis de origem fóssil e a cultura que lhe dá origem, a cana-de-açúcar, é absorvedora do carbono da atmosfera.

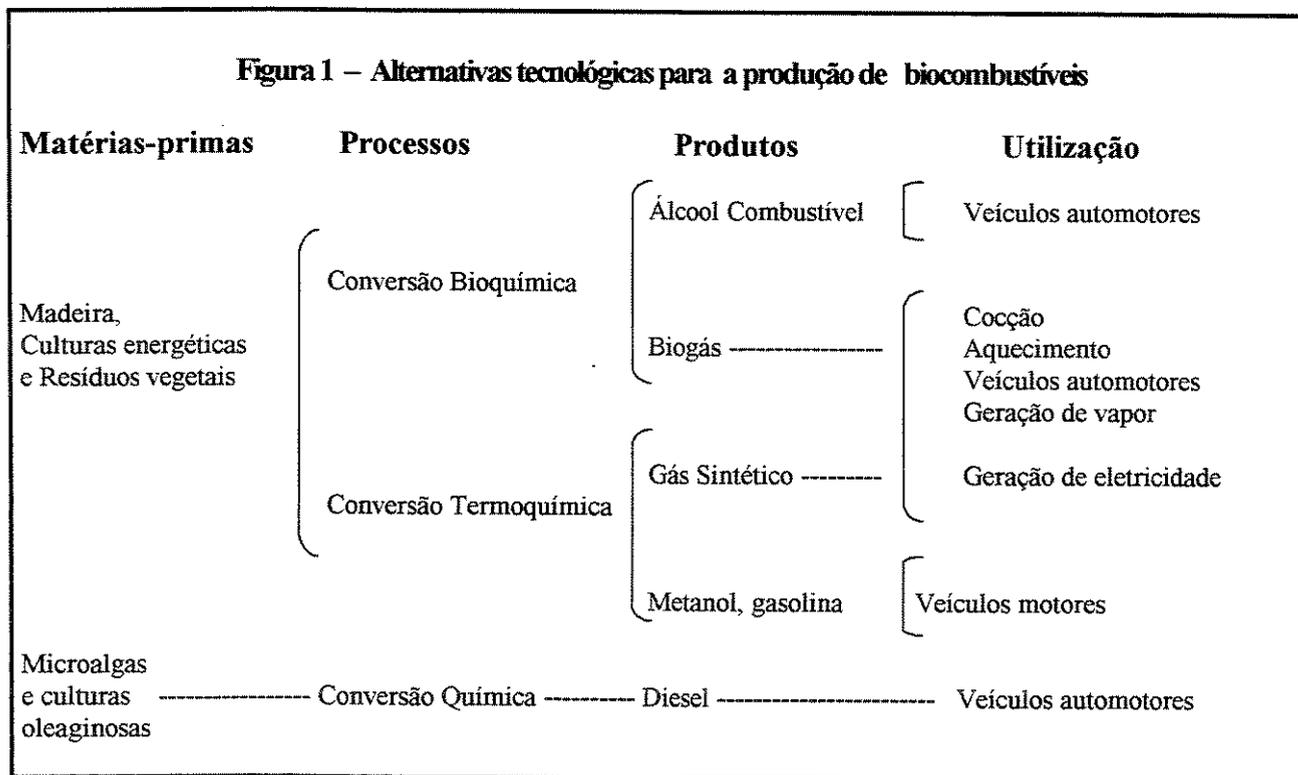
É importante ressaltar, desde logo, de que forma se entende o papel que a alternativa de fontes renováveis desempenha no contexto da questão energética como um todo, e dentro dela, a participação mais limitada e modesta que poderá desempenhar o álcool carburante. Este, como se sabe, é **apenas uma** alternativa potencial aos combustíveis líquidos derivados do petróleo, notadamente à gasolina automotiva, quer substituindo-a integralmente na alimentação de motores do ciclo Otto, quer servindo como aditivo a ela nos mesmos motores, ou ainda, como aditivo ao óleo Diesel. Neste caso, embora seja necessário ampliar e aprofundar os estudos técnicos, são altamente promissoras as vantagens ambientais daí decorrentes, como também potencialmente significativas as oportunidades de mercado que se delineiam. Também não se ignora que um dos grandes desafios que se coloca para a substituição do petróleo, está em encontrar uma alternativa a um dos seus mais importantes derivados que é, justamente, o óleo Diesel.

Para melhor ilustrar a real potencialidade do álcool como uma alternativa energética renovável, é interessante examinar qual é a sua posição dentro do contexto de outras diferentes opções conhecidas atualmente para a produção de biocombustíveis, ou seja, combustíveis passíveis de obtenção a partir da biomassa. A figura 1 a seguir, traduzida e adaptada de Brower (1994)⁵, apresenta as diferentes alternativas tecnológicas de obtenção de biocombustíveis a partir de alguns tipos de biomassa, conforme determinados processos de conversão, os respectivos produtos obtíveis e os possíveis usos a que são dirigidos.

⁵ Brower, Michael – Cool Energy. Renewable Solutions to Environmental Problems. The MIT Press. Massachusetts, USA. 1994, pp. 98.

Como se observa, o etanol é apenas uma alternativa dentre uma árvore de possibilidades de se produzir combustíveis a partir da biomassa. A possibilidade de se obter álcool a partir de diferentes espécies de vegetais é uma das mais antigas descobertas da civilização. No entanto, a sua utilização como combustível, em escala significativa, só ocorreu muito recentemente no Brasil. As razões para isso são muitas e variadas e não serão objeto de discussão aqui. Basta lembrar apenas de uma (sem dúvida a principal), que é simplesmente o desenvolvimento da “cultura do petróleo” pois, em função de suas peculiaridades como matéria prima energética e seus reduzidos preços de mercado, pelo menos até a sua conhecida primeira crise em 1973, afastavam quaisquer concorrentes. Assim, embora seja apenas uma dentre as várias possibilidades de se produzir combustíveis líquidos como alternativa de substituição parcial de derivados do petróleo, o etanol, ou mais precisamente o álcool carburante a partir da cana-de-açúcar, foi a alternativa escolhida como estudo de caso nesta tese, em razão de se constituir na principal experiência de substituição da gasolina automotiva no Brasil, tanto em termos de escala como de duração de tempo.

Figura 1 – Alternativas tecnológicas para a produção de biocombustíveis



Diante do exposto, principalmente antes desses três últimos parágrafos, é possível esboçar um quadro referencial básico sobre o qual devem ser enquadradas as iniciativas relacionadas ao

tratamento da questão energética. Em primeiro lugar, dada a essencialidade da energia para toda e qualquer atividade e o seu potencial latente na promoção do desenvolvimento e progresso social, a abordagem de seu estudo e o planejamento da sua utilização devem ser globais (incorporando todas as formas), integrados (incluindo os vários setores sociais), de longo prazo, contínuos e sistemáticos.⁶ Por isso, devem ser parte integrante, indissociável e interdependente da tarefa maior de planejar o desenvolvimento global de toda a sociedade, na medida em que a energia constitui propriamente "o combustível" do esforço de desenvolvimento do sistema produtivo da economia, determinando, inclusive, o ritmo, o padrão e o estilo de sua evolução. Além disso, considerando que a maior parte senão a totalidade dos aproveitamentos energéticos gera impactos ambientais, cujas conseqüências podem não apenas comprometer a qualidade do desenvolvimento desejado, mas inclusive inviabilizá-lo para as gerações futuras, não se pode negligenciar os aspectos fundamentais desta interface, quais sejam as relações e implicações da questão energética com as questões ecológicas ou ambientais.

Hipótese básica

A hipótese básica a ser testada nesse estudo é a seguinte: na atual fase de transição em que caminha a humanidade no sentido de construir um novo modelo de sociedade sustentável, uma alternativa para substituir combustíveis líquidos de origem fóssil (não renováveis), como o álcool carburante originário da cana-de-açúcar (fonte derivada de biomassa renovável), não pode ser desprezada.

Objetivos

O objetivo desta tese é estudar as implicações da substituição dos combustíveis líquidos derivados do petróleo (notadamente a gasolina), por uma alternativa de fonte renovável como o álcool de cana-de-açúcar num contexto de transição de modelo energético, no Brasil. O importante a destacar aqui, é uma nova abordagem para o estudo dessa questão. Não basta avaliar a viabilidade da substituição, seja em que termos forem (econômica, financeira, tecnológica,

⁶Boa Nova (1985), op. cit. pp. 31-42.

energética e ambiental ou, mesmo que houvesse metodologia para combinar e consolidar todos esses aspectos em conjunto), sob o modelo de desenvolvimento atual. Disto já se ocuparam várias instituições e pessoas, conforme será objeto de discussão no capítulo 5. O que se propõem é um estudo sob uma outra ótica, um novo quadro, uma nova concepção de desenvolvimento. Que concepção é essa? É a concepção de "uma nova cultura do desenvolvimento"⁷, ou de "Ecodesenvolvimento"⁸, ou ainda de "Nova ecologia"⁹. Será que quando considerada em um contexto mais amplo no qual se procure enquadrar a referida questão da substituição de combustível numa abordagem multidisciplinar/multidimensional, um programa, por exemplo como o Proálcool, deveria de fato ser abandonado? Ou, será que se pode "dar ao luxo" de paralisá-lo ao invés de aperfeiçoá-lo, ampliando seus pontos fortes e reduzindo, ou mesmo eliminando as distorções possíveis?

Assim, com base em contribuições teóricas visando o desenvolvimento sustentável, e após analisar a questão energética primeiro no cenário mundial e depois aprofundando-a no caso brasileiro pretende-se, em síntese, rever a proposta de substituição de parte da energia maciçamente concentrada no petróleo pela produção de álcool obtido a partir de uma fonte renovável que é a cana-de-açúcar. O Proálcool é referido apenas por ser o programa que serviu como arcabouço institucional para dar conta da experiência brasileira.

Procedimentos metodológicos

Para a consecução desses objetivos foi idealizado o seguinte roteiro de capítulos. Num primeiro momento, trata-se da discussão da sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável que é a questão teórica de fundo da tese, contemplando questões de conceitos e definições, na visão tanto de instituições como de estudiosos e pesquisadores, suas implicações multidisciplinares e multidimensionais, bem como se especula sobre a necessidade de um novo "estilo de desenvolvimento". Disto, se ocupará o capítulo 2. No capítulo 3, faz-se uma análise de como se

⁷ Tiezzi, Enzo - Tempos Históricos, Tempos Biológicos. A Terra ou a morte: os problemas da nova ecologia. Nobel. São Paulo, 1988, p.7.

⁸ Sachs, Ignacy - Ecodesenvolvimento: Crescer sem Destruir. Vértice. São Paulo, 198, p. 110.

encontra a situação mundial de energia, examinando-se como ela vem sendo utilizada historicamente, e quais são as possibilidades e as perspectivas de continuidade do atual padrão, através da discussão de alguns cenários possíveis propostos. Em seguida, em caráter mais detalhado compreendendo o capítulo 4, análise semelhante dedica-se a estudar a matriz brasileira de energia, contemplando suas principais características, seus recursos, potencialidades e limitações. No mesmo capítulo, faz-se também uma reflexão sobre a necessidade de se pensar sobre os aspectos da demanda e consumo da energia, isto é, sobre a alternativa de se enfrentar a questão, modificando as estruturas e os padrões socioculturais de utilização de energia. Com tal referencial em mente, discute-se então no capítulo 5 a experiência de utilização do álcool carburante no Brasil, em duas etapas. Na primeira delas, discorrendo sobre os principais aspectos da evolução da agroindústria sucro-alcooleira, com ênfase a partir da criação do Proálcool. Numa segunda seção, procura-se destacar as principais implicações dessa experiência sob diferentes aspectos, principalmente, os econômico-sociais, energéticos e ambientais. O capítulo 6 apresenta as conclusões do estudo e faz algumas recomendações e sugestões.

⁹ Boff, Leonardo - Ecologia Mundialização Espiritualidade: A emergência de um novo paradigma. Ática. São Paulo, 1996, pp. 30.

Capítulo 2

Desenvolvimento Sustentável – Revisão Teórica

Introdução

Um dos principais dilemas com que se defrontam os planejadores de desenvolvimento pode ser resumido com o seguinte desafio: como conciliar ou harmonizar a enorme pressão social existente para melhorar os padrões de consumo da sociedade, com a necessidade crescente de se preservar o meio ambiente, principalmente nos chamados países em desenvolvimento do terceiro mundo.

As implicações dadas pela interdependência existente entre ambos os objetivos não são claras, tanto pelas dificuldades de medi-las e quantificá-las, como pelas variações na dimensão temporal. Os problemas ambientais, dada a sua complexidade, envolvem sempre uma multiplicidade de conhecimentos, formas de abordagens e tratamento que derivam de um amplo espectro de disciplinas e áreas de estudo.

São normalmente considerados como principais problemas globais a chuva ácida, o aquecimento da atmosfera, a destruição da camada de ozônio e o desflorestamento/desertificação. A chuva ácida é a manifestação mais visível dos graves problemas de contaminação atmosférica provocados principalmente pelo uso de combustíveis fósseis. A emissão de dióxido de enxofre combinada com óxidos de nitrogênio e a água da chuva, se transforma em partículas ácidas que se depositam nos rios, lagos, na vegetação, além de permanecerem suspensas no ar contaminam e provocam enfermidades respiratórias nos seres

humanos. A concentração de dióxido de carbono prende os raios ultravioleta que chegam à Terra, causando o chamado efeito estufa. Por outro lado, a queima de combustíveis fósseis e a derrubada de florestas também provocam o aquecimento da atmosfera. Como consequência, espera-se um aumento na temperatura média do planeta no próximo século, da ordem de 1,5 a 5,5 graus Celsius, cujo efeito será o degelo de camadas polares e o aumento no nível dos oceanos. Embora ainda não se saiba com certeza se o fenômeno se reproduz exclusivamente por atividades humanas, a destruição da camada de ozônio é provocada pela liberação de compostos químicos industriais, denominados em seu conjunto de clorofluorcarbonos. As estimativas disponíveis sobre desflorestamentos também são motivos de preocupação já que nas regiões tropicais, onde se concentram os mais importantes recursos florestais do planeta, são destruídos cerca de 12 milhões de hectares a cada ano. As informações sobre desertificação são igualmente impressionantes, com uma perda anual de 60 milhões de hectares.¹ Além disso, é importante ressaltar que pelo seu porte, também devem ser incluídos como exemplos de problemas ambientais os grandes aproveitamentos hidrelétricos, que exigem a formação de reservatórios e o consequente alagamento de grandes áreas do território, antes ocupadas com lavouras, florestas ou outros usos agropecuários.

A conscientização sobre o estado de degradação ambiental tem como marco fundamental o início da década de 60, quando os países industrializados perceberam que o crescente e acelerado processo de apropriação de recursos naturais pelo sistema produtivo, colocado em marcha desde o final da segunda grande guerra, poderia ter consequências catastróficas para a humanidade. Anos mais tarde, em 1972, a opinião pública internacional chocou-se com a publicação do "Clube de Roma" a qual recomendava "crescimento zero", afim de evitar a catástrofe final. Interpretando que o processo de industrialização se preocupava apenas com a produção de bens para os quais se adotavam padrões tecnológicos superados, as consequências seriam desastrosas para a sobrevivência humana e, portanto, seria tempo de se estancar com o crescimento, tanto da produção econômica quanto da população.

Ainda que tal tipo de argumentação pudesse ser defendida para as chamadas economias desenvolvidas, ela não encontra sustentação para os demais países, cujas economias ao contrário

¹ Guimarães, Roberto P. A assimetria dos interesses compartilhados: América Latina e a agenda global do meio ambiente. In *Ecologia e Política Mundial*. Hector R. Leis (org). Fase - Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional. Rio de Janeiro, 1991. Pp. 105-106.

de parar, necessitam isto sim, crescer a taxas suficientemente elevadas, a fim de atender as demandas reclamadas pela ampla maioria de suas populações, desde aquelas necessidades consideradas básicas ou vitais. Pois como diz Sachs²

“sob o efeito da publicidade dada às previsões apocalípticas do Clube de Roma a respeito do esgotamento de alguns recursos e da catástrofe ecológica pretensamente iminentes, o debate enveredou por um caminho errado. A partir daí os ‘zeristas’ (partidários da taxa zero de crescimento) ficaram presos a uma falsa alternativa: crescimento ou qualidade do meio ambiente. Além disso, confundiram dois problemas muito diferentes: a taxa de crescimento (a taxa zero não tendo por si só nenhuma virtude estabilizadora) e a taxa de exploração da natureza. Com efeito, uma estratégia de desenvolvimento sócio-econômico a longo prazo e ecologicamente consciente deve aspirar a minimização das retiradas sobre os estoques de recursos não renováveis, afinal de contas limitados, procurando não por em causa os desequilíbrios térmicos do planeta pelo uso excessivo da energia fóssil e nuclear. No entanto, ela pode e deve tirar proveito do fluxo de energia solar e de recursos renováveis obtidos através da bioconversão desta energia, atentando sempre para o desencadeamento normal dos ciclos ecológicos, que precisamente assegurem a renovação dos recursos”.

A verdadeira questão não é escolher entre preservação ambiental e desenvolvimento, mas sim é a escolha entre formas de desenvolvimento sensíveis ao meio ambiente e formas de desenvolvimento insensíveis ao meio ambiente.

Outra vez baseando-se em Sachs³,

"se se deixar de lado questões relativas aos níveis de pessimismo ou otimismo a respeito das perspectivas de progresso técnico, parece existir razoável nível de concordância em relação aos seguintes pontos:

- a) a necessidade de se deter o consumo excessivo refere-se principalmente ao consumo dos países industrializados (e à minoria afliente do Terceiro Mundo); dada a não sustentabilidade geral a longo prazo, de nossos atuais padrões de utilização de recursos, o desenvolvimento qualitativo por parte dos ricos deve liberar recursos para o crescimento tão urgentemente necessitado pelos pobres.(Goodland et al., 1991);
- b) em lugar de se considerar as metas ecológicas e econômicas como conflitantes, devemos dar-nos conta que os sistemas econômicos dependem, para sua sobrevivência, dos sistemas ecológicos de sustentação da vida, e incorporar em nosso raciocínio e ações o conceito de complementaridade entre o capital "natural" e aquele "feito pelo homem". (Constanza, 1991:83);
- c) para evitar a armadilha do "pacto fáustico", devemos subestimar e não superestimar o poder do "remédio tecnológico" e iniciar imediatamente a transição na direção da trajetória do ecodesenvolvimento, apesar das incertezas existentes."

Assim, é claro que a questão não é estancar o crescimento econômico, mas sim adotar estilos de desenvolvimento econômico que sejam compatíveis com a preservação e conservação do meio ambiente.

²Sachs, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. Vértice. São Paulo, 1986. pp.28.

³Sachs, I. "Estratégias de transição para o século XXI. In "Para pensar o desenvolvimento sustentável". Marcel Bursztyrn (Org.). Ed. Brasiliense. São Paulo, 1993. pp. 36

Mas afinal o que se entende por meio ambiente, desenvolvimento sustentável, nova cultura do desenvolvimento, ecodesenvolvimento, nova ecologia ? Essas são as questões que se pretende tratar com as reflexões que se seguem, sem a pretensão de esgotar o assunto.

2.1 - Revisão da Bibliografia sobre os Conceitos e Definições de Desenvolvimento Sustentável.

Uma observação inicial que deve ser feita ao se pretender fazer uma revisão bibliográfica acerca do tema objeto deste capítulo, diz respeito à maneira como as questões a ele pertinentes são referidas. Isto é, os termos *desenvolvimento sustentável* e *sustentabilidade* só aparecem na bibliografia acadêmica, de forma mais difundida, nas últimas décadas. Conforme já se discutiu, isso, por um lado, pode ser explicado em função da gravidade que os problemas ambientais vem assumindo, notadamente, depois do grande surto de crescimento econômico que o mundo, de maneira geral, experimentou a partir dos anos 1950. Mas, por outro lado, também deve ser observado que tanto os problemas ambientais e/ou ecológicos como a preocupação e o estudo a respeito dos mesmos não é recente. Como adiante será discutido, questões decorrentes da relação homem x natureza desde há muito tempo tem inquietado cientistas e pesquisadores. A diferença é que os problemas dessa relação eram considerados como desastres ambientais, catástrofes ecológicas ou cataclismos diversos, sem necessariamente enquadrá-los ou percebê-los como conseqüentes do próprio modelo de “desenvolvimento” socio-econômico adotado.

Assim a bibliografia existente sobre os temas e as questões referidas é bastante extensa, e pode ser sucintamente classificada com as seguintes qualificações. Referências sobre Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável ou mesmo Ecodesenvolvimento são bastante recentes, e tem sido publicadas tanto por instituições e organismos oficiais como por pesquisadores e estudiosos das mais diferentes áreas do conhecimento. Já as questões ambientais e/ou ecológicas ou temas a elas associados, como à sustentabilidade, vem sendo tratadas principalmente por cientistas e pesquisadores, desde longa data, conforme adiante será ilustrado. Não parece supérfluo repetir, no entanto, que o ressurgimento dessas questões à agenda de debates como assunto de importância generalizadamente aceito, tanto por instituições ou organismos oficiais, só aconteceu a partir da segunda metade deste século.

Uma das obras que sem dúvida marcaram época quanto a retomada da preocupação com o meio ambiente foi a publicação do trabalho de Carson (1960)⁴. Neste livro a renomada cientista apresenta um libelo sobre o modelo de sociedade norte-americana adotado até então, destacando as suas diferentes formas de agressão à natureza através da poluição das águas, do solo e do ar, discutindo as prováveis consequências de continuidade de tal modelo e por fim, apresentando as possíveis alternativas que assegurem a preservação da vida na Terra.

Outro fato importante que também contribuiu para reacender o debate sobre a questão do crescimento econômico, do desenvolvimento e da sua própria sustentabilidade foi, sem dúvida, a criação do chamado "Clube de Roma". Isso aconteceu em 1968 quando um grupo de 30 pessoas composto por cientistas, pedagogos, humanistas industriais e funcionários públicos, de diferentes países, liderados por Aurélio Peccei (economista e empresário italiano), reuniram-se para debater a então crise atual e futura da humanidade. Tal grupo (que passou a ser chamado "O Clube de Roma"), patrocinou uma série de estudos que recebeu o rótulo geral de "A Crise da Humanidade". O primeiro e mais famoso deles, *The Limits to Growth* (Os Limites do Crescimento), foi elaborado por um grupo de cientistas do *Massachusetts Institute of Technology*, coordenados por Dennis Meadows e Donella Meadows. Publicado em 1972 com o propósito de mostrar o que poderia acontecer com o mundo se os hábitos da humanidade não fossem alterados, a obra teve um grande impacto e recebeu muitas críticas. Muitos o rejeitaram por entender que o documento previa o fim da civilização, a sua linha de argumentação não considerava o surgimento de novas tecnologias, a descoberta de novos recursos, a possibilidade de substituição dos mesmos, entre outras coisas. Seu grande mérito foi ter chamado a atenção sobre os rumos e os riscos a eles inerentes que a humanidade vinha seguindo em seu percurso histórico. Vários relatórios, além de outros estudos específicos, se seguiram ao "The Limits to Growth" e foram publicados até 1980. Quanto aos relatórios, procuraram rebater as críticas iniciais, aprofundaram-se em determinadas questões, apresentaram diferentes cenários futuros e sugeriram ações que deveriam ser obedecidas para que se corrigissem tendências indesejadas.⁵

⁴ Carson, R. Primavera Silenciosa - Editorial Pórtico, Lisboa, 1962. 359 p.

⁵ Ver Odum, Eugene P. "Ecologia". Editora Guanabara. Rio e Janeiro, 1988. Pp. 342-345.

2.1.1 - O discurso de organismos e entidades internacionais

Embora a preocupação com o tema do desenvolvimento sustentável já estivesse presente nos trabalhos do "Clube de Roma", as origens dos termos conceituais, conforme hoje se conhece, foram surgindo a partir da realização de vários eventos que se sucederam ao longo do tempo desde a década de 1970, e se prolongam até os dias atuais.

Foi em junho de 1973, ao se discutir uma concepção alternativa de política de desenvolvimento, durante a primeira reunião do Conselho Administrativo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que o canadense Maurice Strong lançou pela primeira vez a idéia de ecodesenvolvimento⁶. Coube a Ignacy Sachs, no entanto, formular os princípios básicos dessa nova visão de desenvolvimento (considerada sinônimo de desenvolvimento sustentável), conforme será discutido mais adiante. Para ele, em termos bem sucintos, ecodesenvolvimento é definido como um desenvolvimento socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente prudente. O ecodesenvolvimento apoia-se em cinco pilares: a) deve ser endógeno; b) contar com suas próprias forças; c) tomar como ponto de partida a lógica das necessidades; d) esforçar-se para promover a simbiose entre as sociedades humanas e a natureza; e) permanecer aberto à mudança institucional⁷. Mais à frente discutir-se-á as idéias desse autor com maior detalhe.

Em 1974, como resultado de uma reunião da UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento e do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), foi publicado um documento que se chamou "Declaração de Cocoyok". O documento contribui para a discussão sobre desenvolvimento e meio ambiente destacando as seguintes hipóteses:

- a) a explosão populacional tem como uma das suas causas a falta de recursos de qualquer tipo;
- b) a destruição ambiental na África, Ásia e América Latina é também resultado da pobreza que leva a população carente à super-utilização do solo e dos recursos vegetais;

⁶ Sachs (1986). Op. Cit. Pp .177.

⁷ Op. Cit. Pp. 110

- c) os países industrializados contribuem para os problemas do subdesenvolvimento por causa de seu nível exagerado de consumo;
- d) não existe somente um mínimo de recursos necessários para o bem-estar do indivíduo, existe também um máximo;
- e) os países industrializados têm que baixar o seu consumo e sua participação desproporcional na poluição da biosfera.⁸

Em 1975 foi publicado um outro documento que se chamou o "Relatório Dag-Hammarskjöld". Resultado de trabalho da Fundação de mesmo nome, contou com a participação de pesquisadores de 48 países e a participação de vários organismos da ONU. O documento aprofunda as contribuições do "Relatório de Cocoyok" e aponta para a problemática do abuso do poder e sua interligação com a degradação ecológica. Mostra que o sistema colonial concentrou os solos mais aptos para a agricultura na mão de uma minoria social e dos colonizadores europeus. Com isso grandes massas da população original de alguns países foram expulsas e marginalizadas, sendo forçadas a usar solos menos apropriados. Na África do Sul no Marrocos e em inúmeros outros lugares isso levou à devastação de paisagens inteiras.⁹

Em 1980 a *International Union Conservation of Nature - IUCN* (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais - UICN), lançou o documento *World Conservation Strategy* (Estratégia de Conservação Mundial), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável através da conservação dos recursos vivos. Não obstante tenha sido criticado por se restringir a conservação dos seres vivos ou por se voltar essencialmente para o lado da oferta, o documento recebeu apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 1986, com o patrocínio da UICN, PNUMA e WWF (Worldwide Fund for Nature), realizou-se a chamada Conferência de Ottawa. Nessa conferência, estabeleceu-se que: "o desenvolvimento sustentável busca responder a cinco quesitos:

1. integração da conservação e do desenvolvimento;
2. satisfação das necessidades básicas humanas;

⁸ Declaração de Cocoyok publicada em: BMZ (org.) *Entwicklungspolitik Materialien* n° 149, Bonn, pp.1-9. Apud Brüseke, F.J. "O Problema do Desenvolvimento Sustentável". In Cavalcanti, C (org.) *DESENVOLVIMENTO E NATUREZA: Estudos para uma sociedade sustentável*. Cortez/FJN. Recife, 1995 p. 31.

3. alcance de equidade e justiça social;
4. provisão da autodeterminação social e da diversidade cultural;
5. manutenção da integração ecológica."¹⁰

Um conceito mais elaborado de desenvolvimento sustentável só aparece em 1987 com a publicação do "Relatório Brundtland"¹¹. Esse relatório acabou sendo conhecido pelo nome da presidente da comissão que o elaborou (Sra. Gro Harlem Brundtland, então Primeira-Ministra da Noruega). A comissão foi criada pela Assembléia Geral das Nações Unidas em 1983, numa época em que as pressões sobre o meio ambiente global haviam assumido proporções nunca vistas, tornando corriqueiras previsões pessimistas sobre o futuro da humanidade. Diante desse quadro a Assembléia Geral das Nações Unidas solicitou à comissão que elaborasse o que chamou de "Uma agenda global para mudança". Tal agenda deveria:

- propor estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 e daí em diante;
- recomendar maneiras para que a preocupação com o meio ambiente se traduza em maior cooperação entre os países em estágios diferentes de desenvolvimento econômico e social e leve à consecução de objetivos comuns e interligados que considerem as inter-relações de pessoas, recursos, meio ambiente e desenvolvimento;
- considerar meios e maneiras pelos quais a comunidade internacional possa lidar mais eficientemente com as preocupações de cunho ambiental;
- ajudar a definir noções comuns relativas a questões ambientais de longo prazo e os esforços necessários para tratar os problemas de proteção e da melhoria do meio ambiente, uma agenda de longo prazo posta em prática nos próximos decênios, e os objetivos a que aspira a comunidade mundial;¹²

Para a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento "o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades".¹³ Com a finalidade de melhor

⁹ Op. Cit. Pp. 32.

¹⁰ Apud Baroni, Margaret "Ambigüidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável". In Revista de Administração de Empresas. EAESP/FGV, São Paulo, 32(2):15, abr./jun.1992.

¹¹ Nosso Futuro Comum/Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Editora da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro,1991.

¹² Op. cit. pag. XI

¹³ Ibid. pag. 46

explicar a sua concepção de desenvolvimento sustentável a comissão faz as seguintes qualificações.

1- Ela (a concepção) contém dois conceitos chave: a) o conceito de 'necessidades', sobretudo as necessidades essenciais dos pobres do mundo, que devem receber a máxima prioridade; b) a noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras.

2- Ao se definirem os objetivos do desenvolvimento econômico e social, é preciso levar em conta sua sustentabilidade em todos os países.

3- O desenvolvimento supõe uma transformação progressiva da economia e da sociedade.

4- Mesmo na noção mais estreita de sustentabilidade física está implícita uma preocupação com a equidade social entre gerações, que deve, evidentemente, ser extensiva à equidade em cada geração.

5- Os principais objetivos das políticas ambientais e desenvolvimentistas que derivam do conceito de desenvolvimento sustentável são, entre outros, os seguintes:

- a) retomar o crescimento;
- b) alterar a qualidade do desenvolvimento;
- c) atender às necessidades essenciais de emprego, alimentação, energia, água, e saneamento;
- d) manter um nível populacional sustentável;
- e) conservar e melhorar a base de recursos;
- f) reorientar a tecnologia e administrar o risco;
- g) incluir o meio ambiente e a economia no processo de tomada de decisões.¹⁴

Após esse breve retrospecto histórico percebe-se, de acordo com as fontes consultadas, que um conceito mais explícito de desenvolvimento sustentável só apareceu com a publicação do Relatório Brundtland. E, como se vê, seus termos ou seu enunciado é bastante simples e auto explicativo, pois, pode ser interpretado como: desenvolver-se é atender as necessidades da população. Para que isso seja sustentável, aquilo que é feito no presente não deve impedir que as necessidades das gerações futuras também sejam atendidas. A discussão se instaura a partir do momento em que são feitas as qualificações ou o detalhamento do conceito. Isso é o que se

¹⁴ Op. cit. pags. 46 a 53.

pretende demonstrar mais adiante, depois que forem apresentadas as concepções de outros cientistas e pesquisadores.

2.1.2 - A concepção de cientistas e pesquisadores

A exposição desenvolvida no item anterior foi feita com o objetivo de demonstrar que só muito recentemente, ou seja, há apenas quatro ou cinco décadas a preocupação com as questões genericamente referidas como “ambientais” ou “ecológicas” passou a constar da agenda de organismos e instituições de caráter internacional. Isto não quer dizer que os problemas decorrentes das relações entre o homem e a natureza não existiram anteriormente. Na verdade, problemas ambientais vêm acontecendo desde o surgimento do homem sobre a face da terra.¹⁵ Como principais motivos que levaram organismos e instituições internacionais a se preocuparem com tais fenômenos, há tão pouco tempo, podem ser apontados os seguintes. Embora muitos dos problemas ambientais já fossem conhecidos, mudanças importantes aconteceram tanto na escala dos mesmos como na difusão com que passaram a ocorrer e, como consequência, também se ampliaram a magnitude dos seus impactos. Alguns deles, conforme já se discutiu, de abrangência planetária. Outra explicação está no fato de que a tomada de consciência de que o mundo passava por uma crise, por parte dos dirigentes de tais instituições, só se deu a partir do chamado primeiro choque do petróleo, em 1973. Mas é importante lembrar que, na verdade, tal crise quando considerada em suas diferentes dimensões (ambiental, energética, econômica e social) e analisada com mais cuidado, têm suas raízes a partir da primeira Revolução Industrial. Pois, foi a partir daí que humanidade passou a ser sustentada por uma matriz energética cujas fontes foram se concentrando progressivamente em combustíveis fósseis, não renováveis. Tais combustíveis, inicialmente o carvão mineral e posteriormente o petróleo e o gás natural, embora por um lado, tenham sido os responsáveis pelo maciço suprimento da energia utilizada para o grande surto de crescimento econômico e da urbano-industrialização que se seguiu¹⁶, foram e continuam sendo, por outro lado, altamente poluidores além de se encontrarem em processo de acelerada exaustão.

¹⁵ Uma interessante descrição de eventos que bem ilustram as consequências da exploração da natureza pelo homem desde a sua origem pode ser encontrada em: Cole, Lamont C. “Jogando Roleta Russa com os Ciclos Biogeoquímicos” In Helfrich Jr., H.W. (Coord.) A Crise Ambiental - A luta do homem para viver consigo mesmo. Edições Melhoramentos/Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974 pp. 11-23.

¹⁶ Ver figura 3.1 (p. 69).

A percepção das implicações do relacionamento entre o homem e a natureza ou das relações de interdependência entre sociedade/economia e o meio ambiente, por parte de filósofos e cientistas, como pessoas físicas, diferentemente dos organismos e instituições internacionais, vem de longa data. Muitos, e de diferentes áreas do conhecimento, foram os cientistas que se ocuparam com questões de tal natureza, ou a elas associadas, embora nem sempre relacionando-as com os termos atualmente em voga de **desenvolvimento sustentável** ou **sustentabilidade**.

No que concerne aos primeiros grandes pensadores da Economia, a preocupação com a sustentabilidade já estava presente desde o século 18, tanto nos escritos de Thomas Malthus quanto de David Ricardo, quando ambos especularam sobre os limites naturais do crescimento econômico. O primeiro quando alertou sobre o que acreditava ser uma Lei, ou seja o contraste entre o ritmo de crescimento geométrico da população frente ao ritmo apenas aritmético do aumento dos bens necessários ao sustento da mesma população. Em Ricardo quando aponta a limitação do recurso terra e os seus diferentes níveis de fertilidade natural, que deveriam explicar a noção de Renda.

Vários outros pensadores, das mais diferentes áreas do conhecimento, também se dedicaram ao estudo das relações entre o homem e o meio ambiente. Uma interessante coletânea sobre a contribuição desses estudiosos foi realizada por Martinez-Alier & Schlüpmann (1993)¹⁷. Nessa coletânea, que os próprios autores denominaram de “uma história da economia ecológica” algumas conclusões merecem ser resgatadas. A primeira delas é que aquilo que atualmente é referido como a economia ecológica, tem a sua origem a partir de diferentes contribuições que começaram a surgir há pelo menos um século, mas o seu desenvolvimento ou reconhecimento parece ter ficado adormecido até meados deste século quando a eclosão de diferentes problemas ambientais motivou a volta dos debates, agora com maior profusão e intensidade. Isto pode ser evidenciado pelas palavras dos próprios autores de “La ecologia y la economia”, quando declaram que apesar dos autores mais recentes, dentre os quais Paul Ehrlich, Herman Daly, Barry Commoner, Howard Odum, Eugene Odum e Nicholas Georgescu-Roegen; possuírem consciência histórica, conheciam muito pouco das idéias de seus predecessores. Dentre tais idéias e preocupações, segundo a coletânea de Martinez-Alier & Schlüpmann (1993), já constavam as

¹⁷ Martinez-Alier, J. & Schlüpmann, K. La Ecologia y la Economia. Textos de Economia. Fondo de Cultura Económica. Primera reimpressão. México, 1993. 367 p..

seguintes: a) a dissipação de energia no processo econômico: b) os balanços energéticos da agricultura: c) as reservas energéticas existentes na natureza: d) limites ao crescimento da produção de alimentos.

Sem a pretensão de esgotar a discussão mas muito mais com o objetivo de ilustrar a variedade/evolução de idéias sobre a questão da sustentabilidade apresenta-se a seguir um resumo de conceitos encontrados na bibliografia mais recente.

Em 1989, Pearce et alii publicaram um livro¹⁸ que foi originalmente preparado como um relatório para o Departamento de Meio Ambiente do Reino Unido, sob o título: "*Sustainable Development, Resource Accounting and Project Appraisal: State of the Art Review*". Como a própria denominação do relatório explicita, os autores fazem uma revisão do "estado da arte" sobre o tema e apresentam inclusive, um anexo ao relatório, ao qual denominaram: "Desenvolvimento Sustentável - Uma Galeria de Definições". Nessa "galeria" constam mais de vinte definições sobre desenvolvimento sustentável coletadas na literatura da época. Para ilustrar a variedade de opiniões sobre o tema reproduz-se, na primeira parte do anexo I, algumas dessas definições, conforme foram arroladas *ipsis literis* na citada referência.

Ao analisarem a galeria de definições (da qual se reproduziu a amostra que consta do anexo I), Pearce et alii (1989) ponderam que, se por um lado, tal conjunto de definições revela uma grande variedade de opiniões sobre o tema, demonstra também, por outro lado, a dificuldade de se encontrar definições rigorosas sobre desenvolvimento sustentável. E, isso não deveria causar surpresa, pois é difícil encontrar alguém que seja contra o "**desenvolvimento sustentável**". Por outro lado, aquilo que significa desenvolvimento ou progresso para uma pessoa não necessariamente o é, para outra pessoa. "**Desenvolvimento**" é um conceito que encerra um juízo de valor, e como tal ele incorpora aspirações e ideais pessoais, além de conceitos do que seja a **sociedade ideal**, para cada um.¹⁹

É ilustrativo ressaltar que no próprio livro que se está estudando [Pearce et alii (1989)], os autores reservam um capítulo inteiro só para discutir o significado do desenvolvimento

¹⁸ Pearce, David & Markandya, Anil & Barbier, Edward. B. - Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Ltd. London, 1989.

sustentável (The Meaning of Sustainable Development - pp.28-50), no qual estabelecem diferentes relações conceituais entre, por exemplo:

- a) desenvolvimento econômico, desenvolvimento e crescimento econômico;
- b) meio ambiente, desenvolvimento e crescimento;
- c) desenvolvimento sustentável e meio ambiente, entre outras.

E, afinal, procurando apresentar mais especificamente sua própria definição, fazem as seguintes considerações:

"Como nós vimos, 'desenvolvimento' é uma *value word* (é um juízo de valor). Em alguma medida, muitos dos elementos são capturados pelo conceito de *utilidade* dos economistas, ou, mais familiarmente, 'bem-estar'. Sem dúvida, é assim que a maioria dos economistas provavelmente interpretaria desenvolvimento sustentável, isto é, como utilidade sustentável. Dito de outra maneira, o bem-estar de uma dada população deveria no mínimo ser constante ao longo do tempo e, preferivelmente crescente para que houvesse desenvolvimento sustentável. Quanto mais amplo for o conceito de desenvolvimento sustentável mais 'vago' ("fuzzy") ele será, e existirão dificuldades em determinar como avaliar se o desenvolvimento tem sido sustentado se alguns indicadores aumentam e outros decrescem. Mas este último é essencialmente um problema de julgamento político, de determinar o que a sociedade pensa do assunto.²⁰

Estendendo-se ainda mais na explicação do conceito, os autores estabelecem diferenças entre crescimento sustentado e desenvolvimento sustentado, com as seguintes afirmações:

"*Crescimento econômico* significa que o PNB real *per-capita* é crescente ao longo do tempo. Mas a observação de tal tendência *não* significa que o crescimento seja 'sustentável'.

Crescimento econômico sustentado significa que o PNB real *per-capita* esteja crescendo ao longo do tempo e cujo aumento não esteja ameaçado por *feedbacks* seja de impactos biofísicos (poluição, problemas com recursos) seja de impactos sociais (convulsão social = *social disruption*).

Em outro livro publicado em 1990, Pearce & Turner, apresentam outra definição para desenvolvimento sustentável. Dizem eles:

"Uma definição de trabalho para desenvolvimento sustentável poderia ser a seguinte: ele envolve/implica maximizar os benefícios líquidos do desenvolvimento econômico, sujeito a manter os serviços e a qualidade dos recursos naturais ao longo do tempo. Desenvolvimento econômico é amplamente interpretado/entendido para incluir não apenas acréscimos na renda real

¹⁹ Op. cit. pp. 1-27.

per-capita mas também outros elementos no bem estar social. O desenvolvimento necessariamente envolverá mudança estrutural dentro da economia e sociedade. Manter os serviços e a qualidade do estoque de recursos ao longo do tempo implica, tanto quanto é viável, aceitar as seguintes regras: (a) utilizar os recursos renováveis a taxas menores ou iguais às aquelas taxas naturais sob as quais elas possam se regenerar. (b) otimizar a eficiência com a qual os recursos não renováveis são usados, sujeita a substitutibilidade entre recursos e progresso tecnológico. Desenvolvimento econômico e manutenção dos recursos naturais são relacionados de duas grandes maneiras:

1. acima de algum nível de utilização da base de recursos é provável haver um *trade-off* entre desenvolvimento e os serviços da base de recursos (relação de complementaridade).
2. Além desse nível, desenvolvimento econômico pode envolver reduções em uma ou mais das funções do meio ambiente natural - como insumos à produção econômica, uma perda do serviço de assimilação e redução da provisão de recreação ou amenidade. Nesse contexto de *trade-off*, a multifuncionalidade dos recursos naturais é um conceito crítico²¹.

Semelhante à "Galeria de Definições" de desenvolvimento sustentável de Pearce et alii (1989) já comentada acima, uma outra pesquisa foi realizada, cujo objetivo, nas palavras de sua própria autora, foi o de "buscar entender a definição de desenvolvimento sustentável e discutir os diferentes conteúdos que vêm sendo dados ao termo".²² Dentre o material coletado na referida pesquisa, vários são os conceitos e definições já discutidos aqui, como os da Comissão Mundial do Meio Ambiente (1987), e os de Pearce et alii (1989). Outros, no entanto, também foram incluídos no anexo a este capítulo para comporem a amostra de definições a ser analisada.

²⁰ Op cit. p.32.

²¹ Pearce & Turner (1990), op. cit. pp. 24-25. Tradução livre (não autorizada) de: A working definition of sustainable development might be as follows: it involves maximising the net benefits of economic development, subject to maintaining the services and quality of natural resources over time. Economic development is broadly construed to include not just increases in real per capita incomes but also other elements in social welfare. Development will necessarily involve structural change within the economy and in society. Maintaining the services and quality of the stock of resources over time implies, as far as is practicable, acceptance of the following rules: (a) Utilize renewable resources at rates less than or equal to the natural rate at which they can regenerate. (b) Optimise the efficiency with which non-renewable resources are used, subject to substitutability between resources and technological progress. Economic development and natural resource maintenance are related in the following two broad ways: 1. Up to some level of resource base utilisation there is likely to be a trade-off between development and the services of the resource base (complementary relationship). 2. Beyond this level, economic development is likely to involve reduction in one or more of the functions of natural environments - as inputs to economic production, a waste assimilation service and recreation/amenity provision. In this trade-off context, the multifunctionality of natural resources is a critical concept.

Assim, com base no referido anexo, constata-se que, são diversas e variadas as definições apresentadas pelos diferentes autores consultados sobre desenvolvimento sustentável. Algumas são bastante gerais, muito vagas e/ou confusas. Por outro lado, ao se fazer um resumo analítico dos conteúdos de outras, é possível identificar diferentes elementos, cujos significados no entanto, são os mesmos ou muito semelhantes. Ou seja, em síntese, com "desenvolvimento sustentável" pretende-se ou quer-se significar as seguintes "idéias chave", (tanto no presente como no futuro):

a) em relação ao bem estar ou satisfação das pessoas: satisfazer necessidades humanas, manter ou aumentar a utilidade *per-capita*, manter e/ou melhorar a qualidade de vida, maximizar os benefícios líquidos do desenvolvimento econômico,

b) em relação à ecologia, ao meio ambiente ou aos recursos naturais: manter, conservar, auto-perpetuar, e/ou não degradar, a sua qualidade.

Nesse sentido, as definições que parecem melhor captar ou precisar tais idéias são as apresentadas por Barbier (1989), Rattner (1991), Lélé (1991) e Goodland & Ledoc (1987), as quais, além de se complementarem mutuamente, possuem algumas características específicas que merecem ser destacadas. Assim,

a) conforme Barbier: "... **Duas interpretações estão emergindo**: uma concepção mais ampla com respeito ao desenvolvimento econômico, social e ecológico, e uma concepção mais estreita com respeito ao desenvolvimento ambientalmente sustentável. **A primeira**, define o conceito como '**desenvolvimento que alcança as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades**'.... a segunda ... **requer maximizar os benefícios líquidos do desenvolvimento econômico, mantendo os serviços e a qualidade dos recursos naturais**". (Grifos nossos).

b) Segundo Rattner: "... Em oposição às estratégias de crescimento insustentável ...**Estratégias de desenvolvimento sustentável** - servindo a todos, todo o tempo, sem destruir ou exaurir os recursos existentes e produzir riscos e conseqüências ambientais insuportáveis - **terão que ser caracterizadas pela viabilização econômica, equidade social, sustentabilidade, aceitabilidade estética**... para tratar com estes problemas (ambientais) e ao mesmo tempo fornecer condições para o desenvolvimento sustentável - será necessária mobilização e motivação de toda a sociedade para definir um estilo de vida com padrões de consumo e produção de acordo com as necessidades básicas e estratégicas de prioridade determinada através de processos democráticos pelos atores sociais". (Grifos nossos).

c) Conforme, Lélé: "desenvolvimento sustentável quer simplesmente dizer '**desenvolvimento que pode ser continuado**'... Muitos usam o conceito como **a existência de condições ecológicas necessárias**

²² Baroni, Margaret - "Ambigüidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável". In Revista de Administração de Empresas. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, abril/junho 1992 - 32(2):14-24.

para dar suporte à vida humana num nível específico de bem-estar através de futuras gerações, e isto é sustentabilidade ecológica e não desenvolvimento sustentável." (Grifos nossos).

d) De acordo com Goodland & Ledoc, ... "desenvolvimento sustentável também implica a **exaustão dos recursos energéticos não renováveis numa taxa lenta o suficiente para garantir uma alta probabilidade de transição societal ordenada para as fontes de energia renovável...**" (Grifos nossos).

Embora tais qualificações sobre o conceito de desenvolvimento sustentável pareçam, conforme já de afirmou, as mais completas ou elaboradas, ainda assim não são suficientemente esclarecedoras, e carecem portanto de maior refinamento. Na verdade, a atenção dos referidos autores concentrou-se muito mais em procurar qualificar ou esmiuçar o conceito de "desenvolvimento" do que discutir e esclarecer o conceito "sustentável". Permanece a impressão de que se confunde sustentabilidade com "não impedir que as gerações futuras também tenham bem estar", como por exemplo, é explicitamente afirmado na definição da Comissão Bruntland. Esse princípio ou essa declaração relaciona-se muito mais a esfera da Ética, pois é uma questão de equidade intergeracional. Parece que a dificuldade básica está em se aplicar os termos "sustentável" ou "sustentabilidade" às áreas das ciências sociais, ou na concepção que se tem das relações entre o homem e a natureza ou da economia e o meio ambiente ou ainda, mais precisamente, das relações entre o subsistema econômico e o sistema ecológico, aquele conteúdo que é deste.

Uma visão mais profunda das questões da sustentabilidade é encontrada em outros estudiosos de diferentes áreas do conhecimento humano. O elo comum entre eles pode ser identificado através de algumas características de seu modo de pensar, ou seja: uma visão holística a respeito dos fenômenos que explicam a relação homem x natureza; e em consequência, a necessidade de uma concepção interdisciplinar e multidimensional para tratar de tal relação a fim de entendê-la adequadamente, e afinal, propor estratégias de intervenção, ou correção de rumos. Para tais estudiosos, não é mais possível continuar com os atuais "estilos de desenvolvimento" que a humanidade experimentou ao longo de sua história e, esta impossibilidade se explica, basicamente, pelos seguintes fatores principais: a) o tamanho atingido pela população mundial; b) a escala alcançada pelo aparelho produtivo instalado para atender as "necessidades" dessa população, e apesar disso com o efeito perverso de atender apenas parte da mesma; c) pela magnitude das consequências que as formas de organização social e tecnológica,

adotadas para o modo de vida dos mais ricos, vem causando ao meio ambiente a ponto de ameaçar, em alguns casos, em escala planetária, a capacidade de reprodução de tal modo de vida nas atuais condições.

Para ilustrar essa visão tratar-se-á em seguida da contribuição de alguns autores. Um deles é Enzo Tiezzi que em 1988 publicou um livro no qual se defronta com os principais problemas ambientais e ecológicos da atualidade²³. Vale a pena reproduzir aqui alguns trechos de sua obra que bem situam a discussão sobre a busca do "desenvolvimento sustentável," o qual para ele, em síntese, é referido como "uma nova cultura do desenvolvimento". (Ver citação abaixo). Nas palavras de Tiezzi,

"Observando bem a globalidade e a interdependência dos fatos e medindo-os com os tempos da biologia, muito mais longos que os da história, percebe-se com clareza que nestes últimos anos, a humanidade chegou, pela primeira vez, a uma encruzilhada da qual podem partir muitos caminhos

E estes caminhos estão intimamente ligados entre si. É evidente, por exemplo que a produção de alimentos e o desperdício de recursos energéticos são interdependentes e, por sua vez, dependem do crescimento da população e interferem nas variações do clima, retroagindo sobre a produção de alimentos.

O discurso que pretendo desenvolver, examinando estes pontos nos capítulos a seguir, não tem nada de catastrófico. Pelo contrário, baseia-se na firme convicção de que, assim que for possível, é necessário inverter a rota e nos defrontar com **uma nova cultura do desenvolvimento**. Esta cultura carece ao extremo de **biologia e de termodinâmica e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos**. Tal convicção, em substância, parte de três considerações: a) o equilíbrio da natureza é um equilíbrio extremamente delicado que, com facilidade, o homem pode modificar de maneira irreversível; a natureza não é um reservatório inesgotável de recursos; b) a longo prazo, a coletividade, jamais é indenizada pela destruição e pelo desperdício dos recursos naturais e ambientais, nem em termos econômicos, nem em termos sociais; c) o fictício bem-estar da sociedade de consumo baseia-se na exploração real de três tipos de pessoas: 1) as novas gerações, que irão se deparar com recursos escassos com um ambiente poluído; 2) os grupos mais fracos e marginalizados, que sofrem danos sobre a saúde, sobre a poluição, etc., sem usufruir das vantagens econômicas do consumismo; 3) o Terceiro Mundo, que paga nossas necessidades consumistas com a monocultura, com o próprio ambiente destruído (natural e culturalmente), e com a fome.

Estas três considerações, precisamente, evidenciam que **uma análise apenas histórica ou apenas econômica não é suficiente para ajudar-nos a compreender. Os tempos que interessam aqui, são os biológicos**; contudo, há muito tempo a rapidez com que mudam os parâmetros de hoje é extremamente superior a anterior. As modificações naturais, que antes ocorriam em períodos de milênios, hoje, com o forte impacto das modernas tecnologias, podem ocorrer em períodos brevíssimos. Os tempo biológicos entre uma geração e outra, na atualidade, são muito rápidos; a velocidade com que as novas gerações se defrontam com os processos produtivos e assimilam as novidades tecnológicas é enorme; e também cresce celeremente a velocidade com que evoluem as próprias relações de produção e os modos de produzir.

Os problemas da natureza e dos recursos naturais referem-se a toda a humanidade, e o Terceiro Mundo precisa ser ouvido. Em outras palavras, falando em termos matemáticos, deve-se fazer uma ampliação em

²³ Tiezzi, Enzo - Tempos Históricos, Tempos Biológicos. A Terra ou a morte: os problemas da nova ecologia. Nobel. São Paulo, 1988. 204 p.

função do espaço e chegou a hora de fazer também uma extrapolação em função do tempo, e, portanto, de considerar, como sujeitos sociais ativos as novas gerações que emergem rapidamente.

As coisas ficam complicadas se insistirmos em só reconhecer as velhas classes sociais e em procurar resolver as questões com os velhos modelos econômicos tanto os capitalistas como os dos países do "socialismo real". Por outro lado, o principal ponto a discutir, pois é o axioma equivocado sobre o qual nos baseamos até hoje, é o crescimento material sem limites nem objetivos. Para isto, é preciso rediscutir não apenas as relações de produção, mas também o quê, como, onde, quando produzir, etc. É preciso varrer todos os lugares comuns que fazem coincidir o "bem-estar" com o aumento do Produto Nacional Bruto(PNB) ou com a concentração industrial. É preciso desencadear um processo radical de libertação das potencialidades humanas reais, um processo que leve a uma sociedade baseada no equilíbrio com a natureza e na "qualidade de vida" (que não é uma expressão em voga, mas uma exigência real de muitos). Os valores com os quais construir esta nova cultura do desenvolvimento devem ser científicos e não metafísicos, e, ao mesmo tempo, éticos e não materiais. As forças políticas tradicionais estão por demais condicionadas pelos mecanismos econômicos e pelos esquemas ligados ao "crescimento" para que busquem, com coragem, novos e diferentes valores, e para que compreendam que a realidade não é feita apenas de produção e consumo, de salário e lucro, mas que têm a mesma importância o equilíbrio natural e a renovabilidade dos recursos, o sistema dos organismos vivos e sua reprodução continuada. E com este segundo nível da realidade, até agora irresponsavelmente menosprezado, que hoje devemos ajustar contas."²⁴ (Grifos nossos).

Ignacy Sachs, em seu livro *Ecodesenvolvimento: Crescer sem destruir*²⁵, desenvolve raciocínio semelhante quando diz:

"A simbiose entre homem e a natureza implica uma gestão dos solos, das águas e das florestas diametralmente oposta às atitudes predadoras que, na maioria das vezes, acompanham o aproveitamento dos recursos ditado pela única preocupação de rentabilidade mercantil imediata, na economia capitalista, ou de maximização da taxa de crescimento do PNB, na economia socialista. A racionalidade estritamente produtivista leva as empresas a internalizar o lucro e externalizar os custos sociais e ecológicos da produção, como demonstrou Kapp (1950), em um trabalho pioneiro"²⁶

"O conceito de ecodesenvolvimento surgiu a partir de uma polêmica dupla contra os partidários do crescimento selvagem, que defendem, uma fuga para a frente no maldesenvolvimento - como meio de corrigir os seus males - e conta os "zeristas"⁶ vítimas do absolutismo do critério ecológico a ponto de perderem a visão antropocêntrica do mundo, que é a de todas as filosofias humanistas. Não esqueçamos que o conceito de estado estacionário, apesar do mérito incontestável de levantar o problema da auto-limitação das necessidades, só teria sentido se a sociedade fosse perfeitamente igualitária e, além disso, capaz de assegurar a todos os seus membros um conforto material razoável....

Por conseguinte, ao invés de postular o não crescimento, o ecodesenvolvimento convida a que se prospectem novas modalidades de crescimento, tanto no plano das finalidades como no dos instrumentais, procurando-se aproveitar as contribuições culturais das populações interessadas e transformar em recursos úteis os elementos do seu meio ambiente. O que se pretende é uma dupla abertura do horizonte do planejador à antropologia cultural e à ecologia...

O "outro desenvolvimento" apoia-se em cinco pilares: deve ser endógeno, contar com suas próprias forças, tomar como ponto de partida a lógica das necessidades, esforçar-se para promover a simbiose entre as sociedades humanas e a natureza, permanecer aberto à mudança institucional (*Que faire?*, 1975; ver também Nerfin (ed.), 1977)...

O ecodesenvolvimento postula uma visão solidária a longo prazo, abrangendo toda a humanidade. Mas a ênfase deverá recair sobre os espaços da autonomia local que será preciso identificar, ampliar e consolidar, dando-se-lhes a ajuda necessária a romper certos pontos de estrangulamento....

Isto porque uma constatação banal e não obstante essencial salta aos olhos: o desenvolvimento só se pode manifestar lá onde vivem as pessoas, isto é, localmente...

Na sua melhor concepção, o ecodesenvolvimento local - rural ou urbano - constitui um ponto de partida, o lugar obrigatório por onde devem passar os movimentos políticos conducentes a outro desenvolvimento, do

²⁴ Op. Cit. pp. 6-8

²⁵ Sachs, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. Vértice. São Paulo, 1986. 207 pags.

²⁶ Op. cit. pp. 109

qual são uma condição necessária, mas de modo algum suficiente, o aprendizado extremamente útil e difícil no sentido de se pensar o desenvolvimento de maneira horizontal e holística, pondo à prova a imaginação social concreta e a ocasião de interligar conjuntos de interesses reais no âmbito de grupos humanos mais ou menos amplos."²⁷ (Grifos nossos).

No mesmo livro, ao comentar a importância do novo conceito, Sachs se pergunta: "*O que oferece o conceito de ecodesenvolvimento ao planejador?*" e responde:

"De saída, um critério de racionalidade social diferente da lógica mercantil, critério fundamentado nos postulados éticos complementares de solidariedade sincrônica com a geração presente e de solidariedade diacrônica com as gerações futuras. O primeiro induz à problemática de acesso equitativo aos recursos e à redistribuição dos mesmos; o segundo obriga a alargar o horizonte temporal para além do tempo do economista e provoca, desse modo, forte alteração ao nível do instrumental habitualmente utilizado na arbitragem entre o presente e o futuro. A finitude da nave terra e as dimensões atuais do maldesenvolvimento tornam imperiosa a aplicação desta nova racionalidade na gestão dos recursos de energia, de espaço e do meio. Entre os paradoxos do nosso tempo, o historiador observará, sem dúvida, que a tomada de consciência definitiva dos limites do nosso planeta se deu, sobretudo, a partir dos vôos espaciais, quer dizer, de um empreendimento científico que, dadas as suas finalidades militares e o desvio maciço de recursos que teriam podido servir ao desenvolvimento, se situa no extremo oposto da racionalidade social aqui preconizada. Depois, o ecodesenvolvimento é um instrumento heurístico na colocação de um conjunto coerente de questões sobre o ambiente como potencial de recursos que podem e devem ser postos ao serviço da humanidade em uma base sustentada."²⁸

Leonardo Boff, em seu livro "Ecologia, Mundialização, Espiritualidade: A emergência de um novo paradigma"²⁹, também se orienta para o mesmo tipo de concepção, na verdade ampliando ainda mais o grau de amplitude do objeto de estudo, conforme pode ser ilustrado com a reprodução de alguns trechos da referida obra.

"Ecologia é relação, interação e dialogação de todas as coisas existentes (viventes ou não) entre si e com tudo o que existe, real ou potencial. A ecologia não tem a ver apenas com a natureza (ecologia natural), mas principalmente com a sociedade e a cultura (ecologia humana, social etc.). Numa visão ecológica, tudo o que existe coexiste. Tudo o que coexiste preexiste. E tudo o que coexiste e preexiste subsiste através de uma teia infinita de relações omnicompreensivas. Nada existe fora da relação. Tudo se relaciona com tudo em todos os pontos.....

A ecologia não é um luxo dos ricos nem uma preocupação apenas dos grupos ambientalistas ou dos Verdes com seus respectivos partidos. **A questão ecológica remete a um novo nível da consciência mundial: a importância da Terra como um todo, o bem comum como bem das pessoas, das sociedades e do conjunto dos seres da natureza, o risco apocalíptico que pesa sobre todo o criado.** O ser humano pode ser anjo da guarda bem como satã da Terra. A Terra sangra, especialmente em seu ser mais singular, o oprimido, o marginalizado e o excluído, pois todos esses compõem as grandes maiorias do planeta. A partir deles devemos pensar o equilíbrio universal e a nova ordem ecológica mundial."³⁰

²⁷ Op. cit pp. 113-116

²⁸ Op. cit pp. 112-113

²⁹ Boff, Leonardo - Ecologia, Mundialização, Espiritualidade: a emergência de um novo paradigma. Ática. São Paulo, 1996. 2ª Edição, 180 p.

³⁰ Op. cit. p. 15.

Em seguida, Boff apresenta o que considera a primeira definição que surgiu sobre ecologia e comenta os diferentes significados que a concepção inicial foi assumindo até chegar às qualificações que atualmente se encontram sobre ela.

"O termo *ecologia* foi cunhado em 1886 pelo biólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919). É composto de duas palavras gregas: *oikos*. Que significa 'casa', e *logos* que quer dizer 'reflexão' ou 'estudo'. Assim, ecologia quer dizer o estudo que se faz acerca das condições e relações que formam o hábitat (casa) do conjunto e de cada um dos seres da natureza. Na definição de Haeckel: 'ecologia é o estudo da interdependência e da interação entre os organismos vivos (animais e plantas) e o seu meio ambiente (seres inorgânicos)'.

Atualmente abriu-se o conceito para além dos seres vivos. **Ecologia representa, a relação, a interação e a dialogação que todos os seres (vivos e não vivos) guardam entre si e com tudo o que mais existe. A natureza (o conjunto de todos os seres), desde as partículas elementares e as energias primordiais até as formas mais complexas de vida, é dinâmica; ela constitui um tecido intrincadíssimo com conexões por todos os lados. A Ecologia não abarca apenas a natureza (ecologia natural), mas também a cultura e a sociedade (ecologia humana, social, etc.).** A partir daí surgiram subdeterminações da ecologia, como a ecologia das cidades, da saúde, da mente etc. Importa, entretanto, entender que a ecologia quer enfatizar o enlace existente entre todos os seres naturais e culturais e sublinhar a rede de interdependências vigentes de tudo com tudo, constituindo a totalidade ecológica.....

Em nível humano, a ecologia exige uma atitude básica: a de relacionar tudo pelos *lados*; com isso se superam os saberes estanques e se evitam os 'cientistas idiotas' que só sabem acerca de seu campo específico de saber (o médico só de medicina, o economista só de economia, e o padre só de religião); importa desenvolver uma compreensão interdisciplinar, exige também uma atitude de relacionar tudo para *trás*; ver as coisas em sua genealogia, pois elas conhecem uma longa história de bilhões de anos até chegar à forma atual; com isso se evitam visões ingênuas, fixistas, e fundamentalistas; exige-se igualmente uma visão para a frente: todas as coisas, como tiveram passado, têm também futuro e um direito ao futuro; importa evitar o imediatismo e a fixação somente em nossa geração e desenvolver uma solidariedade para com as gerações que ainda não nasceram (solidariedade generacional) para que elas também possam conviver com uma natureza saudável; por fim, a ecologia exige uma visão de *totalidade*; esta não resulta da soma das partes, mas da interdependência orgânica de tudo com tudo; com isso superamos o pensamento dominante, que é demasiadamente analítico e pouco sintético, pois é parcamente articulado com outras formas de experimentar e de conhecer a realidade.

Essa atitude ecológica de base chama-se *holismo*, ou visão *holística*. Holismo (do grego *holos*, que significa 'totalidade', termo divulgado pelo filósofo sul-africano Jan Smutts, a partir de 1926) significa o esforço de surpreender o todo nas partes e as partes no todo."³¹

Para Haeckel, um século atrás, ecologia constituía um ramo da biologia. Portanto, representava apenas um interesse científico regional. Para nós, hoje, significa um interesse científico global, uma questão de vida e morte da humanidade e de todo o sistema planetário. É a questão das questões, quer dizer, aquela que relativiza todas as demais questões e funda a nova radicalidade e a real centralidade das preocupações humanas....

Por causa dessa importância, todas as práticas humanas e todos os saberes devem se redimensionar a partir da ecologia e dar a sua contribuição específica da salvaguarda do criado. Para cumprir essa diligência não é suficiente colocar a partícula *eco* diante de cada ciência: eco-economia, eco-sociologia, eco-política, eco-medicina, eco-psicologia, eco-teologia etc., e continuar funcionando como funcionavam antes. Importa proceder a uma autocrítica severa: em que medida tal e tal saber constitui um fator de desequilíbrio ecológico e tal e qual política implica degradação do meio ambiente, tal modelo de desenvolvimento constitui um instrumento de pilhagem da natureza. Indo mais fundo, em que medida os próprios saberes devem elaborar-se dentro de uma perspectiva ecológica, de tal forma que signifiquem um poderoso fator de proteção, respeito e promoção da natureza. É esta reconversão que hoje de impõe a todos."³²

³¹ Op. cit. pp. 17-18

³² Op. cit. pp. 19-20

Para sintetizar o pensamento acima reproduzido dos autores estudados no que diz respeito ao desenvolvimento sustentado ou sustentabilidade, os seguintes aspectos devem ser ressaltados/destacados.

Todos argumentam que a humanidade deve corrigir os seus caminhos (como afirma Tiezzi), prospectar novas modalidades de crescimento tanto no plano das finalidades como no dos instrumentais (como diz Sachs) ou, seu modelo de desenvolvimento (de acordo com as palavras de Boff), se se pretende um futuro sustentado. Para tanto, defendem respectivamente, o que chamam de: uma nova cultura do desenvolvimento; o ecodesenvolvimento; uma nova ordem ecológica mundial.

Para isso, como se viu, Tiezzi pondera que **"uma nova cultura de desenvolvimento carece ao extremo de biologia e de termodinâmica e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos"**. Sachs, por sua vez, ao criticar a versão dos partidários do crescimento zero denominando-os de "vitimas do absolutismo do critério ecológico a ponto de perderam a visão antropocêntrica do mundo", defende que **"ao invés de postular o não crescimento, o ecodesenvolvimento convida a que se prospectem novas modalidades de crescimento**, tanto no plano das finalidades como no dos instrumentais, procurando aproveitar as contribuições das populações interessadas e transformar em recursos úteis os elementos do seu meio ambiente. O que se pretende é uma dupla abertura do horizonte do planejador à antropologia cultural e à ecologia." Boff, por sua vez, ao lembrar que há um século atrás a ecologia representava apenas um interesse científico regional, na medida em que constituía apenas um ramo da biologia, **ênfatisa que atualmente, a ecologia é a questão das questões, pois é aquela que relativiza todas as demais e funda a nova radicalidade e a real centralidade das preocupações humanas**. E é exatamente por isso que todas as práticas humanas e todos os saberes devem se redimensionar a partir da ecologia e dar a sua contribuição específica da salvaguarda do criado.

Como se percebe, diante da combinação do discurso desses autores (que pertencem a diferentes áreas do conhecimento científico), a questão da sustentabilidade torna-se mais fácil de ser compreendida e estudada. Seus fundamentos e principais conceitos pertencem mais às áreas

das ciências biofísicas e da Ética do que a das ciências econômicas. Na verdade, tanto o entendimento quanto o enfrentamento da questão da sustentabilidade requer uma concepção holística que agregue todas as áreas do saber e da cultura humanos.

2.1.3 - A concepção de sustentabilidade a partir da ecologia e as leis que regulam a apropriação de energia pelo homem

Antes dos anos setenta a ecologia era considerada como uma subdivisão da biologia. Embora permaneça firmemente radicada na biologia ela já atingiu a maioria como uma disciplina integradora essencialmente nova que une os processos físicos e biológicos e serve de ponte de ligação entre as ciências naturais e as ciências sociais.³³

O ecossistema é a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui tanto os organismos quanto o ambiente abiótico; cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para a manutenção da vida, como a conhecemos, na Terra. Os organismos vivos e o seu ambiente não vivo (abiótico) estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si. Chamamos de sistema ecológico ou de ecossistema qualquer unidade (biosistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que **um fluxo de energia** produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas.³⁴ (Grifo nosso).

Para que se possa prosseguir nessa discussão é preciso que sejam explicitados alguns conceitos fundamentais relacionados com a energia. A primeira consideração que deve ser feita diz respeito a origem da energia. No próximo capítulo, demonstrar-se-á qual é a quantidade de energia que vem sendo utilizada nos últimos anos pelo planeta terra, quais são as diferentes fontes que compõem a sua oferta, de que forma ela é distribuída entre os diferentes usos, dentre outras informações. Das principais conclusões lá obtidas, convém aqui antecipar as seguintes:

³³ Ver Odum, E.P. Ecologia. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1988. pp. 2

³⁴ Ibidem, p. 9

- a) para sustentar seu atual estágio de desenvolvimento a humanidade depende, basicamente de petróleo, gás natural e carvão (combustíveis fósseis, portanto fontes não renováveis de energia), que respondem por aproximadamente 80% de toda a energia consumida.
- b) O ecossistema planetário dificilmente suportará a continuidade desse padrão de consumo, pelo menos por duas razões principais: b.1) o esgotamento progressivo e acelerado de tais recursos; b.2) as consequências ecológicas que tal padrão de consumo imporá ao planeta (aquecimento global, acidificação do meio ambiente, poluição, etc.)
- c) uma outra via energética segura e duradoura é indispensável para garantir o desenvolvimento sustentável no futuro, e passa necessariamente por políticas que implementem, entre outras providências: c.1.) a otimização do rendimento e uso das fontes tradicionais; b) a intensificação da utilização das fontes renováveis.

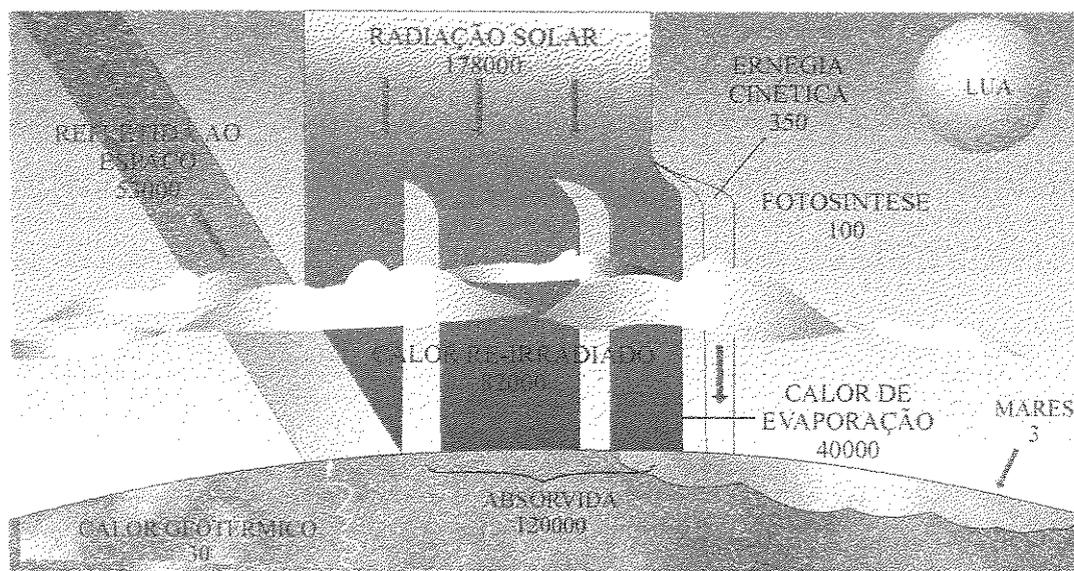
Cabem agora, algumas considerações sobre o potencial da energia renovável que "abastece" o ecossistema planetário da Terra. Tais informações estão reunidas na figura 2.1 que demonstra, entre outras informações, a quantidade de energia que incide anualmente sobre a superfície terrestre, e quanto constitui o potencial efetivo de utilização.

O total da radiação solar que atinge a superfície da terra a cada ano é estimada em 178.000 terawatts. Desse total, 53.000 terawatts são imediatamente refletidos de volta ao espaço enquanto outros 82.000 terawatts apesar de absorvidos pelo planeta e convertidos em calor são novamente re-irradiados ao espaço. A parcela que permanece potencialmente disponível é de apenas 20% do total da radiação, ou seja, aproximadamente 36.000 terawatts. Mesmo assim isso constituiria uma magnitude fantástica se comparada com os dados de consumo global de energia dos últimos anos. Estes, conforme demonstrar-se-á no capítulo 2, são da ordem de 166 milhões de barris de óleo equivalente por dia, os quais, apenas para efeito de comparação, correspondem a 33,2 terawatts por ano³⁵, ou seja, o potencial de energia disponível (36.000 TW) equivale ao consumo total de energia do planeta, multiplicado por 1,084 vezes! Se as coisas fossem tão simples assim a humanidade não teria problemas com disponibilidade de energia. Na realidade, infelizmente, a questão é muito mais complexa. De início, deve ser ressaltado que a estimativa do "tamanho" do

³⁵ Ou seja: $166 \text{ milhões de barris/dia} \times 365 \text{ dias/ano} = 60,6 \text{ bilhões de barris/ano} \div 6,289 \text{ b/ton.} = 9,63 \text{ bilhões de tEP} \div 0,29 \text{ tEP/Kw} = 33,2 \text{ Terawatts}$

potencial disponível é de energia radiante ou radiação solar. Essa forma de energia, embora seja indispensável para a manutenção e evolução da própria vida sobre o planeta, é apenas **uma** das formas de que a humanidade precisa (isto, pelo menos, enquanto continuar o modo de "evolução" das civilizações que se conhece). Além disso, ainda não existe tecnologia gerada pelo homem, capaz de converter tal volume potencial de energia solar nas diferentes formas de energia útil para consumo, nem na quantidade e nem na velocidade que seriam necessárias para substituir o padrão de utilização que vem crescendo através dos tempos. Como já se viu, a grande parcela de energia (comercial) que a humanidade consome atualmente (algo em torno de 80%), é proveniente de reservas fósseis que a natureza levou milhões de anos para armazenar.

Figura 2.1 - A Incidência de Energia sobre o Ecosistema Planetário



Fonte Adaptada de Scientific American. September, 1990 Vol. 263 Number 3. Pp. 24

Descrição semelhante, porém com informações diferenciadas sobre o aproveitamento da radiação solar que incide sobre o planeta terra é feita por Altvater (1995). Segundo ele a Terra recebe diariamente 1.380 watts por metro quadrado de energia de radiação solar, cujo destino é o seguinte:

a) a maior parte da energia, cerca de 80%, é refletida no espaço em partículas nas camadas superiores da atmosfera, nas nuvens e na superfície terrestre (30%); os demais (50%), são temporariamente acumulados como calor em camadas inferiores da atmosfera, nos solos e nas águas (efeito estufa natural) e depois irradiada (em baixa temperatura) ao espaço;

b) são os restantes 20% que impulsionam o ciclo hídrico e a circulação atmosférica na terra, cabendo à fotossíntese (que em última análise é a responsável pelos depósitos de energia), 0,06%.

Ou seja, apenas, 0,06% (notar bem, menos de 0,1%) da energia irradiada pelo sol é suficiente para toda a produção primária líquida da biomassa³⁶.

Apressadamente analisados por este ângulo, tais quantitativos também pareceriam demonstrar a inexistência de problemas de energia para a manutenção e crescimento da humanidade. De fato, a realização energética do sol é enorme, mas mesmo assim seria insuficiente se se pretendesse continuar com o consumo material e energético das sociedades modernas. As alternativas energéticas, exclusivamente baseadas na radiação solar, estariam condenadas ao fracasso se destinadas a substituir as atuais fontes fósseis, sem que fossem, simultaneamente, transformados os sistemas de transformação de energia e a cultura e o modo de vida que lhes correspondem. Noutros termos, essa abundância de energia radiante do sol pouco adiantará se os sistemas que sustentam o estilo de "desenvolvimento" das civilizações atuais permanecerem os mesmos. Para que se possa evoluir à uma nova civilização baseada diretamente na radiação solar grandes transformações deverão ocorrer em todas as principais estruturas ou sistemas que conformam e sustentam a sociedade atual. Ou, como diz Altvater (1995):

"...assim como a transição para a exploração das fontes fósseis de energia possibilitou a formação de uma nova sociedade, ou seja, o capitalismo industrial, assim também a transição a uma era solar só poderá ocorrer quando surgir um modo de produção e de vida solar. Como será ele? É difícil dizer, pois o futuro se encontra aberto, e não pode de ser decifrado por meio de nenhum periscópio. De qualquer modo, esta seria a 'terceira revolução prometida' de que Georgescu-Roegen falava (1986). É mencionado por ele muito longinquamente. Por quê? **'O obstáculo maior é a radiação extremamente fraca de energia solar quando ela atinge o solo. Precisaremos de uma quantidade desproporcionalmente grande de material para coletar energia solar numa quantidade aceitável'** (Georgescu-Roegen, 1986, p. 16). Mesmo assim, o recurso à energia solar é a única alternativa para a crise ecológica da humanidade, em que ela se enredou em decorrência do cômodo aproveitamento das energias fósseis, desde a Revolução Industrial e principalmente do fordismo. Mas este recurso só poderá ter êxito quando, junto com as técnicas para a coleta da energia solar, surgirem as instituições econômicas e sociais, um sistema político e normas comportamentais de uma **sociedade solar.**"³⁷ (Grifos nossos).

³⁶ Altvater, E. O Preço da Riqueza - Pilhagem Ambiental e a Nova (Des)ordem Mundial. Editora da UNESP. São Paulo, 1995 pp. 49

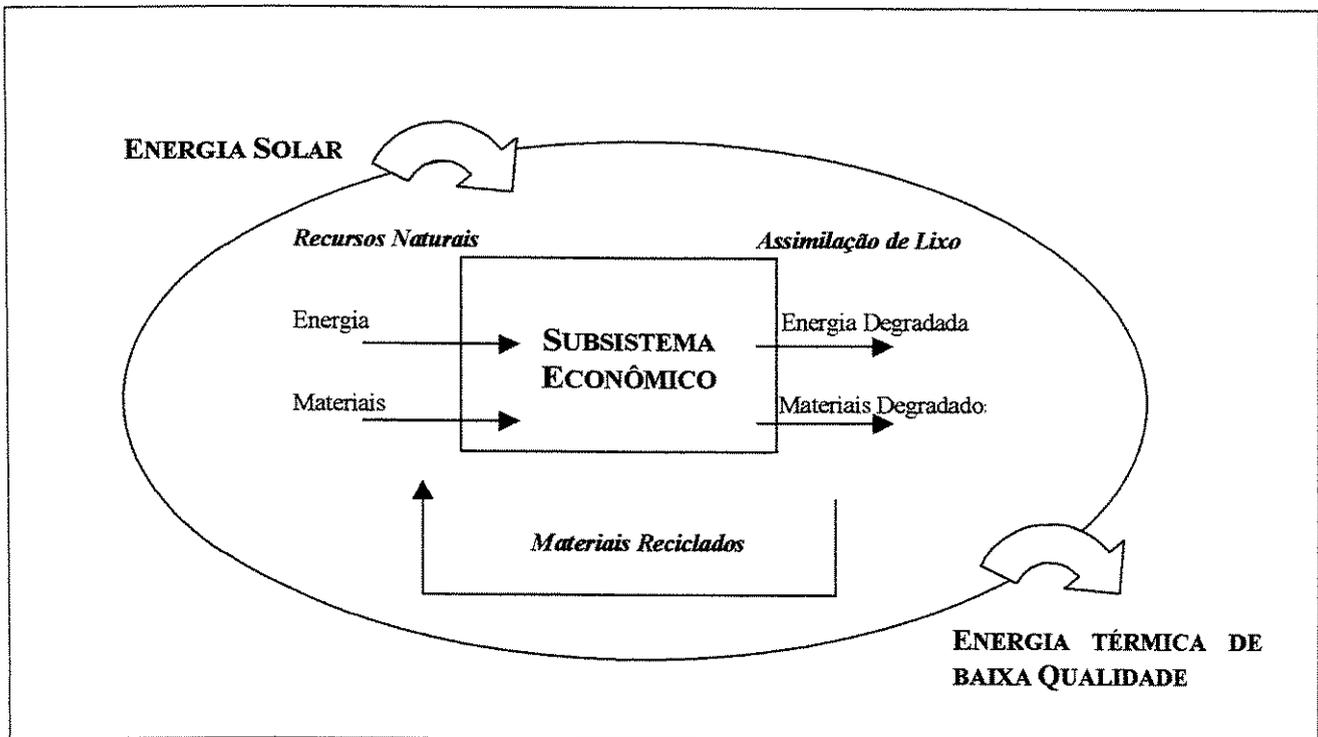
³⁷ Altvater (1995). Op. cit. p. 315.

Não se deve esquecer também que a capacidade do ecossistema natural, em termos da produção primária líquida, é limitada por dois lados: primeiramente, pela ampliação dos encargos humanos; em segundo lugar, pela destruição da capacidade restante de absorção da energia solar e, portanto, de produção da própria biomassa. Tal capacidade de absorção que limita a expansão da produção primária é influenciada de várias outras maneiras, como por exemplo: pela expansão das áreas urbanas, pela erosão dos solos, pela desertificação, pela poluição das águas e dos danos vitais conseqüentes da radiação ultravioleta provocados pelo aumento do buraco na camada de ozônio, entre outras. Assim, a produção primária líquida não é uma grandeza fixa em que se dividem as diversas espécies, mas depende da maneira com que se utiliza o ambiente natural, dos recursos naturais e dos despejos de rejeitos produzidos pelo homem. De acordo com Ebelin (1991)³⁸ a terra funciona como um moinho de fótons que transforma a energia solar (recebida) de alto valor, em energia (irradiada) de menor valor, utilizando a diferença para o suprimento do processo de fotossíntese para o produto primário líquido, para a circulação dos ventos, das águas, etc. A figura 2.2. apresenta uma ilustração de como funcionam as relações entre a radiação solar e o ecossistema global, destacando as relações deste com o subsistema econômico.

Outro aspecto importante a considerar sobre as origens da energia do ecossistema global é que, embora a Terra participe de um fluxo energético do sol caracterizando-a como componente de um **sistema aberto** (na medida em que recebe diariamente radiação solar e devolve parte do aquecimento conseqüente ao espaço à noite), se se pensa em termos das relações econômicas que disciplinam as atividades humanas, constata-se nesse caso que a Terra é, em ampla medida, **um sistema fechado**. (Ainda não existe sistema interplanetário). Embora se possa aceitar tal raciocínio para o planeta como um todo, o mesmo não se aplica aos Estados nacionais que existem no globo isoladamente porque, eles não só podem como de fato comercializam matérias-primas e energia, e exportam poluição e rejeitos sólidos, líquidos e gasosos.

³⁸ Apud, Altvater (1992), pp. 32

Figura 2.2 - O Ecossistema Global



Fonte: adaptado de Cutler & Ruth (1996). Op. cit. pp.205

A energia é definida como a capacidade de realizar trabalho e o seu comportamento é descrito, fundamentalmente, pelas seguintes leis da termodinâmica. A primeira, chamada Lei de Conservação de Energia, afirma que a energia pode ser transformada de um tipo em outro, mas não pode ser criada nem destruída. Por exemplo, a luz que é uma forma de energia pode ser transformada em trabalho, calor ou a energia potencial dos alimentos, dependendo da situação, mas nenhuma parte dela é destruída. A segunda lei, ou Lei da Entropia, pode ser enunciada de várias formas. Uma delas diz que: nenhum processo que implique uma transformação de energia ocorrerá espontaneamente, a menos que exista uma degradação da energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa. Por exemplo, o calor de um objeto quente tenderá espontaneamente a se dispersar no ambiente mais frio. Pode-se expressar a Segunda Lei da termodinâmica também da seguinte forma: nenhuma transformação espontânea de energia é 100% eficiente já que alguma parte de seu total sempre se dispersa em energia térmica não disponível. A entropia (que significa em transformação), é uma medida da energia não disponível perdida com a transformação. Utiliza-se também o termo entropia como o índice geral da desordem associada com a degradação da energia. Assim, baixa entropia significa pequena

quantidade de desordem ou de energia não disponível num sistema. Tanto os organismos, como os ecossistemas e a própria biosfera desfrutam da característica termodinâmica essencial que é a de conseguir criar e manter um alto grau de ordem interna, ou seja, uma condição de baixa entropia. Uma baixa entropia é conseguida através de uma contínua e eficiente dissipação de energia de alta utilidade (em geral, luz ou alimento) para dar energia de baixa utilidade (calor). No ecossistema, a "ordem" de uma estrutura complexa de biomassa é mantida pela respiração total da comunidade que "expulsa" continuamente a desordem. Desta maneira, os ecossistemas e os organismos são sistemas termodinâmicos abertos, fora do ponto de equilíbrio, que trocam continuamente energia e matéria com o ambiente para diminuir a entropia interna, à medida que aumenta a entropia externa.

Tais conceitos fundamentais da Física são considerados os mais importantes entre as "leis" naturais que se aplicam a tudo quanto existe e, segundo os cientistas, não há exceções e nenhuma inovação tecnológica pode violá-las. Qualquer sistema natural ou artificial que não as obedeça está condenado ao fracasso.³⁹

Como foi dito, os conceitos descritos acima pertencem ao mundo da física, no qual, em sistemas fechados, descrevem-se e medem-se estados (de ordem) e sua transformação. A sua transposição ou aplicação para outras áreas do conhecimento humano, como as ciências sociais, nem sempre é tranqüila, pois, diferentemente do que ocorre na física "pura", em sistemas sociais atuam seres humanos, cujas relações entre si e com a natureza externa não podem ser descritas de maneira adequada e abrangente, abstraindo o fato de que sistemas sociais são, por princípio, abertos. Falar de sistema social e de seu desenvolvimento só faz sentido quando este pode ser diferenciado em relação ao seu meio ambiente. Necessidades, interesses e motivações humanas não são condicionados apenas de modo físico, mesmo considerando que a existência (social) humana só é possível e só pode ser apresentada no contexto da natureza animada e inanimada.⁴⁰

Outros conceitos importantes relacionados à energia nos sistemas ecológicos são os referentes à complexidade dos sistemas, à lei dos retornos decrescentes e o conceito de capacidade de suporte.

A complexidade dos Sistemas

À medida que aumentam o tamanho e a complexidade de um sistema, o custo energético de manutenção tende a aumentar proporcionalmente, a uma taxa maior. Dobrando-se o tamanho do sistema, geralmente é necessário mais que duplicar a quantidade de energia, a qual deve ser desviada para que se reduza o aumento da entropia associado à manutenção da maior complexidade estrutural e funcional.

A lei dos retornos crescentes

Associados a um aumento de tamanho e/ou a complexidade do sistema (tais como melhor qualidade e estabilidade frente a perturbações), podem ocorrer retornos crescentes ou economias de escala. Por outro lado, existem também retornos decrescentes com a escala ou deseconomias de escala, envolvidos no maior custo necessário para se livrar da desordem. Tais retornos decrescentes são inerentes a sistemas grandes e complexos, podendo ser reduzidos por melhorias no projeto básico que aumentem a eficiência da transformação da energia. Entretanto, não podem ser de todo mitigados. A lei dos retornos decrescentes aplica-se a todo tipo de sistema e, à medida que ele se torna maior e mais complexo, aumenta a proporção da produção bruta que deve ser respirada pela comunidade para sustentá-la e diminui a proporção que pode ser dedicada ao crescimento.

Capacidade de Suporte

No momento do equilíbrio entre as entradas e as saídas, o tamanho não pode aumentar mais. A quantidade de biomassa que pode ser sustentada sob estas condições denomina-se capacidade máxima de suporte. As evidências indicam cada vez mais que a capacidade máxima de suporte, sustentável durante muito tempo frente às incertezas ambientais, é mais baixa, talvez 50% mais baixa que a capacidade teórica máxima de suporte.⁴¹ Conforme será adiante

³⁹ Odum (1988), op. cit. p. 55.

⁴⁰ Altvater (1995), op. cit. p.43

⁴¹ Odum (1988), op. cit. pp. 99-100.

explicitado, alguns estudiosos sustentam que a capacidade do ecossistema global do planeta terra já estaria, em vários aspectos, comprometida.

A importância e a necessidade de se levar em conta as leis da termodinâmica e as da biologia no processo de desenvolvimento, bem como as relações da economia e energia com o meio ambiente, são defendidas por vários autores, alguns dos quais aliás, já referidos neste trabalho conforme reprodução explicitada de fragmentos de seus próprios textos. É justo destacar no entanto, Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994) considerado pela literatura como um dos pioneiros a propor e defender uma visão distinta, de base biofísica da ciência econômica, que leve em conta princípios e leis da natureza.

A *Revista Ecological Economics - The Journal of the International Society for Ecological Economics* lançou uma edição especial⁴² dedicada a homenagear a memória de Georgescu-Roegen e sua contribuição a uma área interdisciplinar de discussão, conhecida por Economia Ecológica ou Economia Ambiental. Nessa edição foram reunidos textos de vários estudiosos seguidores do próprio homenageado bem como de outros que defendem posições diferentes, dentre essas, principalmente, as do *mainstreams economics*, ou seja da chamada Escola Neoclássica.

Söllner (1997), um dos que discorreram sobre Georgescu-Roegen resume bem a situação em que se encontra o debate sobre a incorporação da termodinâmica à Ciência Econômica, manifestando-se nos seguintes termos:

" O papel da termodinâmica para a economia em geral e para a economia ambiental em particular tem sido intensamente, e algumas vezes passionavelmente, discutida desde que Georgescu-Roegen (1971) publicou seu seminal trabalho 'The Entropy Law and the Economic Process'. Não é de surpreender que os economistas ecológicos com sua abordagem especificamente interdisciplinar têm prestado muita atenção aos conceitos da termodinâmica; mas mesmo dentre eles as opiniões variam desde a entusiástica aceitação até um repúdio hostil e, um consenso ainda está para emergir/acontecer. Infelizmente, essa confusão fornece alguma justificativa para a atitude da maioria dos economistas neoclássicos em relação à termodinâmica: ela é considerada irrelevante e conseqüentemente ou é ignorada, ou algumas vezes, explicitamente rejeitada. Uma abordagem mais geral e compreensiva é necessária para trazer alguma luz ao calor da discussão - uma

⁴² *Ecological Economics - The Journal of the International Society for Ecological Economics*. Special Issue: The Contribution of Nicholas Georgescu-Roegen. Vol. 22 n. 3 . September, 1997.

abordagem que não seja confinada estritamente ao uso instrumental dos conceitos da termodinâmica, mas que também leve em consideração as relações entre a economia e as ciências naturais em geral." ⁴³

Para cumprir esse papel, Söllner sugere que se utilize a teoria do valor como ponto de partida, na medida em que é ela o fundamento de qualquer teoria econômica.

Não obstante tenha sido um grande avanço a incorporação da termodinâmica para tratar das relações da economia com o meio ambiente, algumas questões ainda precisam ser resolvidas. Nesse sentido, Cutler & Ruth (1997) por exemplo, depois de discutirem a contribuição de Georgescu-Roegen à Economia Ecológica, concluem que permanecem ainda não respondidas várias questões sobre a importância da termodinâmica (ou mais generalizadamente das restrições biofísicas), ao processo econômico. Dentre elas destacam-se as seguintes:

a) quais são as reais possibilidades do capital feito pelo homem (inclusive a tecnologia), substituir o capital natural ?

b) quais tecnologias aplicáveis às fontes renováveis de energia tem os maiores potenciais para substituir os combustíveis fósseis, notadamente o petróleo ?⁴⁴

A resposta à primeira questão é de que muito trabalho de pesquisa ainda deverá ser empreendido para medir apropriadamente o potencial de substituição entre os dois tipos de capital. Quanto aos potenciais substitutos para os combustíveis fósseis, é interessante registrar que o próprio Georgescu-Roegen já indicava como "receitas factíveis" os combustíveis baseados da biomassa, entre eles o etanol, embora ressaltasse que os mesmos falhavam no teste de "tecnologias viáveis" em razão de sua baixa produção de energia líquida e altos custos ambientais.

Uma questão que mereceria ser esclarecida é: será que com a evolução das tecnologias desenvolvidas pela indústria de etanol no Brasil, tanto a referida inviabilidade tecnológica como os altos custos ambientais já não estariam superados? No próximo capítulo essas questões serão

⁴³ Söllner, Fritz "A reexamination of the role of thermodynamics for environmental economics" in Ecological Economics - The Journal of the International Society for Ecological Economics - Especial Issue. Vol.22 n° 3 september, 1997 p. 176.

⁴⁴ Cutler, J. C. & Ruth, M. "When, Where and by how much do biophysical limits constrain the economic process?" In Ecological Economics - The Journal of the International Society for Ecological Economics - Special Issue. Vol. 22 n°3 september, 1977 p. 219.

abordadas. A seguir serão feitas algumas considerações sobre opiniões de alguns estudiosos que apontam a insustentabilidade do atual estilo de desenvolvimento.

2.1.4 - O atual estilo de desenvolvimento da sociedade industrial moderna e o seu caráter de insustentabilidade

Com o atual estilo de desenvolvimento ou modo de produção que a humanidade vem "desenvolvendo" ao longo dos tempos, o crescimento continuado da produção exige a ampliação crescente da capacidade produtiva do sistema econômico, a qual por sua vez, requer também a crescente disponibilidade dos recursos materiais e energéticos tradicionalmente sacados da natureza. A continuidade desse processo, como já discutido, se já não for impossível, encontra-se próximo de seu limite. Não parece ser supérfluo, no entanto, enfatizar com maior detalhe as razões que impediriam a humanidade de seguir tal tendência. Nesse sentido, é ilustrativo ressaltar que para vários estudiosos a capacidade de suporte do globo terrestre já foi excedida. Entre eles estão Börgstron (1969), Daly (1996) e Goodland (1996)⁴⁵. Este último, por exemplo, apresenta algumas evidências de que os limites ao crescimento planetário já foram atingidos. Segundo ele, os sinais de que o ecossistema global encontrou a saturação podem ser demonstrados com os seguintes exemplos: a apropriação humana da biomassa; a mudança climática; a ruptura da camada de ozônio; a degradação dos solos e a redução da biodiversidade. Os argumentos apresentados pelo autor são os seguintes.⁴⁶

Apropriação de Biomassa.

No caso da apropriação humana da biomassa, a melhor evidência é demonstrada pelos cálculos de Vitousek e outros, in Bioscience (1986), segundo os quais as atividades econômicas usam, direta ou indiretamente, aproximadamente 40% da produção primária líquida do total da fotossíntese terrestre. Enquanto isso, assiste-se a uma grande pressão urbana sobre as terras

⁴⁵ Ver por exemplo: 1) Börgstrom, Georg ". Too Many: An Ecological Overview os Earth's Limitations." Collier Books. New York, 1969. 400 p. Apud Odum (1988) op. cit. p. 103. 2) Godland, Robert. "Growth has Reached Its Limit". In Mander, J. and Goldsmith, E. (ed.) The Case Against The Global Economy: and for a turn toward the local. Sierra Club Books. São Francisco, 1996 pp. 207-217. 3) Daly, Herman E. "Sustainable Growth ? No Thank You" . In Mander, J. and Goldsmith, E. (ed.) The Case Against The Global Economy: and for a turn toward the local. Sierra Club Books. São Francisco, 1996 pp. 192-196.

⁴⁶ Goodland (1996), op. cit. pp.209-214.

agrícolas, o crescimento da desertificação, da erosão dos solos e da poluição. Isto significa que com a mera duplicação da população (esperada no prazo de trinta e cinco anos), o mundo estará usando 80% da referida produção primária líquida da fotossíntese, e 100% logo depois. No entanto, conforme salientado (citando Herman Daly), que a apropriação de 100% é impossível ecologicamente e indesejável em termos sociais, a conclusão é que a humanidade está a meio caminho de esgotar sua biomassa no tempo ou prazo de apenas dobrar seu tamanho. E isto sem considerar, entretantes, a depleção de outros recursos e a acumulação de dejetos e poluição.⁴⁷

Mudança Climática

Em relação ao fenômeno da mudança climática o principal exemplo citado como evidência dos limites são os alarmantes contrastes de elevações da temperatura entre distintos períodos de tempo. Enquanto no período pré industrial dos últimos 10 mil anos a temperatura não variou mais que 2 a 4° Fahrenheit (F), no intervalo de 1880 a 1980 ela aumentou em 1° F. Daí, até 1990, portanto em apenas uma década, a temperatura subiu mais 1,25° F. Por outro lado, é preciso considerar também que toda a infraestrutura social e cultural da humanidade ao longo últimos sete mil anos desenvolveu-se sob um clima global que nunca desviou-se mais de 2° F dos níveis atuais. Apoiando-se apenas nesses dados, argumenta Goodland, ainda é muito cedo para estar absolutamente seguro de que o aquecimento global devido ao efeito estufa tenha começado, pois a variabilidade climática normal, é muito grande. Entretanto, pondera em seguida que embora ainda exista grande incerteza quanto aos verdadeiros efeitos, as evidências sugerem não só que o aquecimento global já tenha começado mas também que a acumulação de CO₂ na atmosfera (em consequência da queima de combustíveis fósseis), se iniciou há um século e esta crescendo rapidamente. É importante notar que todos os demais poluentes liberados pela economia, na medida em que ultrapassem a capacidade de absorção da biosfera, também contribuem para a mudança climática. Dentre eles destacam-se o gás metano, os CFCs e o óxido de nitrogênio, cujo montante emitido embora seja muito menor do que o correspondente aos combustíveis fósseis, são muitas vezes mais danosos. Outra grande causa para o aumento da concentração de carbono na atmosfera são os desmatamentos. Nesse caso, quando acontecem as queimadas as consequências são duplamente perversas, pois além de emitirem CO₂, destroem a capacidade de

⁴⁷ Goodland (1996), op. cit. pp. 210.

absorção do CO₂ que as matas possuem. As aproximadamente sete bilhões de toneladas de carbono liberadas a cada ano pelas atividades econômicas (devidas tanto à queima dos combustíveis fósseis quanto à das florestas), constituem um outro argumento utilizado pelo autor para sugerir que a capacidade de absorção de carbono pelo ecossistema global já tenha sido excedida. É interessante observar que a discussão sobre mudança climática continua. De fato, na última Conferência Mundial sobre Mudanças Climáticas, realizada em Kyoto no Japão em dezembro de 1997, ao contrário da certeza que já se tem sobre a ruptura da camada de ozônio os cientistas concluíram que ainda não existe qualquer prova incontestável sobre mudança climática.⁴⁸

A Ruptura da Camada de Ozônio

Como se sabe a camada de ozônio protege a Terra dos raios ultravioleta emitidos pelo sol. Uma vez rompida tal camada, os raios ultravioleta passam a incidir diretamente sobre o nosso planeta causando vários problemas para a saúde humana. Entre eles estão o câncer de pele e o enfraquecimento de nosso sistema imunológico. O efeito mais grave, entretanto, pode ser a desordem nos balanços normais da vegetação natural bem como a provável redução das espécies fundamentais, cujas conseqüências são a redução e extinção de serviços ambientais. Estima-se que anualmente são despejadas na biosfera aproximadamente um milhão de toneladas de CFCs, as quais levam dez anos para atingir e flutuar acima da camada de ozônio e lá permanecem de 100 a 150 anos.⁴⁹

Apesar dos danos que os gases clorofluorcarbonos (CFCs) podem causar à humanidade terem sido previstos desde 1974 por Sherwood Rowland e Mário Molina, a descrença foi tão grande quando eles foram detectados pela primeira vez na Antártida em 1985, a ponto de quase serem rejeitados sob o argumento de que eram conseqüência de falhas nos sensores utilizados para a medição. No entanto, nova série de testes e pesquisas acabaram não só confirmando a existência do buraco na camada de ozônio, mas também que ele vinha aparecendo a cada primavera desde 1979, é maior que a área dos EUA e mais alto que o pico Everest.

⁴⁸ Ver “Tempo de esfriar - Ameaça de aquecimento global ainda precisa ser comprovada”. In Caderno de Ciências do Jornal Gazeta Mercantil de 19 a 21 de dezembro de 1997, p. 7. (Matéria originalmente publicada na Revista The

A Degradação dos Solos

Embora não seja um fenômeno recente, pois ocorre desde a antiguidade (como no caso dos vales dos rios Tigre e Eufrates), a degradação dos solos é um problema que se agudiza, tanto em função da escala que vem assumindo como pelo fato de que ainda é dos solos que a humanidade depende para extrair a grande parcela de sua alimentação. Foi constatado por Pimentel e outros (1989)⁵⁰, que a erosão dos solos na maioria das áreas agrícolas do mundo é séria e vêm piorando na medida em que novas áreas são incorporadas ao plantio. As perdas de solo que variam geralmente de 10 a 100 toneladas por hectare, excedem em pelo menos dez vezes as taxas de sua formação. As conseqüências desse fenômeno são ainda mais perversas quando se verifica que tal degradação pode não somente elevar os preços dos produtos alimentares e exacerbar as desigualdades de renda, numa situação mundial em que um bilhão de pessoas são mal nutridas e, aproximadamente um terço da população dos países em desenvolvimento defrontam-se com uma séria deficiência de lenha para combustível. Nessas circunstâncias, resíduos de grãos e esterco são desviados da agricultura para servirem como combustível, o que intensifica a degradação dos solos causando mais desnutrição e pobreza.

Considerando, conforme o autor, que 35% dos solos do planeta já estão degradados e que a tendência é crescente e irreversível, tal fenômeno é mais uma das evidências de que já se está atingindo os limites da capacidade regenerativa da superfície agricultável na Terra.

A Redução da Biodiversidade.

A escala da economia mundial atingiu tal tamanho que as áreas selvagens e inexploradas que sustentam a diversidade biológica remanescente do mundo estão encolhendo ou se reduzindo rapidamente. As magnitudes das taxas de redução dos habitats dos animais selvagens bem como de extinção de espécies, além de serem as maiores de toda a história, vêm se acelerando. Com uma taxa atual de 168 mil hectares por ano, 55% das florestas tropicais da terra (os mais ricos habitats das espécies), já foram destruídas. Como o total de espécies ainda não é conhecido (as

Economist)

⁴⁹ Goodland (1996), op. cit. p. 212.

⁵⁰ Apud, op. cit. p. 213.

estimativas variam de 5 a 30 milhões ou mais), não é possível determinar taxas precisas de extinção. Contudo, cálculos conservadores falam em mais de 5 mil espécies por ano, enquanto outros menos conservadores falam em 150 mil espécies por ano.

Concluindo sua argumentação sobre as evidências de que o crescimento já atingiu seus limites, pondera Goodland, " Os ecossistemas tem embutida redundância, mas ninguém sabe até onde esse processo pode ir antes de causar sérias catástrofes ecológicas que podem nos levar a mais pobreza e miséria."⁵¹

Outros fenômenos também podem ser listados como exemplos de que o sistema planetário já atingiu limites ao crescimento. São eles: a contaminação das cadeias alimentares por meio de metais pesados e das substâncias organocloradas; as emissões de radioatividade e a acidificação dos solos, entre outros.

Para Daly (1996),⁵² é impossível o crescimento da economia mundial sem pobreza e degradação ambiental, ou seja, o crescimento sustentável é impossível. Os argumentos que ele utiliza para defender tal afirmação são os seguintes.

Em suas dimensões físicas, a economia é um subsistema aberto que funciona dentro do ecossistema terrestre, o qual é finito, não cresce e é materialmente fechado. (Ver figura 2.2). Para crescer, o subsistema econômico precisa incorporar dentro de si uma proporção maior de materiais e energia do ecossistema terrestre. Sendo tal ecossistema finito, o crescimento do subsistema econômico só pode ocorrer até o limite daquele, se tanto. Portanto, o crescimento econômico não é sustentável, ou seja o termo crescimento sustentável quando aplicado à economia é uma contradição de termos. Crescer, significa aumentar naturalmente de tamanho, pela adição de material através da assimilação ou justaposição. Desenvolver-se pode significar: expandir-se através de seu próprio potencial; tornar-se melhor, mais completo; progredir. Quando alguma coisa cresce deve tornar-se maior. Quando alguma coisa se desenvolve torna-se diferente. O ecossistema da terra evolui mas não cresce. A economia (um de seus subsistemas), pode

⁵¹ Tradução livre de "Ecosystems have built-in redundancy, but no one knows how far this process can go before serious ecological catastrophes, which much lead to further poverty and misery", in Goodland (1996), op. cit. p. 212.

⁵² Op. cit. pp. 192-196

continuar a se desenvolver sem necessariamente precisar crescer. Assim, o termo "desenvolvimento sustentável" só faz sentido para a economia se entendido como desenvolvimento sem crescimento. Em outras palavras, desenvolvimento sustentável pode ser entendido como uma melhoria qualitativa da base física da economia, que é mantida constante por uma produção de matéria-energia, que se enquadra dentro das capacidades assimilativa e regenerativa do ecossistema.

Diante disso, Daly questiona, se a economia não pode crescer para sempre, então quanto ainda ela pode crescer? Poderia crescer o suficiente para dar a todos os habitantes do mundo um padrão de uso dos recursos per capita igual ao americano médio? Isto significaria um crescimento de sete vezes, o que é muito próximo da cifra estimada pela Comissão Brundtland⁵³, ou seja, de cinco a dez vezes. No entanto, isso parece impossível pois (como já se discutiu), se os cálculos de Vitousek e outros (1986) estiverem corretos, as atividades econômicas no globo já utilizam aproximadamente 40% da produção primária líquida da fotossíntese. Como é improvável a ampliação da produção primária líquida de fotossíntese - já que a tendência histórica é a redução da fotossíntese global com o crescimento econômico (conforme já se discutiu no item anterior) - e, utilizar 100% é apenas uma possibilidade teórica, parece clara a impossibilidade de um crescimento econômico acima de um fator de 2,5 vezes, sem degradação ambiental e aumento da pobreza.

A questão relevante para Daly **não é crescer mas sim desenvolver-se sem crescimento**. Mesmo porque, segundo ele, existem evidências de que nos EUA o crescimento atual tem tornado os americanos mais pobres, na medida em que os custos desse crescimento têm sido maiores que seus benefícios. Em terminologia microeconômica, parece que os EUA tem crescido além da escala ótima. (Grifos nossos).

Para se desenvolver sustentavelmente a economia precisa se adaptar e melhorar em conhecimento, organização, eficiência técnica e sabedoria e atingir uma determinada escala econômica na qual, o manejo de recursos materiais e energéticos se faça, ano após ano, dentro dos limites de absorção e renovação de seu ecossistema, portanto, sem degradação. Isso não

significa que tal economia seja estática por não crescer, pois ela é continuamente mantida e renovada como um subsistema em estado estacionário dentro do ecossistema global.

Para que a economia se desenvolva em caráter sustentável, Daly recomenda a adoção das seguintes políticas:

a) esforçar-se por manter a produção nos níveis atuais (ou reduzi-la àquêles verdadeiramente sustentáveis), tributando pesadamente a extração de recursos, especialmente os energéticos;

b) procurar elevar a maioria das receitas públicas de tais recursos, separando taxas e compensando, por redução o imposto de renda, especialmente o das camadas mais baixas da distribuição, e talvez até mesmo financiando um imposto de renda negativo às faixas mais baixas da distribuição;

Algumas diretrizes de políticas também deveriam ser adotadas. Os recursos renováveis deveriam ser explorados de maneira tal que:

- a) as taxas de apropriação não excedessem as respectivas taxas de regeneração;
- b) as emissões de rejeitos não excedessem a capacidade assimilativa do meio ambiente.

No caso dos recursos não renováveis, a taxa de sua depleção deveria ser no mínimo igual a taxa de criação ou renovação dos seus substitutos renováveis. Além disso, os projetos de exploração dos recursos não renováveis deveriam ser emparelhados ou combinados com aqueles que desenvolvem os recursos renováveis substitutos. As rendas da extração dos recursos não renováveis deveriam ser separadas em dois componentes: renda e liquidação do capital. Este último seria investido a cada ano na formação ou construção de um substituto renovável.

A separação é feita de tal maneira que, durante o tempo em que o recurso não renovável é exaurido, será construído/formado o ativo (um estoque) de seu substituto renovável (por meio de investimento e seu respectivo crescimento natural), até o ponto em que sua produção sustentável (um fluxo), seja igual ao componente renda. Desse modo, esse componente renda tornar-se-á perpétuo, justificando assim a denominação *renda*, a qual, por definição é o máximo disponível para consumo, enquanto se mantém intacto o capital.

⁵³Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Nosso Futuro Comum. Editora da Fundação Getúlio Vargas. 2ª Edição. Rio de Janeiro, 1991 p.5.

Em resumo, as seguintes considerações são devidas sobre a discussão de sustentabilidade nas sociedades atuais. Em primeiro lugar, não parecem restar muitas dúvidas a respeito da insustentabilidade dos estilos de desenvolvimento que vem sendo praticados pela moderna sociedade desde a época da primeira revolução industrial. As evidências apontadas por Goodland, quanto ao esgotamento da capacidade de suporte do ecossistema global, são bastante eloqüentes. Mesmo que algumas possam ser em parte relativizadas ou até contestadas, em face de não poderem ser cabal e categoricamente provadas em sua integridade, sob o argumento de que não se dispõe de ciência suficiente para tanto, tal situação configura um quadro de dúvidas e de incertezas. E, nesse caso, a postura que parece ser a mais adequada e responsável (enquanto se aprofundam os estudos e as pesquisas e se constrói a transição para um novo estilo de desenvolvimento), é de prudência, parcimônia e cautela.

Por outro lado, ainda que se conteste a alegada finitude dos recursos naturais, notadamente os energéticos, não é possível discordar de que à medida que tais recursos se exaurem intensificasse sua escalada de preços. De fato, a classificação de um recurso como não renovável, não necessariamente pode ou deve implicar seu esgotamento material ou físico, mas sim muito mais a exponencial elevação de custos que os tornariam virtualmente indisponíveis, antes mesmo de seu literal esgotamento ou exaustão. Ou seja, nas palavras de alguns autores, por exemplo:

- a) Capra (1982): “Quando a base de recursos declina, as matérias-primas e a energia devem ser extraídas de reservas cada vez mais degradadas e inacessíveis: e, por conseguinte mais e mais capital é necessário ao processo de extração. Portanto, o inevitável declínio dos recursos naturais, ..., é acompanhado por uma inexorável elevação exponencial do preço dos recursos e da energia, ...”⁵⁴.
- b) Sachs (1986): “limite não deve ser entendido como um teto preciso e definitivo, mas sim como a entrada em um regime onde custos e outros problemas iniciam uma escalada acentuada e os retornos diminuem”.⁵⁵
- c) Commoner (1986): “a preocupação com a energia renovável não possui sentido físico e sim econômico: perderemos a capacidade de dispor dela antes que acabe totalmente. (...) à medida que a reserva de combustível diminui, os custos de produção começam a crescer exponencialmente, de modo que o esgotamento não fica muito evidenciado pela diminuição dos suplementos de combustíveis e sim pelo rápido aumento dos seus preços”.⁵⁶

Quanto aos argumentos de Daly é necessário estender-se um pouco mais. Inicialmente, da mesma maneira que não se pode discordar de seus argumentos quanto ao caráter insustentável do crescimento econômico, ou de desenvolvimento sustentável quando aplicado à economia,

⁵⁴ Capra, F. O Ponto De Mutação. Tradução de Álvaro Cabral. Editora Cultrix. São Paulo, 1982. p. 217

⁵⁵ Op. cit. p. 136

⁵⁶ Op. cit. p. 40

também não dá para ignorar que a sua proposta de crescimento zero é por demais radical e não encontra respaldo diante da situação de pobreza, desigualdade e precárias condições de vida em que vive a maioria da população mundial. Talvez para alguns países desenvolvidos, como exemplo dos Estados Unidos a que Daly se referiu, isso pudesse ter algum apelo, principalmente se se aceitar a sua afirmação de que a economia americana, já teria ultrapassado sua escala ótima. Mas, para a grande maioria das nações do mundo isso não se aplica, mormente quando se constata que o quadro perverso acima referido vem piorando, pois, de acordo com a Revista Financial Times (ao analisar o Relatório sobre Desenvolvimento Humano das Nações Unidas):

"...mais de um quarto da população mundial não consegue atender às suas necessidades mais básicas de consumo. O mundo consumirá duas vezes mais este ano do que em 1975 e 16 vezes mais do que em 1900. Mas cerca de 1 bilhão de pessoas estão excluídas dessa explosão de consumo. Apenas 20% da população mundial consome cerca de 86% do consumo global. Uma família média africana consome menos hoje do que 25 anos atrás... Há desigualdades flagrantes não só no consumo mundial. Os pobres carregam uma parte desproporcionalmente grande dos custos da poluição e da degradação ambiental...A maioria esmagadora das pessoas que morrem como resultado da poluição do ar e da água concentra-se nos países pobres. As nações Unidas clamam pelo fim dos 'subsídios perversos', de aproximadamente US\$ 900 bilhões por ano, que encorajam a utilização excessiva de energia, fertilizantes e transporte rodoviário. Isso torna comparativamente pequena a cifra necessária para atingir a meta da ONU de assegurar níveis mínimos de consumo para todos. Os países mais ricos não teriam grande dificuldade em reunir as somas relativamente pequenas que segundo o relatório demonstrariam serviços sociais básicos nos países em desenvolvimento. A quantia extra de US\$ 6 bilhões proveria educação básica universal nos países em desenvolvimento; com cerca de US\$ 9 bilhões seria possível prover água e boas condições sanitárias; com US\$ 13 bilhões é possível prover saúde básica e nutrição a todos. A título de contraste, gasta-se anualmente com cosméticos nos Estados Unidos cerca de US\$ 8 bilhões; na Europa são gastos US\$ 11 bilhões só em sorvete e no Japão, US\$ 35 bilhões em lazer..."⁵⁷

Diante desse quadro, e na hipótese de aceitação da proposta de Daly de não crescimento, a alternativa para se minorar a perversa situação de desigualdade entre as nações, implicaria promoção de uma fantástica redistribuição de riqueza dos países mais abastados em favor dos mais pobres, o que admita-se (mesmo com elevado crescimento econômico daqueles), seria uma tarefa dificilmente possível, a não ser que surgissem novos padrões de valores na sociedade, talvez aquela referida por Altvater como uma nova "sociedade solar". Portanto, não parece ficar dúvida de que a questão que permanece é crescer dentro de novos parâmetros, estilos, ou formas, segundo os quais ao mesmo tempo em que se fornecem maior disponibilidade de bens e serviços à grande maioria da população desprotegida e faminta, se consiga reduzir a dependência dos recursos não renováveis, ampliar a dos renováveis, etc. Enfim, como diz Sachs "ao invés de postular o não crescimento, o ecodesenvolvimento convida a que se prospectem novas

⁵⁷ "Desigualdades Flagrantes" - Coluna Opinião (Financial Times) Jornal Gazeta Mercantil, 14.09.98 p. A2.

modalidades de crescimento", ou conforme Tiezzi, "é necessário inverter a rota e nos defrontar com uma nova cultura do desenvolvimento. Esta cultura carece ao extremo de biologia, de termodinâmica e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos". (Ver item 2.1.2 acima).

Em relação às recomendações de Daly para o desenvolvimento da economia em bases sustentáveis e as diretrizes de política quanto ao uso dos recursos energéticos, exceto as críticas já formuladas contra o crescimento zero, há que se concordar com todas elas. Resta enfatizar, naquilo que diz respeito às fontes renováveis de energia (notadamente no Brasil) que, não parece que se possa prescindir da energia proveniente da cana de açúcar, também como combustível, através do álcool. No próximo capítulo discorrer-se-á mais sobre este tema.

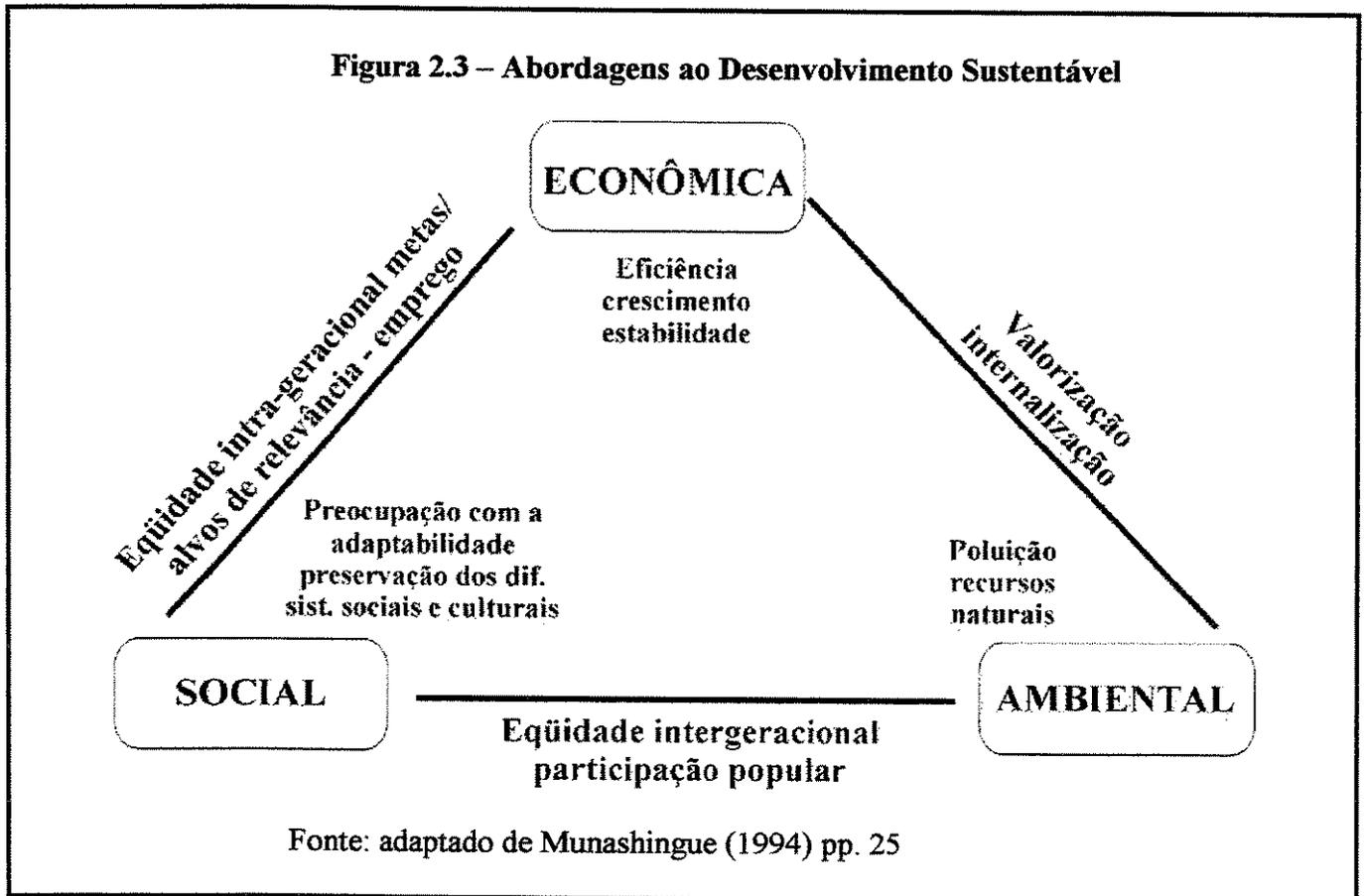
2.2 - Sustentabilidade: A Necessidade de um Enfoque Multidisciplinar e Multidimensional

Parece ficar bastante claro que a questão da sustentabilidade é em essência uma questão não apenas multidisciplinar mas também multidimensional, isto é, o seu desafio exige não apenas o concurso de várias disciplinas em que se compartimenta o conhecimento científico, mas também a adoção de outros princípios de ordem moral e ética. Além disso, para alguns estudiosos, deve-se considerar também princípios de ordem religiosa. Embora se considere de extrema relevância toda essa discussão não se pretende aqui abri-la ainda mais para esmiuçar todos os seus aspectos. Para os objetivos do presente trabalho acredita-se que é suficiente resumir/sintetizar a questão da sustentabilidade enquadrando-a, a exemplo de Munashingue & Mcnelly (1992)⁵⁸, através das abordagens ambiental ou biofísica, econômica, e sociocultural.

A figura 2.3 ilustra a inter-relação entre as diferentes abordagens do desenvolvimento sustentável. Em termos bem sucintos, pode-se dizer que os físicos e biólogos relacionam sustentabilidade com a resiliência ou à integridade dos sistemas físicos ou biológicos. Resiliência é definida como o ato ou poder de retornar à forma ou condição original, ou ainda, poder de recuperação. Para os economistas, a sustentabilidade relaciona-se com a manutenção da

⁵⁸ Munasinghe, M. & MacNeely, J. Key Concepts and Terminology of Sustainable Development. In Munasinghe, M. & Shearer, W. (Ed.) "Defining and Measuring Sustainability - The Biogeo physical Foundations". World Bank. Washington, D.C. 1996 pp. 19-33.

capacidade produtiva do estoque de capital, e na visão de outros cientistas sociais tem a ver com a preocupação sobre a adaptabilidade e preservação dos diferentes/diversos sistemas sociais e culturais.



Abordagem Biofísica

Dentro dos limites ou contornos sugeridos pelos citados autores, do ponto de vista biofísico, a sustentabilidade está ligada a idéia de que o processo dinâmico do meio ambiente natural pode tornar-se instável como resultado do estresse imposto pelas atividades humanas. De uma perspectiva termodinâmica, a sustentabilidade está relacionada ao fato de que, em ecossistemas onde os fluxos de energia são abertos, o sistema tende a se auto-organizar em estados estáveis ou quase estáveis dentro das restrições impostas por seu meio ambiente. Se alguma população de um determinado ecossistema cai abaixo de seu nível limiar crítico, a auto-organização do conjunto é alterada. A integridade de um ecossistema é medida por sua habilidade

de manter sua auto-organização através da seleção de um ponto ótimo de operação ao longo do mesmo caminho termodinâmico, isto é, sem passar pela troca irreversível que ocorre com a mudança de caminho. A atividade econômica que impõe níveis insustentáveis de estresse sobre o meio ambiente natural pode gerar efeitos negativos de *feedback*. A sustentabilidade ecológica implica basicamente preservação da biodiversidade a um nível sustentável. O termo biodiversidade começou a ser difundido desde o final dos anos 1980 em substituição às expressões "recursos naturais vivos" ou "o meio ambiente vivo", as quais se mostraram inadequadas para tratar com as complexidades da conservação de sistemas vivos sobre os quais depende o bem-estar humano. Esta nova abordagem compreende as comunidades locais, povos indígenas, cientistas e órgãos governamentais que trabalham em conjunto para garantir que os recursos biológicos, como as florestas, as áreas agricultáveis, os oceanos, sejam usados de maneira sustentável e contribuam para a equidade intergeracional. Para a Comissão de Meio Ambiente das Nações Unidas (Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção sobre Diversidade Biológica de 1992), biodiversidade significa: "*a variabilidade genética, taxonômica e ecológica entre os organismos vivos; isto inclui a variedade e variabilidade dentro das espécies e dos componentes bióticos dos ecossistemas.*"⁵⁹

A conservação da biodiversidade é o princípio básico do desenvolvimento sustentável porque: suporta os sistemas produtivos; valores e necessidades futuras são imprevisíveis; o conhecimento e a compreensão atual que se tem sobre os ecossistemas é insuficiente para que se tenha plena certeza sobre o seu real papel e importância, assim como do impacto da remoção de quaisquer de seus componentes, especialmente quanto aos efeitos irreversíveis e catastróficos.

Alguns exemplos são suficientes para ilustrar a real importância de se manter a biodiversidade para a sustentabilidade ecológica. Tanto a alta produtividade agrícola como a saúde humana dependem da preservação de uma biota diversificada que habita o planeta terra, cuja estimativa é de 10 milhões de espécies entre animais e plantas. No entanto, aproximadamente 90% da alimentação humana provem de apenas 15 espécies de plantas e 8 espécies de animais! Os micróbios fixam no solo o nitrogênio que captam da atmosfera para depois serem aproveitados pelas plantações e florestas. Estima-se que 90 milhões de toneladas de

⁵⁹ Apud Munasinghe et al (1996), p. 28.

nitrogênio são absorvidas pelas atividades agrícolas do mundo cujo valor ascenderia a US\$ 50 bilhões anualmente. A polinização cruzada é essencial para a produção de grãos em muitos casos. Nos EUA mais de 40 tipos de grãos dependem da polinização para que produzam. Estimativas revelam que nesse país são gastos anualmente US\$ 20 bilhões com pesticidas na agricultura, enquanto parasitas e predadores gerados pelos ecossistemas naturais cumprem a mesma função, mas em magnitude de cinco a dez vezes maior. [Hardly e outros (1975), Robinson e outros (1989), ambos citados por Pimentel e outros (1992)]⁶⁰. Quanto aos pesticidas é importante notar também que além de seu alto custo eles provem, basicamente, de recursos não renováveis.

Abordagem Econômica

De um ponto de vista econômico, como se viu, a sustentabilidade está condicionada à manutenção da capacidade produtiva do estoque de capital. A discussão se instaura quando se define o conceito de estoque de capital. Para os chamados economistas ecológicos ou ambientais, o estoque de capital deve incluir além dos ativos gerados pelo homem não apenas os recursos de capital humano, mas também o natural, ou seja os recursos postos à disposição pela natureza. A visão tradicional das ciências sociais, especialmente da ciência econômica, tem se mostrado incapaz de dar conta das inter-relações existentes entre os alicerces ecológicos e as grandes funções da *produção, repartição/distribuição e consumo*, que constituem o cerne de qualquer sistema econômico. Na verdade, como diz Tiezzi:

"A teoria econômica dominante, totalmente apoiada em fundamentos mecanicistas, continua a ignorar a leis da entropia e o papel da variável tempo. O conceito dinâmico clássico de tempo, com sua reversibilidade, não tem nada a ver com a realidade e com a natureza. O tempo não é desprovido de direções preferidas (não é isotrópico), como o espaço. O tempo possui uma direção. A termodinâmica introduz a 'consciência do decorrer unidirecional do tempo', demarca o limite entre realidade do passado e a indeterminação do futuro e indica a orientação do tempo nos processos naturais. Prigogine fala em três níveis de descrição do tempo: o nível mecânico, descrito pela mecânica clássica ou quântica e que liga o tempo ao movimento; o nível termodinâmico, que implica a causalidade e introduz a noção de irreversibilidade; e o nível das 'estruturas dissipativas', que introduz a noção de evolução, de história.

Ora, a teoria econômica não só ignora estes conceitos como introduz um outro, que poderia ser resumido pela famosa frase 'tempo é dinheiro'. O progresso é medido pela velocidade com que se produz; chega-se mesmo a imaginar que quanto mais rapidamente nos servimos dos recursos da natureza, tanto mais avança o progresso. Em outras palavras, quanto mais rapidamente se transforma a natureza, tanto mais se economiza tempo. Mas este conceito de 'tempo tecnológico ou econômico' é exatamente o oposto de 'tempo entrópico'. A realidade natural obedece a leis diferentes das econômicas e reconhece o 'tempo entrópico': quanto mais rapidamente se consomem os recursos naturais e a energia disponível no mundo, tanto menor é o tempo que permanece à

⁶⁰ Apud Munasinghe et al (1996), p. 28

disposição de nossa sobrevivência. *O tempo tecnológico é inversamente proporcional ao tempo entrópico; o tempo econômico é inversamente proporcional ao tempo biológico.*⁶¹

Para o *mainstream economics*, ou seja a chamada "Escola Neoclássica", que ainda domina o pensamento econômico, a manutenção do estoque de capital natural tem sido questionada como não essencial para o desenvolvimento sustentável com base nos argumentos de que, por um lado, o progresso tecnológico pode melhorar a eficiência no uso dos recursos, e por outro, de que o capital natural pode ser substituído por capital artificial de maior produtividade, fabricado pelo homem. Isso acontece porque para tal escola são ignorados ou simplesmente rejeitados os princípios da termodinâmica, ou mais especificamente o primeiro princípio ou princípio geral da conservação da energia, segundo o qual a energia (e matéria) não pode ser criada ou destruída. Mais explicitamente, e baseando-se em Tiezzi (1968)⁶², a primeira lei da termodinâmica nos afirma que, no universo, a energia total existente sob diversas formas, é invariável; pode apenas passar de uma forma para outra, mas de tal modo que o total das diferentes formas existentes, permaneça constante. A segunda lei ou segundo princípio, nos diz que a energia não pode passar livremente de uma forma para outra e que a energia térmica (o calor) pode transferir-se livremente de uma fonte quente para outra fria, mas não em sentido oposto. O processo de conversão de calor (energia térmica) em trabalho não pode ocorrer a menos que se mantenha uma diferença de temperatura. Existe uma tendência do universo para a "forma calor" da energia, e o calor é uma forma "degradada" de energia, pois não se deixa reverter em sua totalidade, ou seja, nem todo calor se transforma em trabalho. Então, no universo, o que diminui não é a energia, mas sim sua capacidade de realizar trabalho. Portanto, os dois "tipos" de capital (feito pelo homem e o natural) não são independentes mas, sim, complementares pois, invariavelmente, o último é necessário para que se produza o primeiro. Além disso, o capital natural possui determinadas funções de suporte à vida que não podem ser exercidas pelo capital artificial. Assim, o argumento de substitutibilidade entre os fatores produtivos defendido pelos neoclássicos, não pode ser facilmente aplicado ao capital natural em função de sua multifuncionalidade e também pelas dificuldades de sua quantificação física e valoração econômica. Como exemplo disso pode ser lembrado o caso das diferentes funções ambientais desempenhadas por uma floresta, quais sejam:

⁶¹ Tiezzi (1968), op. cit. pp. 31-32

⁶² Ibidem. pp.21-23

a) função de fonte de materiais e serviços: madeiras de lei, lenha, recursos genéticos, serviços de recreação, turismo;

b) função de repositório de resíduos e poluição: reciclagem de nutrientes, proteção das bacias hidrográficas, proteção da qualidade do solo e a resistência à erosão;

c) funções gerais de suporte a vida: regulação climática, a fixação do carbono, hábitat para as pessoas, flora e fauna, entre outras.

Outra justificativa para se manter o estoque de capital natural relaciona-se com o fato de que ao destruí-lo, destrói-se ou compromete-se também a sobrevivência de outras espécies pertencentes ao ecossistema. E, na medida em que os cientistas continuam a descobrir interconexões mais complexas nos sistemas biofísicos, as quais por sua vez fundamentam a base produtiva da sociedade humana, a preservação do conjunto dos ecossistemas (capital natural) passa a ser considerada também uma questão econômica⁶³.

Uma outra crítica à concepção dos neoclássicos quanto ao processo de produção é feita por Cleveland (1991)⁶⁴, quando ele salienta que enquanto o modelo de produção dos neoclássicos assume que o capital e o trabalho **são insumos primários** para a produção (ignorando as substanciais quantidades de energia usadas no processo de explorar/apropriar os próprios recursos), um modelo biofísico do processo econômico considera que tanto o capital como o trabalho **são insumos intermediários**, e que os **fatores primários fundamentais** da produção **são a energia de baixa entropia e a matéria**. (Grifos nossos).

Além disso, quando se fala em substituição entre capitais (natural x artificial), é preciso lembrar que mesmo no caso de existir essa possibilidade, sua ocorrência tem limites espaço-temporais, uma vez que o capital natural é sujeito a irreversibilidades. Por exemplo, os recursos fósseis só podem ser explorados até sua extinção. Por outro lado, é possível que espécies de plantas ou animais (em extinção ou não) destituídos de qualquer valor econômico no presente venham a se constituir em valioso capital natural no futuro, uma vez se descubram neles utilidades até então ignoradas.

⁶³ Munasinghe et al (1996), op. cit. p.26.

⁶⁴ Apud, Munasinghe et al (1962), p.25.

O papel da incerteza está intimamente ligado à questão da irreversibilidade do capital natural. Por exemplo, ainda existem consideráveis incertezas científicas quanto as consequências adversas do aquecimento global, quanto a química da chuva ácida e, ainda não se sabe o suficiente das correntes oceânicas para entender a sua influência na determinação do clima, bem como de que maneira maciços de florestas naturais afetam o microclima. O problema é que as incertezas tanto sobre os custos como sobre os benefícios de tais fenômenos naturais dificultam, em muito, eventuais decisões sobre a troca entre capital natural e o capital feito pelo homem. A preocupação de manter um estoque constante de capital é essencialmente (como já se discutiu), uma questão socio-ética de equidade tanto intrageracional como intergeracional.

A questão da equidade intrageracional diz respeito a necessidade de uma universalidade espacial, ou seja, já não se aceitam mais as distorcidas distribuições de renda e pobreza existentes no mundo. Equidade intergerações pressupõem uma universalidade temporal, isto é, deve-se proteger o direito das futuras gerações terem um nível adequado de bem estar.

Abordagem Sócio-cultural

Embora sejam fatores cruciais para o desenvolvimento sustentável os aspectos sociais e culturais são freqüentemente negligenciados. Os valores éticos, crenças e instituições desenvolvem-se dentro dos sistemas socioculturais para atender necessidades humanas. Até os anos 1960 poucos eram os países que possuíam órgãos dedicados a área ambiental e a manutenção de parques ecológicos. A maioria dos atuais ministérios do Meio Ambiente foram criados após a realização da Conferência de Estocolmo em 1972. A partir de então, o mundo passa a experimentar um período de rápidas mudanças em que novas instituições vão sendo criadas com a finalidade de manejar os recursos naturais com base em valores éticos e sociais a respeito do meio ambiente. Conforme já se discorreu (item 2.1.1), diversos foram os organismos e instituições criados com tal finalidade. Mas o desenvolvimento de práticas sociais e culturais para auxiliar no manejo dos recursos renováveis do planeta continua a ser um dos maiores desafios que se coloca para o próximo milênio. Freeman (1991)⁶⁵ mostra que o valor dos recursos é influenciado não somente por fatores biológicos e econômicos mas também pelas instituições

⁶⁵ Apud Munashinghe et al (1996), p. 30.

que gerenciam e controlam os recursos e por valores embutidos na matriz sociocultural da sociedade.

Alguns economistas podem até justificar teoricamente a degradação ambiental utilizando-se da análise custo-benefício tradicional. Por exemplo, quando apesar de causarem degradação as atividades produzam benefícios maiores que aqueles que seriam usufruídos sem a degradação. A questão, no entanto, permanece em: até que ponto tal análise é capaz de captar **todos** os custos e benefícios para a tomada de decisão. Assim, outros sugerem que em função das incertezas, irreversibilidades, descontinuidades e dos catastróficos colapsos dos sistemas naturais, a atitude mais prudente deve ser a conservação dos ecossistemas.

Como já se referiu na abordagem anterior, existe um crescente consenso na sociedade atual de que não é mais possível ignorar as questões de equidade tanto no sentido intra como no intergeracional. A existência das tremendas desigualdades quanto aos padrões de vida desfrutados pela humanidade já não são passivamente aceitos, pelo menos pela comunidade científica. Por outro lado, um dos caminhos requeridos para garantir a continuidade da espécie humana sobre o planeta terra é a suspensão da criação de externalidades intergeracionais que decorrem do atual manejo insustentável tanto dos recursos não renováveis como dos renováveis. Problemas tais como a contaminação de águas subterrâneas, alterações climáticas, efeito estufa, disposição de rejeitos radiativos, precisam ser resolvidos para que o bem-estar das gerações futuras possa ser assegurado. Como se discutiu (item 2.1.4.), existem evidências suficientes a demonstrar que a capacidade de suporte do ecossistema terrestre já se encontra ameaçada. O que só reforça a postura de que já não é mais possível, eticamente, ignorar os problemas atuais de equidade intrageracional a favor das futuras gerações.

Pelas mesmas razões que se deve manter a biodiversidade assim também devem ser preservadas as diversidades sociais e culturais. Podem haver conhecimentos ainda não suficientemente difundidos ou mesmo ocultos em determinadas realidades socioculturais, por exemplo, modos cooperativos de comportamento, de estabilidade social, de participação e interação, os quais poderiam melhorar a sustentabilidade geral, e/ou a eficiência no uso de recursos. Alguns etnobotânicos tem descoberto que culturas indígenas ou primitivas podem ter

muito a ensinar às chamadas sociedades modernas sobre práticas agrícolas ou alternativas medicinais.

Na tentativa de resumir as idéias apresentadas neste item sobre a questão da sustentabilidade e a necessidade de uma abordagem multidisciplinar e multidimensional, as seguintes considerações podem ser feitas.

Em sentido geral as palavras sustentável e desenvolvimento sugerem que a sua combinação na expressão "desenvolvimento sustentável" pode ser interpretada como o processo em que se mantém ou melhora a qualidade de vida em uma base continuada. Por outro lado, a mesma expressão sugere também que o progresso futuro terá de ser focado mais sobre a qualidade da vida humana e menos sobre a quantidade de recursos consumidos, embora os dois aspectos estejam relacionados, especialmente para os grupos de baixa renda.

Para que seja entendida, planejada e conseguida a sustentabilidade precisa ser discutida em suas diferentes disciplinas e dimensões que podem ser agrupadas em três abordagens. A visão ecológica ou biofísica de sustentabilidade preocupa-se em essência com a estabilidade dos ecossistemas, nos quais é de particular importância a viabilidade dos seus subsistemas componentes e a proteção da biodiversidade é um aspecto chave. Na abordagem econômica, a questão da sustentabilidade é condicionada à manutenção da capacidade produtiva do estoque de capital. A polêmica se estabelece quando se discute o conceito de capital, dividindo-o em capital natural e artificial e se analisa a viabilidade de substituição de um tipo pelo outro, seus limites, bem como as dificuldades de se avaliar os ativos, principalmente os recursos ecológicos. A visão tradicional da ciência econômica, tem se mostrado incapaz de dar conta das inter-relações existentes entre os alicerces ecológicos e as grandes funções da *produção, repartição/distribuição e consumo*, que constituem o cerne de qualquer sistema econômico. Uma corrente mais recente chamada de economia ecológica ou economia ambiental defende que o estoque de capital deve incluir além dos ativos gerados pelo homem não apenas os recursos de capital humano, mas também o capital natural, ou seja os recursos disponibilizados pela natureza. Com essa visão é possível entender a interdependência do sistema econômico com o ecossistema geral através de leis biofísicas, principalmente as relacionadas aos princípios termodinâmicos. A

abordagem sociocultural, proposta por Munasinghe como um terceiro enfoque ao problema da sustentabilidade (separado dos aspectos econômicos), é feita muito mais para destacar os aspectos éticos, culturais e institucionais. Assim a preocupação fundamental nessa abordagem é a manutenção dos sistemas sociais e culturais, procurando enfrentar a questão da equidade tanto em termos intra como intergeracionais. O grande desafio que permanece, entretanto, é a formidável tarefa de reconciliar os diversos conceitos das referidas abordagens, operacionalizando-os como meio para se chegar ao desejado "desenvolvimento sustentável".

2.3 - Conclusões

A preocupação fundamental deste capítulo foi fazer uma revisão da literatura com o objetivo de se esclarecer o que significa desenvolvimento sustentável, nova cultura do desenvolvimento, ecodesenvolvimento, nova ecologia, termos esses que vem ganhando significativa difusão nos últimos decênios frente a diferentes crises, tais como, as crises: energética, ambiental ou ecológica, de desenvolvimento.

Sem ter pretendido esgotar o assunto, acredita-se que as considerações feitas tenham sido suficientes para demonstrar que se se pensa em desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade (embora tais propostas não estejam totalmente equacionadas), as alternativas de implantação de atividades econômicas, notadamente as referentes a produção de energia, precisam ser analisadas de uma forma muito mais ampla, integrada e multidisciplinar e, não apenas em caráter isolado (mesmo que em tal caso se contemplem seus aspectos econômico-sociais e mesmo energético-ambientais. Se não, reveja-se o que segue.

A preocupação com a sustentabilidade, como se procurou demonstrar, não é nova. Na área das ciências econômicas, por exemplo, existe desde a época de sua afirmação como área específica do conhecimento humano, através dos primeiros escritos dos autores clássicos, como A. Smith; D. Ricardo; J.S. Mill, entre outros. Embora não se desconheça que estudiosos de outras áreas também tenham se ocupado com essa questão, ou a aspectos a ela relacionados, o fizeram de forma não integrada e dispersa. Foi só muito mais recentemente, a partir dos anos 1960, que ela passou a constar da agenda de preocupação tanto de organismos institucionais de

caráter internacional, como a ONU, Banco Mundial, entre outros, como também de cientistas e pesquisadores, de várias áreas do conhecimento. Isso aconteceu em razão de que o chamado progresso da vida moderna, cuja estrutura de produção ao atingir uma escala econômica inédita na história, passa a gerar várias conseqüências indesejadas, dentre as quais: os acidentes nucleares; poluição, dos solos, mar e ar; concentração industrial, congestionamento urbano, além é claro, profunda desigualdade e conseqüente e injustiça social entre os povos. Aliado a tudo isso, o mundo percebeu também que uma das causas determinantes de todos os grandes problemas era a forma utilizada quanto a apropriação de energia, ou seja, essencialmente assentada sobre os combustíveis fósseis (notadamente o petróleo de preço muito baixo), os quais além de não renováveis, encontram-se em processo de exaustão, e são altamente poluidores. Foi a partir daí que começou a surgir uma grande variedade de definições e conceitos a respeito de um novo tipo de modelo de desenvolvimento que pudesse harmonizar crescimento econômico, desenvolvimento ou bem estar social, sem comprometer ou degradar o meio ambiente.

Com o amadurecimento das discussões os conceitos foram evoluindo até chegar a propostas mais amplas no sentido de "uma nova cultura de desenvolvimento" como diz Tiezzi (1988); "Ecodesenvolvimento", nas palavras de Sachs (1986); "em defesa de uma revolução ecológica ou solar" conforme Altvater (1995) ou "nova ecologia" segundo propõe Boff (1996). Ao considerar que o ecossistema global demonstra evidências de já ter atingido os limites de sua capacidade de suporte, surgiram também propostas mais radicais propondo crescimento zero. Entre eles, destaca-se Daly (1996), para o qual é impossível o crescimento da economia mundial sem pobreza e degradação ambiental, ou seja, o crescimento sustentável é impossível, ou desenvolvimento sustentável não é possível quando aplicado à economia.

Embora não se possa ignorar o avanço que toda essa discussão proporcionou, a ponto de por exemplo, na área das ciências sociais existirem iniciativas procurando constituir uma nova disciplina de caráter multidisciplinar chamada de Economia Ecológica ou Ambiental, a questão de fundo que permanece é que, na verdade, não existe ainda uma teoria da sustentabilidade nem uma teoria ecológica suficientemente abrangente.⁶⁶ Também não existe uma economia da sustentabilidade nem uma única forma e chegar aos predicados de uma vida sustentável. Inexiste

⁶⁶ Ver Boff (1995), op. cit. pp.

tampouco uma teoria única do desenvolvimento ecologicamente equilibrado. O que há é uma multiplicidade de métodos de compreender e investigar a questão. No âmbito da ciência econômica, vai-se da análise biofísica, baseada na termodinâmica, de Georgescu-Roegen (1971), à proposta de ecodesenvolvimento, de Sachs (1984), passando-se pelas versões neoclássicas da economia do meio ambiente de Pearce et alii (1989), cada uma das quais com uma lista de seguidores que conferem suas próprias óticas de análise dos tópicos abordados⁶⁷.

Assim, é aí que reside o grande desafio teórico. Já se sabe que a questão da sustentabilidade não pode ser tratada isoladamente, por mais completa que seja a consideração de disciplinas científicas na sua discussão. A questão é como integrar todos os saberes em uma única disciplina integradora. Por outro lado, há que considerar também que no discurso atual em que se procura avançar nessa direção encontram-se alguns paradoxos. Senão veja-se: o desenvolvimento sustentável ou a sustentabilidade assume importância precisamente no momento em que os centros de poder mundial declaram a falência do estado como motor do desenvolvimento e propõem sua substituição pelo mercado, ao mesmo tempo em que declaram também a falência da regulação e do planejamento governamental. No entanto, ao revisarmos o que há de mais comum nas definições identificadas na revisão de literatura relacionadas com a área da economia, verificamos que a sustentabilidade requer, a manutenção do estoque de recursos naturais e da qualidade ambiental para a satisfação das necessidades básicas das gerações atuais e futuras. Mas para isto parece ser necessária a existência de um mercado regulado e de um horizonte de longo prazo para as decisões públicas, entre outros motivos porque: atores e variáveis como "gerações futuras" ou "longo prazo" são estranhas ao mercado, cujos sinais respondem a alocação ótima dos recursos no curto prazo. Por outro lado, mesmo que se admita que a escassez de recursos naturais pode, ainda que imperfeitamente, ser enfrentada pela ação das forças de mercado (como propugnam os adeptos do *mainstream economics*), aspectos como a manutenção do equilíbrio climático, da camada de ozônio, da biodiversidade ou da capacidade de recuperação dos ecossistemas, transcendem, sem dúvida, a ação do mercado. Então, como é fácil concluir, está-se diante de um paradoxo. Será que com a economia funcionando apenas segundo as leis de mercado será possível tratar de problemas alheios à sua esfera de preocupação? Parece então que para tratar, efetivamente, dos desafios da sustentabilidade é imprescindível a

⁶⁷ Cavalcanti, Clóvis (org.) "Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável". Cortez Editora. Fundação João Nabuco. Recife, 1995 p. 23.

construção de um novo paradigma, como defendem vários dos autores estudados neste capítulo. Ou seja, se realmente se pretende justiça social e equidade distributiva tanto inter como intrageracionalmente, parece não haver saída para a civilização com a continuidade do atual estilo de desenvolvimento. Em termos energéticos, a complexidade e escala que o sistema atingiu, com todas as desigualdades e disparidades regionais, só foi possível com a apropriação de energia armazenada há milhões de anos. Em termos ambientais ou ecológicos, a consequência foi o aparecimento de uma série de problemas que, se não forem contornados, ameaçam as condições de reprodutibilidade do próprio sistema. Uma das propostas freqüentemente aventadas como solução por alguns estudiosos centra-se na intensificação do uso de energias renováveis. Segundo outros, no entanto, isto apenas não basta para sustentar o funcionamento do atual aparelho produtivo econômico-social da humanidade, já que a fonte básica de toda a energia que é a radiação solar, é insuficiente, não na escala, mas na velocidade necessária para atingir as quantidades requeridas em tempo hábil.

Diante de tudo isso, parece que o encaminhamento da questão deverá se dar por fases ou etapas, na esperança de que se possa alcançar a "solução", no futuro. Assim, no intervalo de transição não há dúvida de que, em termos de política energética, ela deva se orientar progressivamente para as fontes renováveis ao mesmo tempo em que se restringe o uso das não renováveis (alongando assim o período de sua disponibilidade), ou postergando ao máximo o seu esgotamento. Nessa empreitada, desempenhará papel fundamental o desenvolvimento tecnológico, tanto no sentido de se descobrir e colocar em uso novas alternativas energéticas, renováveis, como no esforço de extrair o máximo de energia das fontes não renováveis que estão se exaurindo, além de intensificar as práticas de racionalização e conservação quanto ao uso da energia, em geral. Deve ficar claro, entretanto, que todas essas ações são de caráter intermediário, cujos resultados uma vez obtidos com sucesso, permitirão que se estenda ao máximo tal fase de transição, criando assim tempo "suficiente", para que um novo modo de produção se instaure, paulatinamente, em substituição ao modo de produção capitalista preponderante.

Para finalizar, é conveniente emprestar novamente as palavras de Altvater (1995):

"assim com a transição para a exploração das fontes fósseis de energia possibilitou uma nova sociedade, ou seja, o capitalismo industrial, assim também a transição para uma era solar só poderá ocorrer quando surgir

um modo de produção e de vida solar...Mesmo assim, o recurso à energia solar é a única alternativa para a crise ecológica da humanidade....Mas este recurso só poderá ter êxito quando, junto com as técnicas para a coleta da energia solar, surgirem as instituições econômicas e sociais, um sistema político e normas comportamentais de uma sociedade solar.”⁶⁸

Ou, como dizem Tronconi et alii (1991):

“As alterações ambientais que hoje mais preocupam são determinadas por atividades que, no curto prazo, podem oferecer vantagens ao homem ou a uma parte da sociedade, mas que, no longo, prazo contêm o risco de minar a adaptabilidade do homem ao ambiente e de comprometer o destino da biosfera.... Diante destas evidências, e para assegurar um futuro também para as novas gerações vão surgindo tecnologias menos destrutivas, menos arriscadas, e ocorre a revalorização das ciências naturais e da busca de recursos renováveis.”⁶⁹

A importância do álcool de cana-de-açúcar está no fato de poder servir como parte da solução dessa fase de transição, fundamentalmente, por se tratar de um combustível de fonte renovável. Mas também, como será discutido no capítulo 4, por ser uma atividade agroindustrial geradora emprego agrícola, ser um combustível menos poluente que seus atuais sucedâneos e ser menos oneroso, economicamente, frente à outras opções já conhecidas.

⁶⁸ Alvater, (1995), op. cit. p. 315.

⁶⁹ Tronconi, P.A., Valota, R., Agostinelli, M. e Rampi, F. “Pianeta in Prestito - Energia, entropia, economia”. Editora Macroedizioni, Preggio, Italia, 1991. Tradução de trechos selecionados da parte I do livro, feita por A. Sevá Filho.

Capítulo 3

Panorama da Situação Energética Mundial

Introdução

Ao longo de sua história o homem aprendeu a se apropriar de diferentes fontes energéticas desde a lenha até a energia nuclear, passando pela força dos animais, do trabalho escravo, da energia dos resíduos vegetais, dos moinhos hidráulicos e eólicos, do carvão e dos derivados do petróleo. Em cada uma de suas fases evolutivas houve a preponderância de uma fontes sobre as outras, até chegar-se à situação atual na qual o suprimento energético é feito através de um conjunto variado de recursos.

O desenvolvimento das hoje chamadas economias industrializadas foi sustentado basicamente pela exploração do carvão e, até mais recentemente, com maior intensidade, pelo petróleo, os quais contribuíram com a maior parte das necessidades da matriz energética. No entanto, com a eclosão das crises internacionais do petróleo, o mundo passou a experimentar nova fase de transição energética, isto é, um período no qual a matriz energética até então dominada pelo petróleo tende, lentamente, a ser substituída por uma nova estrutura. Segundo estudiosos do setor as perspectivas não estão ainda suficientemente claras, mas não parece haver dúvidas de que as tendências são de uma diversificação cada vez maior de fontes energéticas no abastecimento da matriz. A esse respeito, é ilustrativo levar em conta o que diz Sachs “...os padrões de consumo de combustíveis dos países industrializados não podem ser sustentados a

longo prazo e muito menos estendidos ao resto do mundo"¹. As evidências, todavia, apontam no sentido de uma maior diversificação de sua composição, com a ampliação e incorporação de outras fontes energéticas, além de esforços crescentes para a racionalização e conservação da energia, em termos gerais. As razões para isso estariam não só na complexificação das sociedades atuais, mas também seriam devidas ao crescente esgotamento dos recursos tradicionais não renováveis. Por outro lado, a intensificação no uso de determinadas fontes, tanto setorial como espacialmente, chegou a tal ponto que começa a comprometer a qualidade das condições para a reprodução dos ecossistemas em função dos impactos adversos que provoca ao meio ambiente.

Para a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento as crises que preocupam atualmente a humanidade não são mais isoladas e seus impactos deixaram de ser apenas setoriais e/ou regionais. Ao contrário, são crises que se interligam.

Dada a importância com que se reveste tal questão, vale a pena reproduzir mais especificamente, algumas considerações da própria comissão. É o que se faz a seguir.

“Até recentemente, o planeta era um grande mundo no qual as atividades humanas e seus efeitos estavam nitidamente confinados em nações, setores (energia, agricultura, comércio) e amplas áreas de interesse (ambiental, econômico, social). Esses compartimentos começaram a se diluir. Isto se aplica em particular às várias ‘crises’ globais que preocuparam a todos, sobretudo nos últimos 10 anos. Não são crises isoladas: uma crise ambiental, uma crise do desenvolvimento, uma crise energética. São uma só.

O planeta está atravessando um período de crescimento drástico e mudanças fundamentais. Nosso mundo de 5 bilhões de seres humanos tem de encontrar espaço, num contexto finito, para outro mundo de seres humanos. Segundo projeções da ONU, em algum momento do próximo século a população poderá estabilizar-se entre 8 e 14 bilhões de pessoas. Em sua maior parte, esse aumento ocorrerá nos países mais pobres (mais de 90%) e em cidades já super povoadas (90%).

A atividade econômica multiplicou-se para gerar uma economia mundial de US\$ 13 trilhões, que pode quintuplicar ou decuplicar nos próximos 50 anos. A produção industrial cresceu mais de 50 vezes no último século, sendo que quatro quintos desse crescimento se deram a partir de 1950. Esses números refletem e prefiguram profundos impactos sobre a biosfera, à medida que o mundo investe em habitação, transporte, agricultura e indústria. Grande parte do crescimento econômico se faz à custa de matérias-primas de florestas, solos, mares e vias navegáveis.

A nova tecnologia, uma das molas mestras do crescimento econômico, possibilita a desaceleração do consumo perigosamente rápido dos recursos finitos, mas também engendra sérios riscos, como novos tipos de poluição e o surgimento, no planeta, de novas variedades de formas de vida que podem alterar os rumos da evolução. Enquanto isso, as indústrias que mais dependem de recursos do meio ambiente, e que mais poluem, se multiplicam com grande rapidez no mundo em desenvolvimento, onde o crescimento é mais urgente e há menos possibilidades de minimizar efeitos colaterais nocivos.

Essas alterações correlatas criaram novos vínculos entre a economia global e a ecologia global. No passado, nos preocupamos com os impactos do crescimento econômico sobre o meio ambiente. Agora temos de nos preocupar com os impactos do desgaste ecológico - degradação de solos, regimes hídricos, atmosfera e florestas - sobre nossas perspectivas econômicas. Mais recentemente tivemos de assistir ao aumento

¹ Sachs, 1993, p. 31.

acentuado da interdependência econômica das nações. Agora temos de nos acostumar à sua crescente interdependência ecológica. A ecologia e a economia estão cada vez mais entrelaçadas - em âmbito local, regional, nacional e mundial - numa rede inteiriça de causas e efeitos.”²

Alguns comentários são oportunos a respeito do que se acabou de reproduzir.

É importante ressaltar que existe uma linha de pensamento oposta àquela da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, a qual discorda das ponderações reproduzidas acima. Um dos representantes de tal linha de pensamento é o escritor Lyndon Hermyle LaRouche Jr. Dentre vários livros publicou em 1983 (portanto, quatro anos antes do aparecimento do chamado Relatório Brundtland da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente), uma obra denominada “Não Há Limites Para o Crescimento”³, na qual, à página 47 defende que:

“Com a utilização integral dos níveis de tecnologia existentes, em combinação com energia termonuclear, raios dirigidos e biotecnologia, em desenvolvimento, nosso planeta poderia sustentar uma população de dezenas de bilhões de pessoas a um padrão de vida médio superior aos Estados Unidos, durante o início dos anos 70: um aumento em relação à sociedade primitiva de *três ordens de magnitude!*”

Convém observar no entanto que com tal progresso tecnológico LaRouche considera que a humanidade terá condições de colonizar o sistema solar, já a partir do início do próximo milênio! De fato, a esse respeito pondera:

“A não ser que destruamos a civilização pela guerra termonuclear ou, alternativamente, pela fome e epidemias causadas pela política neomalthusiana, deverá haver um expressivo início de colonização, em larga escala, de Marte, por seres humanos, entre os anos 2030 e 2040.”⁴

Voltando a falar da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, deve-se notar que o seu relatório foi publicado ao final de 1987. Assim, as informações que constam de seu texto são anteriores a tal data, portanto, a cifra relativa a população mundial citada acima refere-se a algum ano anterior.

² Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Nosso Futuro Comum. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Pp. 4 -5.

³ LaRouche Jr., Lyndon H. Não Há Limites para o Crescimento. Editora Dois Pontos Ltda. Rio de Janeiro, 1986. 318 p.

⁴ Op. cit. p. 173.

Cinco anos depois, o Banco Mundial em seu Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 1992⁵, usou a cifra de 5,3 bilhões de habitantes como a população de então, e declarou que a mesma aumenta em 93 milhões ao ano.

A evolução da população mundial pode ser observada através das tabelas que seguem. A primeira delas (3.1) apresenta os quantitativos da população total em anos selecionados desde o ano 1000 até o ano de 1995. A segunda tabela (3.2) cobre o período de 1950 a 1985, detalhando para anos selecionados a população para as regiões mais e as menos desenvolvidas⁶. Apresenta também as taxas de crescimento médias anuais entre os períodos e as taxas de urbanização para os anos que especifica

Tabela 3.1 - População mundial em anos selecionados - (Em milhões de habitantes).

Anos	População		Anos	População	
	Total	tx. de cresc. (*)		Total	tx. cresc.
1000	300.000	-	1960	3.026.541	1,83
1750	800.000	0,13	1970	3.701.909	2,03
1800	1.000.000	0,45	1980	4.447.374	1,85
1850	1.300.000	0,53	1990	5.282.306	1,73
1900	1.700.000	0,54	1995	5.687.113	1,48
1950	2.523.878	0,79	-	-	-

Fontes: 1000 a 1900 = COALE, História da População Humana
 1950 a 1995 = ONU - World Populations Prospects: The 1996 Revision
 (*) taxa de crescimento média anual em relação ao período anterior.

⁵ Banco Mundial - Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 1992 - Desenvolvimento e Meio Ambiente. Indicadores do Desenvolvimento Mundial. Rio e Janeiro, setembro de 1992 p. 27.

⁶ De acordo com a fonte bibliográfica as regiões menos desenvolvidas englobam a Ásia, África e América Latina.

Tabela 3.2 - População mundial 1950-85: fatos-chave.⁷

	1950	1960	1970	1980	1985
<u>População total (bilhões de pessoas)</u>	2,5	3,0	3,7	4,4	4,8
Regiões Mais Desenvolvidas	0,83	0,94	1,05	1,14	1,17
Regiões Menos Desenvolvidas	1,68	2,07	2,65	3,31	3,66
<u>Aumento anual * (%) - Mundo</u>		1,8	2,0	1,9	1,7
Regiões mais desenvolvidas		1,3	1,0	0,8	0,6
Regiões menos desenvolvidas		2,1	2,5	2,3	2,0
<u>População Urbana (%) - Mundo</u>	29	34	37	40	41
Regiões mais desenvolvidas	54	67	67	70	72
“ menos “	17	22	25	29	31

Fonte: Department of International Economic and Social Affairs. World populations prospects; estimates and projections as assessed in 1984. New York, United Nations, 1986.

* Dados referentes ao aumento na década anterior ou, no caso da última coluna, nos cinco anos anteriores.

Quanto às perspectivas, o mesmo relatório⁸ apresenta projeções sobre a população mundial, as quais foram realizadas segundo três diferentes tendências de fecundidade, cobrindo o período 1985-2160. De acordo com a primeira delas, chamada de *hipótese básica*, o aumento da população mundial declinaria lentamente, de 1,7% ao ano em 1990 para cerca de 1% ao ano em 2030, quando estaria acima do dobro dos níveis atuais, e se estabilizaria em torno dos 12,5 bilhões em meados do século XXII. Dois terços do aumento ocorreriam por volta de 2050, e 95% do aumento populacional aconteceria em países em desenvolvimento. Na segunda hipótese, denominada cenário de *declínio rápido da fecundidade*, a população cresceria a taxas mais reduzidas atingindo a estabilidade em torno de 10 bilhões de habitantes. A terceira hipótese, prevendo *declínio lento da fecundidade*, implicaria um salto da população mundial para 23 bilhões de habitantes a qual só se estabilizaria por volta do final do século XXII. Poucos são os demógrafos que acreditam nessa hipótese, porém, mesmo que o crescimento efetivo ocorra próximo do que prevêm as outras, ainda assim o aumento populacional será muito expressivo, pois significará, praticamente, o dobro de habitantes já em meados do próximo século. E, de acordo com as previsões, o grande aumento ocorrerá nos países em desenvolvimento, vale dizer,

⁷ Extraída de Comissão Mundial de Meio Ambiente. Op. cit. p.109.

⁸ Op. cit. p. 28.

justamente naqueles em que para atingir estágios de maturidade econômica, será necessário consumir proporcionalmente mais energia.⁹

Assim, diferentemente das transições energéticas que aconteceram no passado a atual fase tem um complicador adicional, pois ela ocorre simultaneamente a uma inédita crise ambiental, a qual, por sua vez, se situa no interior de outra crise muito mais profunda. Tal crise, de acordo com Deléage¹⁰ tem as seguintes características:

“A industrialização e a urbanização maciças fizeram com que as relações que mantemos com o nosso planeta transpusessem um novo degrau. No século 20, a degradação do ambiente natural transformou-se num componente de nossa civilização e adquiriu, principalmente depois da 2ª Guerra Mundial, uma dimensão universal. Mas essa crise do meio ambiente se situa no interior de uma crise mais profunda: a dos modos de desenvolvimento que prevaleciam desde as origens do capitalismo.”

Tais modos de desenvolvimento, conforme o mesmo autor, possuem o caráter insustentável quanto à sua natureza além de serem agravados pelos ritmos atuais de crescimento, pois os recursos do planeta não são inesgotáveis, a biosfera constitui um mundo finito e a espécie humana, desde o início do capitalismo, já a golpeou de forma irreparável. Como exemplo de tais agressões são citados pelo autor, os seguintes fatos: as dezenas de milhões de hectares de florestas devastadas, as terras cultiváveis destruídas pela erosão, os rios e oceanos poluídos.

Deve ser ressaltado que não se trata de um fenômeno recente pois ele existe desde que o homem interage com a natureza. A diferença é que antes de meados do atual século as atividades humanas eram ao mesmo tempo bastante dispersas e de lento crescimento para afetar globalmente o equilíbrio climático e os ciclos biogeoquímicos. Noutros termos, enquanto o número de seres humanos era pequeno e os usos de energia limitavam-se às necessidades de cocção e aquecimento, a exploração dos recursos energéticos pôde ser feita sem sérias conseqüências ao meio ambiente. No entanto, mais recentemente, com o *boom* de reconstrução e crescimento que se sucedeu após a

⁹ Em agosto de 1999 a ONU, revisando suas projeções com base em novas tendências das taxas de fecundidade, apresentou três novos cenários para a população mundial em 2150. Os números de habitantes para os cenários denominados de *otimista*, *moderado* e *pessimista*, são respectivamente os seguintes: 3,6 bilhões; 10,8 bilhões e 27,0 bilhões. Como se vê, exceto o cenário *otimista* que de fato surpreende pela significativa diferença do cenário anterior, chamado de *declínio rápido da fecundidade* (10 bilhões de habitantes), as demais, embora diferentes, expressam a mesma ordem de grandeza. (Ver Revista Veja de 11/08/1999 pp. 46/51).

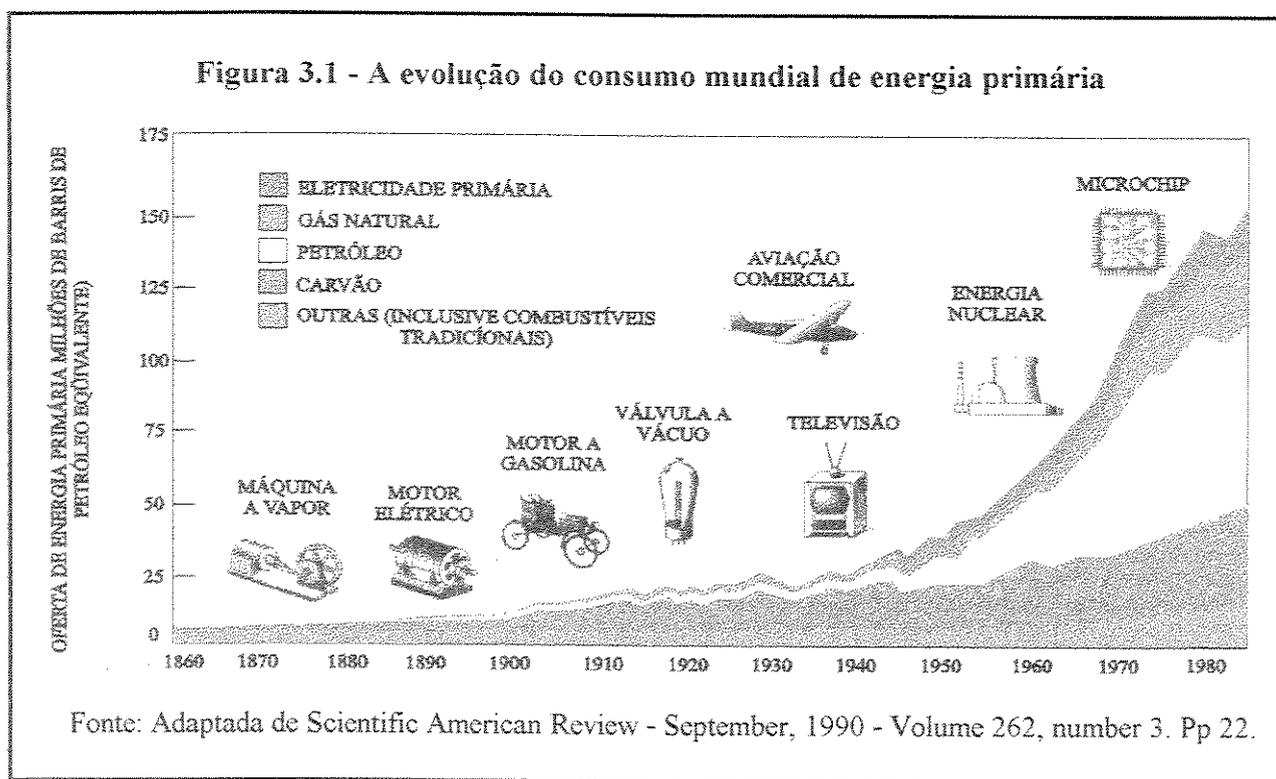
¹⁰ Déleage, J. P. "Hora de enfrentar o desequilíbrio entre desenvolvimento e meio ambiente". In Jornal da Tarde Caderno de Sábado, 10.05.97 pp. 4 -5.

segunda guerra mundial, os referidos equilíbrios foram perturbados pela ruptura de ritmo e de escala em nossa relação com a natureza.

Uma forma bastante eloqüente de se demonstrar as significativas alterações quanto ao uso da energia no mundo é analisar como se deu a evolução de seu consumo.

3.1 - A Evolução do Consumo Mundial de Energia Primária no período 1860 A 1980.¹¹

A figura a seguir ilustra o comportamento do consumo de fontes primárias de energia desde meados do século passado até os anos 80 do século atual.



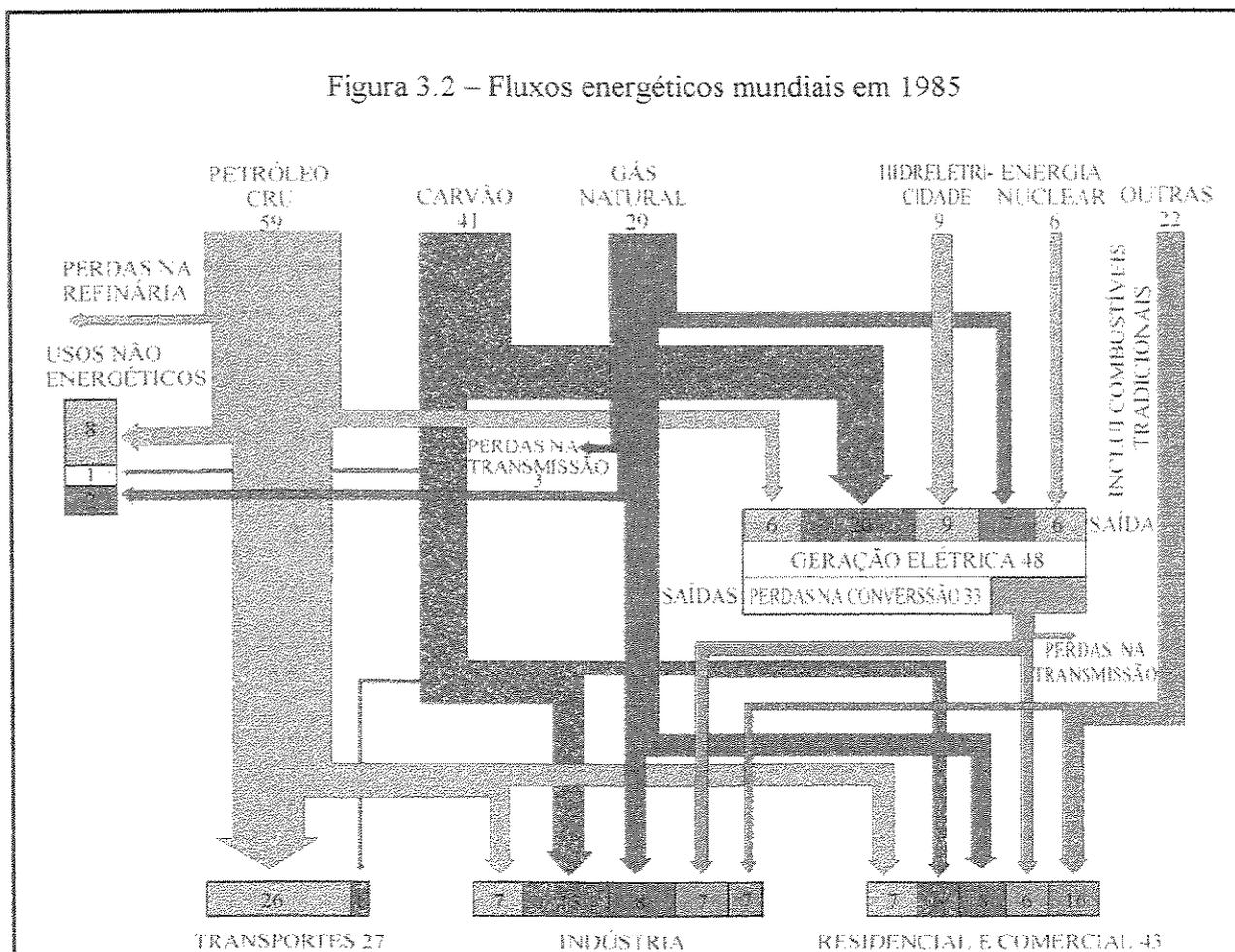
¹¹ Esta seção foi elaborada tendo como base as informações estatísticas contidas em uma edição especial denominada de "Energy for Planet Earth" in Scientific American, september, 1990. Vol. 263, Number 3. (Special Issue)

Até 1880 as principais fontes energéticas utilizadas eram os combustíveis tradicionais (lenha, resíduos vegetais e animais) e em menor proporção o carvão. A partir daí e até o início dos anos 1930, começam a ganhar importância tanto o gás natural e o petróleo além do carvão mineral que passa a ser a principal fonte energética, enquanto a lenha continua com quase os mesmos quantitativos. No início dos anos quarenta começa uma fase de expansão do consumo em todas as fontes, com destaque, quanto a velocidade de crescimento, para o petróleo e o gás natural. Continuam aumentando os consumos da lenha e do carvão embora em ritmo menos intenso e, começa a se desenvolver o uso da hidroeletricidade. Nas décadas seguintes, o consumo de petróleo ganha importância tanto em volume como em velocidade de crescimento de forma que nos anos 1980 os grandes responsáveis pelo consumo de energia foram, pela ordem de participação, o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, os quais em conjunto, responderam por mais de 80% do consumo energético mundial.

Dados mais recentes sobre o comportamento dos fluxos mundiais de energia podem ser observados na figura 3.2, a qual demonstra a origem e a forma de utilização da energia no mundo no ano de 1985.

Computadas em todas as suas diferentes formas a produção mundial de energia em 1985 foi da ordem de 166 milhões de barris equivalentes de petróleo por dia. É ilustrativo notar que apenas petróleo e gás natural responderam por 53% da referida soma e, se a eles forem acrescentados o carvão e a energia nuclear verifica-se que o total atinge 81,3%. Assim, mesmo que se considere todo o restante como fontes renováveis, verificar-se-á a sua reduzida participação na matriz energética mundial (18,7%). Como será visto no próximo capítulo, no Brasil a participação das fontes renováveis é bem mais expressiva. Outro aspecto a destacar refere-se as elevadas perdas que o Setor energético apresenta, pois do total de energia primária produzida, apenas 67,5% é utilizada como consumo final pelos três grandes setores: residencial e comercial com a média de 43 milhões de barris diários equivalentes de petróleo; industrial com 42 milhões de barris diários e o Setor de transportes com 27 milhões de barris diários.

Figura 3.2 – Fluxos energéticos mundiais em 1985



Fonte: Adaptada de Scientific American Review – September, 1990 – Volume 262, number 3. Pp. 25.

É interessante notar que o crescimento, bem como as alterações quanto à natureza da energia consumida ao longo da história, estão diretamente correlacionados, por um lado, ao crescimento demográfico, e por outro, ao surgimento e difusão de novas tecnologias, as quais permitiram, não apenas alterações drásticas na estrutura produtiva das nações, mas também profundas modificações quanto ao estilo de vida de suas populações.

De acordo com os dados apresentados sobre a população mundial verifica-se que, nos períodos demonstrados pela tabela 3.1, ocorreu crescimento a taxas crescentes até a década de 1970, interstício no qual, inclusive, ocorreu o maior ritmo de crescimento (2,03% a.a.). A partir daí, o ritmo de crescimento vem declinando, tendo se reduzido a 1,48% a.a. no último quinquênio

e, conforme também já se viu, as previsões dão conta de que tal ritmo deve se arrefecer ainda mais no futuro, chegando a apenas 1% a.a. em 2030.

No que diz respeito a evolução tecnológica, grandes e significativos foram os eventos que se sucederam a partir do século passado e se prolongaram até meados do atual, com importantes alterações quanto ao consumo de energia. A interação entre energia e tecnologia pode ser analisada em função das diferentes fases que caracterizaram a Revolução Industrial. Embora não seja objetivo deste capítulo o detalhamento da utilização energética ao longo da história, é conveniente destacar alguns fatos que permitem esclarecer as estreitas ligações entre o crescimento econômico, a evolução tecnológica e a utilização de energia, durante o período da chamada Revolução Industrial.

Durante a sua primeira fase, no início do século 18, as tecnologias dominantes tinham como base a mineração do carvão. Com o carvão alimentava-se a fundição de ferro e a fabricação do aço. Através dele passou-se a alimentar também os transportes, tanto o ferroviário como o marítimo. Os componentes do sistema produtivo entrelaçavam-se estreitamente, na medida em que a máquina a vapor, originalmente desenvolvida por Thomas Newcomen para o bombeamento e drenagem de água das minas de carvão, mais tarde acabou sendo adaptada por James Watt para fornecer força/potência para o transporte e corrente de vento para as fundições. Estas, por sua vez forneciam os materiais necessários à fabricação da máquina à vapor, das locomotivas, das estradas de ferro, dos navios e dos equipamentos de mineração. Tudo isso, associado a criação de uma infra-estrutura de transportes, tornaram possível a rápida industrialização que se intensificou ao final do século 18 e continuou ao longo do século 19.

A estrutura produtiva passou por nova transformação ao final do século 19, com a invenção e difusão da eletricidade e dos motores de combustão interna. Com estes, desenvolveu-se não apenas a indústria automobilística, mas também, a aeronáutica e a naval, além da química e da metalúrgica. O papel da eletricidade foi de fundamental importância para a conformação de uma nova base de sustentação ao crescimento econômico-social. Inicialmente é conveniente lembrar que a eletricidade não se constituiu uma nova fonte energética mas sim uma nova forma de

utilização de energia com características muito especiais. Além de ser uma forma muito cômoda de ser utilizada possui a vantagem de poder ser fracionada praticamente ao infinito e, dessa forma, permite que se a utilize em quantidades muito variáveis, as quais podem ser moduladas conforme a necessidade. Tais características, aliadas à regularidade de seu fluxo, peculiarizam a eletricidade como a forma energética de grande eficiência para a produção de trabalho mecânico, iluminação artificial (em seus diferentes usos), ou calor, com grande versatilidade de aplicações distribuídas desde pequenos aparelhos de uso doméstico, até potentes motores industriais ou sistemas de transporte urbano. Outro atributo importante da eletricidade é a sua faculdade de poder ser originada a partir da energia hidráulica, a qual, desde longa data era utilizada como força mecânica através dos moinhos d'água, mas possuía o grande inconveniente de ser apropriada no próprio local da sua produção. Uma vez transformada em eletricidade porém, a energia hidráulica pôde ser transportada a longas distâncias, ampliando dessa forma as possibilidades de seu aproveitamento.¹²

Na esteira dessas grandes transformações, pode-se caracterizar a segunda fase da Revolução Industrial, na qual o petróleo começa a aumentar sua contribuição na satisfação das necessidades energéticas até se transformar no principal combustível da sociedade urbano-industrial. Mais recentemente, a partir dos anos 70/80, portanto já ao final do século 19, pode-se caracterizar a terceira fase da Revolução Industrial, com o surgimento de um novo paradigma tecnológico liderado pela informática, microeletrônica, novos materiais, fibras óticas, biotecnologia etc. O impacto que esta nova fase causará aos padrões de consumo energético ainda não é suficientemente claro e dependerá dos rumos que a sociedade escolher quanto a forma de crescimento econômico e dos estilos de desenvolvimento que vier a adotar. Não é tarefa fácil chegar a um consenso global sobre como se conformará a nova matriz energética, pois as políticas energéticas variam consideravelmente de país a país, os quais, em razão dos variados níveis de padrão de vida alcançados, possuem diferentes objetivos. No entanto, uma tendência vem se reforçando cada vez mais e começa a indicar que dificilmente o mundo poderá continuar a depender maciçamente das fontes não renováveis, principalmente dos combustíveis fósseis. Tal tendência é resultado de duas circunstâncias que se complementam. A primeira delas é explicada pela desproporção que vem assumindo os níveis de consumo corrente de energéticos frente as

¹² Boa Nova (1985), pp. 54-62.

suas respectivas reservas atualmente conhecidas e, a segunda, deve-se ao crescente grau de incompatibilidade que se manifesta entre o aumento de consumo das fontes energéticas não renováveis (com seus danos e riscos ecológicos decorrentes), e a necessidade de se buscar um novo estilo de desenvolvimento (desenvolvimento sustentável).

3.2 - As Disparidades quanto ao Consumo de Energia no Mundo

Como consequência do que ocorre com o desempenho econômico o consumo de energia também apresenta grandes disparidades no mundo. Uma visão geral a esse respeito pode ser depreendida dos seguintes comentários de Goldemberg.¹³

“GNP changes dramatically among countries...the ones comprising the poorest fifth of the population represent 1.4% of the world's GNP and the countries where the richest fifth live represent 84,7%. (pp.21-22)
“...Per capita energy consumption in developing countries is about 0.5 ton of equivalent (TOE) per year of commercial energy, which is about 10 times less than in industrialized countries.

... in 1993 only about 30% of all the commercial energy consumed in the world (oil, natural gas, coal, nuclear energy, and hydroelectricity) was used in the less-developed countries (LDC's) in which three-quarters of humanity lives. The remaining 70% of the world energy was used by the population of the industrialized countries (including Eastern Europe and the former Soviet Union), which make up 25% of the world population.

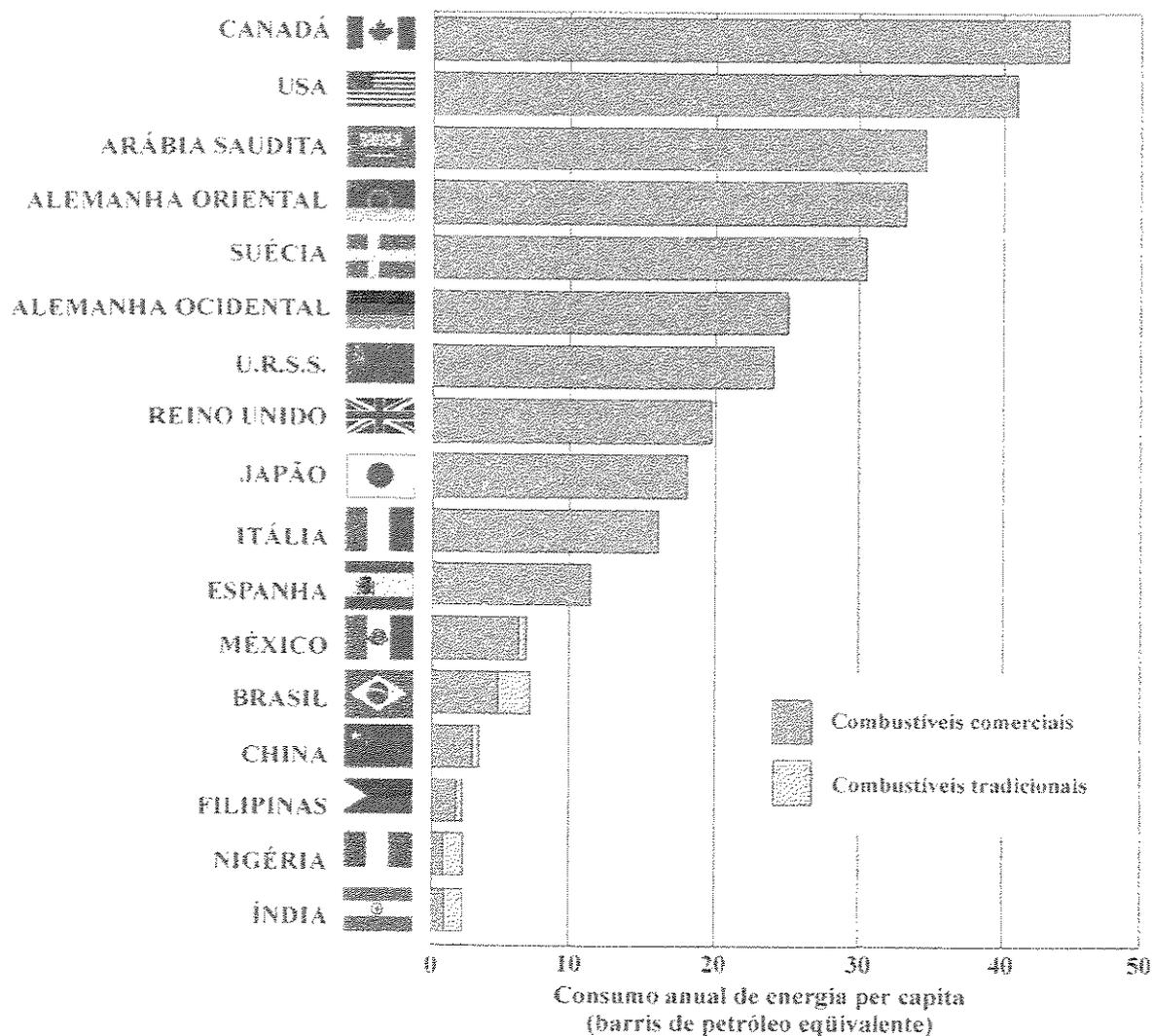
It could be argued that the picture in the LDCs is not as bleak as depicted above because the per capita commercial energy consumption of 0.5 TOE comes from non commercial renewable energy sources as fuelwood, charcoal, dung, and agricultural residues (generally called biomass). The efficiency of energy use is particularly low for noncommercial biomass energy; there are therefore, good prospects for the conversion of non-commercial sources of biomass to high quality energy carriers.” (Pp. 191-192).

Como se acabou de ver, conforme Goldemberg, realmente é muito grande a desigualdade de renda entre países, e ainda muito mais gritante é a sua concentração. Percebe-se por outro lado que, embora em proporções menores, são muito significativas também as diferenças entre o consumo energético *per-capita* entre países e, a desigualdade se amplia ainda mais quando se verifica que de toda a energia comercial utilizada no mundo, apenas 30% cabe a grande maioria da população que é a mais pobre e compreende três quartos da humanidade.

Para se ilustrar a questão das disparidades do consumo de energia entre países apresenta-se a figura 2.3.

¹³ Goldemberg, José - Energy, Environment & Development. EARTHSCAN - International Academy of the Environment. Geneva, Switzerland, 1996.

Figura 3.3 – Níveis de consumo de energia per-capita realizados por vários países.



Fonte: Adaptado de Scientific American Review - September, 1990 - Volume 262, number 3 p. 23.

Conforme se depreende dos dados apresentados, os níveis de consumo apresentam significativa variação. Canadá e Estados Unidos da América consomem mais de 40 barris de óleo equivalente por pessoa/ano, enquanto Filipinas, Nigéria e Índia consomem menos de 3 barris de óleo equivalente per-capita/ano. No Brasil, o consumo chega a 7 barris per-capita/ano, o que equivale a mais de duas vezes o nível dos países mais atrasados, porém ainda muito distante dos níveis alcançados pelos países mais avançados. Por outro lado, também no Brasil são muito diferenciados os níveis de consumo que se verificam entre suas regiões. De fato, exemplificando-se com o caso da eletricidade (é apenas uma dentre as diferentes formas de energia consumida mas é

aquele que melhor se distribui entre as diferentes classes de renda), verifica-se que o consumo atingiu os seguintes quantitativos em 1991:

- a) região Nordeste: 795 kWh *per capita*;
- b) região Sudeste: 2.034 kWh *per capita*;
- c) média brasileira: 1.434 kWh *per capita*.¹⁴

3.3 - Perspectivas do Consumo de Energia no Mundo.

Antes de se analisar as perspectivas do consumo de energia no mundo é conveniente ressaltar que não se desconhece a complexidade envolvida na especulação sobre o comportamento futuro de fenômenos, mormente os de caráter socio-econômico. O que se pretende aqui não é entrar no mérito dessa discussão mas, apenas, fornecer algumas indicações gerais sobre quais deverão ser os grandes números que deverão conformar o consumo de energia nos próximos anos. Isso é feito com dois objetivos. Por um lado, comparar suas cifras futuras com aquelas correspondentes ao comportamento do consumo corrente. Por outro, confrontá-los com as quantidades atualmente conhecidas (estimadas ou inferidas) de determinadas reservas energéticas de recursos não renováveis, e assim poder obter, uma indicação a respeito do grau de abundância ou escassez de cada uma delas.

Foram selecionadas para essa reflexão cifras mais recentes utilizadas tanto por instituições como por estudiosos considerados importantes na área de planejamento energético internacional.

3.3.1 - Projeções do consumo mundial de energia

Diferentes e variadas são as informações existentes a respeito de cenários futuros de consumo energético. Como todas as previsões, apoiam-se em determinadas hipóteses de comportamento de variáveis, sejam de natureza demográfica, sócio-econômica, tecnológica, energética, dentre outras. As projeções energéticas mais conhecidas são os cenários do Conselho Mundial de Energia (CME), entidade que agrupa os produtores de energia de mais de cem países

do mundo. A cada três anos, o CME publica suas previsões sobre o consumo energético mundial, para vários horizontes temporais, com base nas projeções demográficas das Nações Unidas e sobre hipóteses de crescimento econômico para grandes regiões do mundo. Como principais hipóteses para a elaboração dos cenários, o CME admite a continuidade das tendências do passado, considera que o crescimento econômico será diretamente dependente do crescimento do consumo de energia, e que o mundo continuará a depender maciçamente das fontes energéticas não renováveis. Os resultados dos cenários energéticos do CME são apresentados a seguir.

Tabela 3.3 - Consumo mundial de energia em 1985 e respectivas projeções para 2020 e 2060 segundo o conselho mundial de energia - (Em MtEP).

	1985	2020	2060
Norte (OCDE e Países do Leste em transição)	5.640	8.960	11.620
Sul	2.040	5.035	10.045
Total Mundial	7.680	13.995	21.665
Energia/habitante. Norte	4,5 tEP	6 tEP	7,25 tEP
Energia/ha. Sul	0,6 tEP	0,77 tEP	1,17 tEP
Petróleo	2.820	2.560	2.500
Carvão	2.140	4.300	6.930
Gás	1.360	2.670	3.760
Total de energia fóssil	6.320	9.530	13.190
Nuclear	330	1.710	2.910
Hidráulica	450	965	2.080
Outras Renováveis	580	1.790	3.490
Total Renováveis	1.030	2.755	5.570
Total	7.680	13.995	21.670

Fonte: Adaptado de DESSUS, B. – *Énergie, Un Défi Planétaire*. Éditions Bélin, 1996. Pp.58.

O primeiro comentário sobre o cenário do CME diz respeito aos ritmos de crescimento do consumo de energia esperados para o futuro. Até 2020 o consumo energético mundial deverá crescer à taxa média anual de 1,7%, decrescendo significativamente no próximo período (entre 2020 a 2060) para 1% a.a. É interessante notar que tais taxas são exatamente da mesma magnitude que as esperadas para o crescimento demográfico, embora os períodos não sejam

¹⁴ ELETROBRAS - Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico 1993-2002. p. 15. Dados mais recentes para 1996 indicam que o consumo *per-capita* brasileiro atingiu 1.723,4 kWh.

exatamente os mesmos, mas, muito semelhantes . (Ver comentários na introdução deste capítulo). Isso significa que em termos médios mundiais, espera-se que o crescimento do consumo energético continue a obedecer uma relação direta com o crescimento demográfico ainda por várias décadas. Outro aspecto a destacar (que não chega a surpreender) sobre o mesmo cenário, dadas as hipóteses que lhe dão sustentação, refere-se ao esperado aumento entre os níveis de utilização de energia per capita entre as regiões mais ricas e mais pobre do mundo. Isso é demonstrado pela mudança nos coeficientes energia por habitante que, nos países mais ricos, passam de 4,5 tEP em 1985 para 6 tEP em 2020 e 7,25 tEP no ano 2060; enquanto nos países mais pobres as mudanças são de 0,6 tEP em 1985 para 0,77 tEP em 2020 e apenas 1,17 tEP em 2060. Se essas estimativas se confirmarem os resultados serão os seguintes: embora os habitantes do Sul, em termos médios per capita, passem a utilizar em 2060 praticamente dobro de energia que utilizavam em 1985, a defasagem dos mesmos em relação aos habitantes do norte aumentará ainda mais no primeiro horizonte de projeção, pois passará de 7,5 vezes em 1985 para 7,8 vezes em 2020 e, continuará ainda muito elevada em 2060, quando deverá ser de 6,2 vezes.

Em relação ao papel das diferentes fontes energéticas no cenário do CME, são esperadas as seguintes atuações. As fontes não renováveis, embora reduzam sua participação ao longo do tempo ainda deverão responder pela maior parcela da energia consumida (reduzem-se de 85,6% em 1985 para 80,3% em 2020 e para 74,3% em 2060. Todas as fontes contribuem no aumento do consumo sendo única exceção o petróleo que diminui, não só sua participação relativa mas também a absoluta. A energia nuclear deverá experimentar expressivo aumento de consumo, elevando, inclusive, sua participação na matriz energética. A energia hidráulica embora aumente significativamente sua contribuição na matriz energética, não deverá ser a principal responsável pelo desempenho das fontes renováveis. Este papel deverá caber as chamadas “outras fontes renováveis” (ver tabela 3.3), cuja importância na matriz deverá passar de 7,5% em 1985 para 12,8% em 2020 e 16,1% em 2060.

Um outro cenário energético, também encontrado em DESSUS (1996)¹⁵, é reproduzido na tabela que se apresenta a seguir.

¹⁵ Op. Cit. Pp. 590

Tabela 3.4 - Consumo mundial de energia em 1985 e respectivas projeções para 2020, 2060 e 2100 segundo *le scénario noé (nouvelles options énergétiques)* - (Em MtEP)

	1985	2020	2060	2100
Norte (OCDE e países do leste em transição)	5.640	4.900	3.100	2.600
Sul	2.040	5.200	8.400	9.400
Total Mundial	7.680	10.100	11.500	12.000
Energia/habitante. Norte	4,5 tEP	3,3 tEP	1,95 tEP	1,7 tEP
Energia/hab. Sul	0,6 tEP	0,8 tEP	1 tEP	1 tEP
Petróleo	2.820	2.600	1.700	1.000
Carvão	2.140	2.100	1.800	1.500
Gás	1.360	2.200	2.000	1.200
Total fontes fósseis	6.320	6.900	5.500	3.700
Nuclear	330	450	250	0
Hidráulica	450	1.000	800	2.300
Outras renováveis	580	1.750	3.950	6.000
Total renováveis	1.030	2.750	5.750	8.300
Total	7.680	10.100	11.500	12.000

Fonte: Adaptado de Dessus, B. – *Énergie, Un Défi Planétaire*. Éditions Belin. 1996. Pp.59.

O cenários NOÉ (novas opções energéticas) de B. Dessus se diferencia dos demais cenários comumente referidos na literatura especializada que se assentam principalmente na projeção de tendências observadas no passado. Não obstante também parta da mesma base de dados dos cenários do CME, a principal característica diferenciadora dos cenários NOÉ está no fato de privilegiar a hipótese de um contínuo progresso técnico, aplicado à eficiência energética nos países mais desenvolvidos, e na acelerada aprendizagem por parte dos demais países desta mesma eficiência. Como consequência desses procedimentos, o cenário NOÉ revela não apenas um crescimento muito mais comedido do consumo energético, mas também uma intensidade energética projetada muito menor, isso para ambas as categorias de países. Além disso, e talvez como atributo principal, o cenário NOÉ se caracteriza por prever uma tendência de estabilidade tanto do consumo energético, como dos coeficientes de energia *per capita*. De fato, comparando-se as estimativas dos dois cenários (CME x NOÉ), verifica-se que:

a) a progressão do consumo mundial (referidos em MtEP) assumiria as seguintes cifras:

a.1) no ano de 2020: 13.995 tEP segundo a CME ou 10.100 tEP segundo NOÉ;

- a.2) no ano de 2060: 21.665 tEP segundo a CME ou 11.500 tEP segundo NOÉ;
- a.3) no ano de 2100: 12.000 tEP segundo NOÉ.
- b) no caso do consumo per capita dos países mais pobres as alterações esperadas seriam pequenas, pois os 0,6 tEP de 1985 cresceriam para 0,8 tEP em 2020 e se estabilizariam em 1 tEP no ano de 2060; mas nos países mais desenvolvidos os contrastes seriam muito significativos uma vez que, para o cenário da CME os coeficientes aumentariam de 4,5 tEP em 1985 para 6 tEP em 2020 e 7,24 tEP em 2060; enquanto para o cenário NOE o movimento seria inverso, decrescendo dos 4,5 tEP em 1985 para 3,3 tEP em 2020, 1,95 tEP em 2060 e apenas 1,7 tEP em 2100.

Como a própria denominação sugere, no cenário NOÉ grande impulso aconteceria com as fontes energéticas renováveis em detrimento da redução acelerada das energias de origem fóssil e também da nuclear. Mais especificamente, a evolução da participação das fontes renováveis dar-se-ia da seguinte maneira: no primeiro período a participação saltaria dos 13,4% em 1985 para 27,2% em 2020; atingiria exatamente a metade em 2060, para enfim assumir quase 70% no ano 2100. Outros cenários consultados sobre consumo futuro de energia são reunidos na tabela 2.5.

Tabela 3.5 - Consumo total de energia segundo diferentes cenários – (Em GtEP)

Anos	Cenários	Energia	Primária	Participação
		Total	Renovável	(%)
1990	WEC	8,8	1,6*	20
2010	OECD/IEA **	11,59	< 0,6	< 5
2020	WEC (ecologicamente dirigida)	11,30	3,4	30
2025	RIGES	11,20	5,0	45

Fonte: Goldemberg, J. - Energy, Environment & Development. Earthscan - International Academy of the Environment. Geneva, Switzerland, 1996. Pp. 145.

* Principalmente na forma de fontes de energia não comercial (biomassa).

** Não incluem combustíveis não comerciais tais como lenha e resíduos animais.

Como se observa, são muito semelhantes as cifras estimadas do consumo de energia primária pelos diferentes cenários, todas na magnitude de 11 GtEP, apesar de se referirem a momentos distintos, porém compreendidos no intervalo de 15 anos (2010 a 2025). Ao se comparar tais estimativas com as já examinadas no cenários anteriores (CME e NOÉ), percebe-se

que as mesmas se interpolam entre as estimativas do cenário NOÉ dos anos 2020 e 2060, que são de 10,1 GtEP e 11,5 GtEP respectivamente. Por outro lado, assim como essas últimas, as cifras da tabela 2.5 também são muito menores do que aquelas estimadas pelo cenário do CME (13,9 GtEP em 2020 e 21,6 GtEP em 2060). As discrepâncias são muito pequenas também quando se trata das comparações entre as participações esperadas das fontes renováveis no total de energia consumida. Estas, conforme os cenários da tabela 3.5, deverão se situar em 30% no ano 2020 e 45% no ano 2025; enquanto aquelas estimadas pelo cenário NOÉ, deverão assumir 27,2% em 2020 e 50% no ano 2060. Como se constata, as estimativas do cenário NOÉ são muito semelhantes àsquelas dos cenários apresentados na tabela 3.5, além de incorporarem na sua elaboração hipóteses sob critérios (econômicos, tecnológicos ecológicos) muito mais adequados.

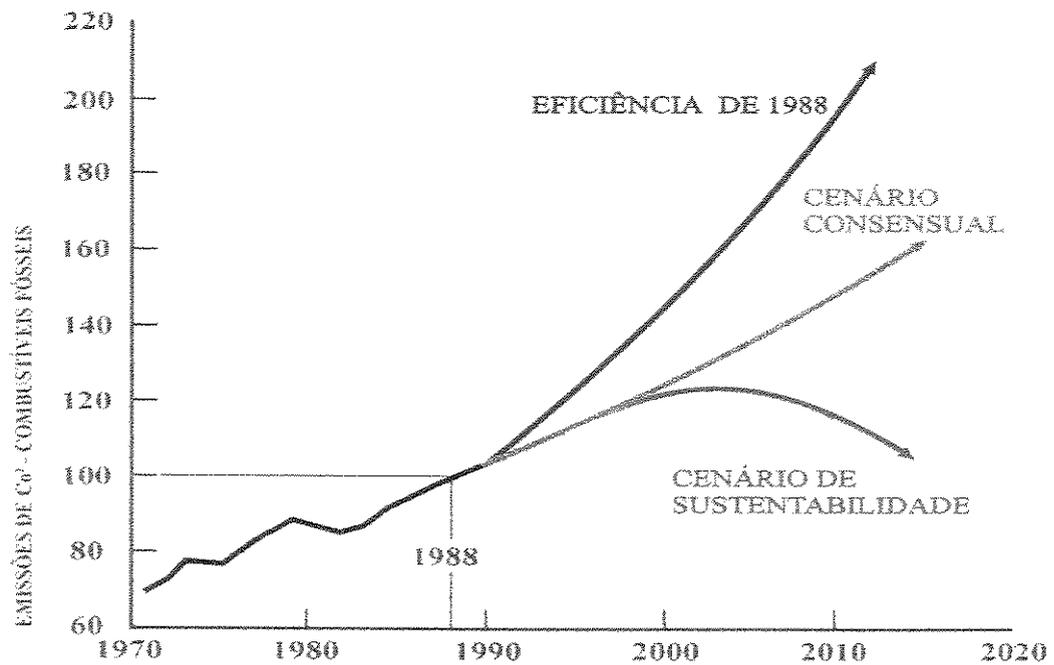
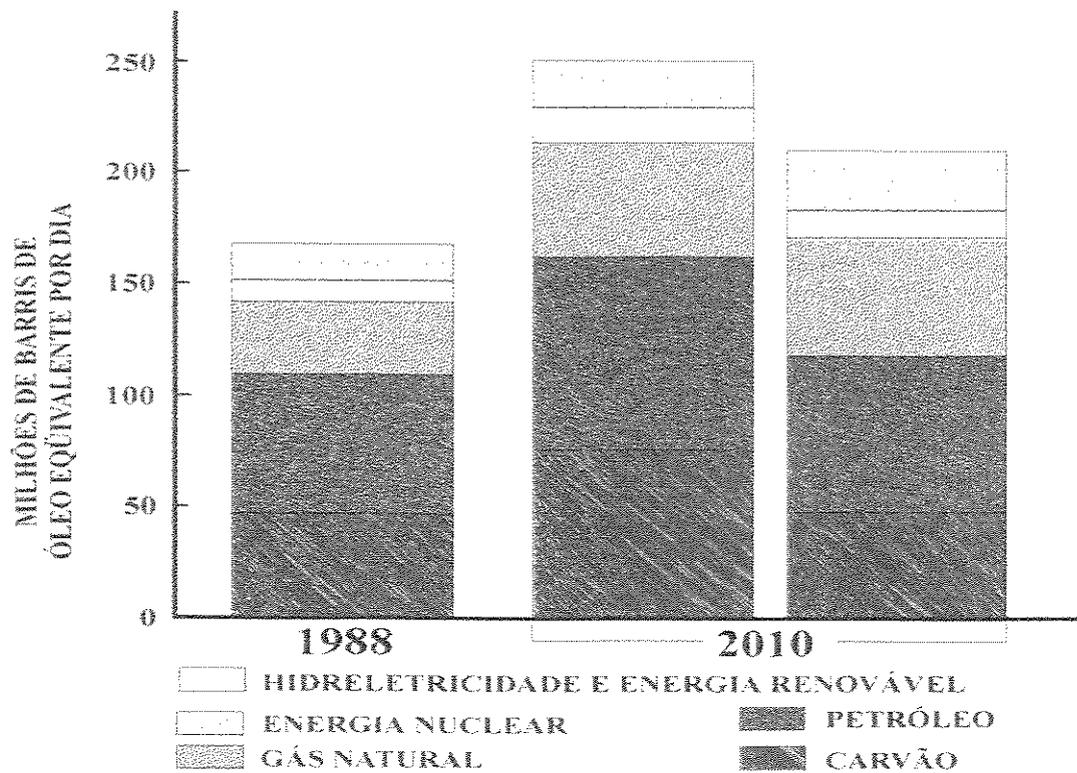
É ilustrativo considerar uma outra previsão que compara dois diferentes cenários para o ano de 2010 com o consumo de 1988. Tais exercícios foram extraídos da mesma publicação que serviu de base para a discussão feita na primeira seção deste capítulo, ou seja, uma edição especial do mês de setembro de 1990 da revista *Scientific American*. Os referidos cenários denominados *Consensus View* e *Sustainable World View*, estão reproduzidos no gráfico 3.4 e foram elaborados sob as seguintes hipóteses. Ambos assumem que no ano 2010 a população deverá ser de 7 bilhões de habitantes e o PIB mundial deverá duplicar o valor que atingiu em 1990. Além dos cenários relativos ao consumo energético são apresentados também no mesmo gráfico as respectivas quantidades de emissões de dióxido de carbono (CO₂) associadas a cada um dos cenários de consumo.

O chamado *Consensus View* espera que o futuro seja uma continuidade das tendências passadas, supõem que hábitos e estilos de vida não deverão mudar significativamente e, embora admita que os preços do petróleo possam ser voláteis, espera que seus aumentos sejam graduais. Supõem também, que o consumo mundial de energia cresça entre 50% a 60% sobre 1990 e que a participação das fontes energéticas na matriz de energia permaneça a mesma. Como consequência dessa última hipótese as emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), também deverão aumentar entre 50% a 60%. Em síntese, pode-se dizer que a lógica implícita no *Consensus View* é de que a situação em 2010 só diferirá daquela dos anos 90 pela escala, ou seja, os problemas no

futuro serão, em essência, os mesmos porém de maior tamanho. Assim, carvão, petróleo e gás natural continuariam a ser os responsáveis pelos grandes aumentos de consumo. Implícito também seria “o grau de sustentabilidade” do modelo econômico-social de 1990 que deverá se manter em 2010, pois o fenômeno das mudanças climáticas tem duas interpretações: ou não é considerado assunto sério, ou é algo para o qual se acredita que os seres humanos possam se adaptar.

O referencial para o *Sustainable World View* é completamente diferente pois, presume que por volta de meados da década de 90 as principais questões ambientais do mundo estariam recebendo a devida atenção. Como consequência disso haveria melhorias radicais quanto à eficiência no uso de energia, permitindo estabilização da sua demanda já no decorrer da primeira década do novo milênio. Ainda assim, o consumo de todas as fontes energéticas aumentaria, mas tanto o petróleo como o carvão perderiam importância relativa na matriz energética de 2010 em razão do crescimento mais acelerado das fontes renováveis. Em consequência disso e da maior eficiência energética, as emissões de CO₂ cresceriam apenas 15% em relação a 1988, cifra muito menor do que aquela prevista no *Consensus View*, onde, conforme já discutido, o aumento seria proporcional ao ritmo da produção (entre 50 % a 60%). Situação ainda pior seria a ilustrada no gráfico 4 através da curva denominada “1988 EFFICIENCY”. Nesse caso o consumo energético cresceria conforme o *Consensus View*, mas agora sob a hipótese de nenhuma melhoria de eficiência energética, ou seja, o consumo continuaria a crescer dentro dos mesmos padrões de eficiência observados em 1988, o que levaria a um crescimento exponencial na quantidade de emissões de CO₂.

Figura 3. 4 - Cenários alternativos para o consumo de energia no ano 2010.



Fonte: Adaptado de Scientific American. September, 1990. pp.26.

Como se percebe, são bastante distintas as situações previstas sobre o consumo de energia em 2010, conforme os cenários da revista *Scientific American*. Se a trajetória futura se caracterizar por uma continuidade do modelo de crescimento atual, o mundo deverá consumir em 2010 um volume de energia próximo aos 250 milhões de barris de petróleo equivalente por dia, ou o equivalente a 9,12 GtEP por ano. Comparando-se, no mesmo gráfico, esta quantidade cenarizada com o consumo de 1988 (166 milhões de barris de petróleo equivalente por dia) verifica-se que o crescimento médio seria de 1,7% a.a. Já no cenário Sustainable World a taxa média anual cairia para aproximadamente 1%.

Resumindo a discussão sobre projeção do consumo verifica-se a possibilidade de diferentes cenários, os quais dependem, como era de se esperar, das linhas de políticas de desenvolvimento que vierem a ser adotadas. Três tendências mais gerais podem ser sintetizadas:

- a) reprodução das condições atuais, ou seja, manutenção das mesmas políticas vigentes, quer econômica-social, tecnológica, energética e ambiental;
- b) adoção de políticas direcionadas a aumentar eficiência no uso de energia;
- c) políticas dirigidas tanto no sentido de aumentar a eficiência no uso de energia como também na ampliação do uso de fontes renováveis.

No primeiro caso, o consumo energético cresceria mais rápido, se assentaria sobre as mesmas fontes tradicionais e duplicaria os seus impactos ambientais, pelo menos em relação às emissões de CO₂. Como exemplo, em 2020 as cifras seriam de 13,9 GtEP.

No segundo, o consumo além de arrefecer seu ritmo de crescimento, os recursos energéticos seriam utilizados com mais eficiência, e com implicações ambientais menos graves. Nesse caso, o consumo energético mundial se situaria entre 10 GtEP e 11 GtEP.

Na terceira hipótese, a adoção de políticas energéticas adequadas fariam com que o consumo não apenas se tornasse mais eficiente, crescesse menos, se voltasse mais para as fontes renováveis, se estabilizasse já na primeira década do novo milênio. Quanto aos impactos ambientais, embora fossem maiores que os atuais num primeiro período tenderiam a se reduzir a

médio prazo, assim como o próprio consumo que poderia regredir aos níveis atuais ou até menores.

3.3.2 - A questão da duração das reservas

A tabela a seguir apresenta informações a respeito da durabilidade projetada das principais fontes energéticas não renováveis atualmente utilizadas no mundo, segundo o World Institute.

Tabela 3.6 - Projeções das reservas dos principais combustíveis fósseis.

Combustíveis Fósseis	Reservas* (1987)	Produção (1989)	Produção Percentual	Durabilidade Projetada
Petróleo	5.173.410 PJ	130.299 PJ	41,9	40 anos
Gás Natural	4.246.221 PJ	70.497 PJ	22,7	60 anos
Carvão	37.310.600 PJ	95.173 PJ	30,8	390 anos
Total	46.730.231 PJ	296.509 PJ	95,3	158 anos

Fonte: World Resources, 1992.

*Reservas globais levantadas e/ou estimadas.

Nota: PJ = Peta Joules = 10^{15} Joules; 1 Tep = 45,60693 bilhões de joules. Então 130.299 PJ é igual a 2,857 bilhões de tEP e a produção total de 1989 equivale a 6,501 bilhões de tEP. Ou, 1 tEP = 45,144 bilhões de Joules. Então, 130.299 PJ é igual a 2,886 bilhões de tEP e, a produção total de 1989 equivale a 6,568 bilhões de tEP.

Antes de se comentar as informações da tabela 3.6 é oportuno lembrar que os energéticos nela apresentados (petróleo, gás natural e carvão), foram responsáveis por 77,7% dos fluxos de energia utilizados no mundo em 1985. Por outro lado, é conveniente também munir-se de certa cautela na interpretação de raciocínios como o embutido nos cálculos quanto a durabilidade das reservas. Várias são as críticas que poderiam ser feitas quanto a aceitação pura e simples de tais indicadores, mas não parece oportuno estender-se aqui sobre isso. Mesmo porque, as estimativas de reservas estão sendo aqui utilizadas apenas para que se possa explicitar em grandes números quais os parâmetros disponíveis para se estabelecer tendências gerais, ou quais são, afinal, as grandezas que atualmente se conhecem sobre a disponibilidade de recursos energéticos. Mas vale a pena destacar sobre o assunto em questão, pelo menos duas observações que foram feitas por Altvater (1995). A primeira delas com respeito a estimativa que fez tal autor sobre a duração das

reservas de petróleo. Para ele as reservas atualmente conhecidas durariam exatos 45,4 anos! Ou seja, um período bastante próximo ao estimado pela fonte utilizada na tabela anterior. A outra, na verdade uma advertência, foi feita lembrando que as reservas comprovadas de petróleo e gás natural podem aumentar, sobretudo quando seus preços sobem tornando rentáveis reservas que antes não o eram com preços mais baixos¹⁶. Um outro registro relacionado à mesma questão deve ser feito. Diz respeito a recente reportagem noticiando que determinado poço de petróleo (considerado quase extinto), situado no Golfo do México, voltou a produzir, em grande quantidade, intrigando os cientistas. Em razão disso, o Departamento de Energia dos Estados Unidos juntamente com um consórcio de empresas petrolíferas já teriam investido alguns milhões de dólares para decifrar tal fato. Embora ainda não tenham descoberto muita coisa duas hipóteses foram apresentadas. De acordo com a primeira, tal poço estaria sendo alimentado por uma outra reserva desconhecida que se situaria embaixo da atual. A segunda, proposta por um grupo de cientistas liderados pelo professor Thomas Gold da Universidade americana de Cornell propõem uma nova e inusitada explicação. A tese, considerada fantasiosa pela maioria de seus colegas, é de que o petróleo não teria origem a partir da decomposição de plantas e animais mortos, mas sim seria produzido pelas próprias rochas, em um processo contínuo.¹⁷ De qualquer forma, em primeiro lugar, mesmo que tal hipótese viesse a ser confirmada, revolucionando os conhecimentos da geologia do petróleo, este não deixaria de ser a fonte não renovável que é. E, em segundo, entende-se que a relevância das indicações sobre o volume dos recursos energéticos não renováveis está na magnitude de seus próprios números, isto é, a informação que se tem atualmente sobre as reservas reduz-se às escalas apresentadas, e não a cinco, dez ou cem vezes mais!

Isto posto, pode-se retornar aos comentários sobre os dados da tabela 3.6 Inicialmente, é preciso notar que a durabilidade projetada dos combustíveis fósseis exposta na tabela foi calculada comparando-se a produção do ano 1989 com as reservas então conhecidas em 1987. Ou seja, dados os volumes de reserva, sua durabilidade seria a correspondente aos anos expostos na tabela se a produção (totalmente consumida) se mantivesse permanentemente constante. Mesmo assim,

¹⁶ Altvater, E. O Preço da Riqueza - Pilhagem ambiental e a nova (des)ordem mundial. Editora UNESP. São Paulo, 1995. Pp. 46.

¹⁷ Iacomini, Franco – “ O óleo fantasma”, in Revista VEJA, 19.05.99, pp. 90.

verifica-se que o horizonte de utilização seria bastante modesto, principalmente para o gás natural e ainda mais para o petróleo. Adicionando-se à hipótese de consumo constante - a qual embora seja ecologicamente desejável é bastante improvável no atual estágio de desenvolvimento - outra de perfeita substitutibilidade entre as três fontes (petróleo, gás e carvão), poder-se-ia então, ampliar o horizonte de duração para 158 anos. Tal circunstância, embora mais confortável, ainda assim parece que não configuraria uma panacéia, principalmente em se tratando de planejamento energético, nas escalas consideradas. Apesar de todas essas dificuldades as perspectivas se complicam ainda mais - sob a égide das hipóteses adotadas - se forem consideradas algumas tendências quanto ao crescimento do consumo. Vale dizer, com o consumo crescendo a 1% ao ano, o conjunto das reservas esgotar-se-ia em apenas 95 anos; com 2% de crescimento em 72 anos e, obviamente, cada vez mais rápido conforme maiores forem os ritmos de crescimento.

Finalmente, é importante observar que nas simulações que se acabou de fazer quanto à duração das reservas os dados referem-se apenas à produção dos combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) relativas ao ano de 1989, cuja soma, conforme a tabela 3.6 foi de 296.509 Peta Joules o que equivale a 6,501 Gtep. Se, para a simulação forem adotadas as cifras de consumo esperadas conforme os diferentes cenários os seguintes resultados são obtidos:

- a) a duração das reservas fornecida pela tabela 3.5 é compatível apenas na hipótese de ocorrência do cenário chamado *Sustainable World View* (ver gráfico 3.4), o qual embora admita crescimento do consumo até o ano 2000, espera que o mesmo se estabilize na primeira década do próximo milênio e admite até mesmo a sua redução, a partir daí.
- b) nos demais casos, mesmo no chamado “cenário ecologicamente orientado” segundo o WEC (ver tabela 3.5), o consumo mundial de energia seria bem mais elevado com cifras variando de GtEP 10 a GtEP 13,9 em 2020, por exemplo. Nessas condições, a reservas atuais explicitadas na tabela 3.5, durariam muito menos tempo. Exemplificando:
 - b.1) no caso de um consumo anual de 10 GtEP, duração de 102 anos ao invés dos 158;
 - b.2) ” ” ” ” ” 13,9 GtEP, duração de 73,7 anos ao invés dos 158.

Isso posto, pode-se então chegar a pelo menos duas conclusões importantes sobre a questão da durabilidade das reservas. Em primeiro lugar a escala dos números quanto a durabilidade é bastante modesta, mesmo que se considere a hipótese implícita de produção ou consumo

constantes no futuro. Isso, embora desejável do ponto de vista ambiental, dificilmente ocorrerá dada a necessidade latente de aumento na utilização de energia pela maior parte da humanidade, por um lado (conforme já se discutiu) e, pela resistência que as nações mais aquinhoadas em termos de uso de energia exercem quanto a sua redução. Por outro lado, é importante ressaltar também que, independentemente das quantidades disponíveis atualmente, ou, ainda a descobrir, o fato inexorável é que se trata de fontes não renováveis, as quais portanto, mais cedo ou mais tarde se esgotarão. Em segundo lugar, e talvez mais importante, está o fato de tal cenário sinalizar no sentido de que ainda existe tempo considerável para que, através de novas tecnologias, a humanidade aprenda a produzir conversores energéticos mais inteligentes e eficientes, que lhe permitam se apropriar das fontes renováveis fornecidas pela natureza, estas sim, além de praticamente inesgotáveis (pelo menos enquanto houver o sol), são de impacto ambiental reduzido quando não nulos.

3.4 - Conclusões

Embora fundamental para toda e qualquer atividade humana desde a origem do homem sobre a terra, o consumo de energia só começa a ganhar expressão a partir de meados do século 18 em consequência da Revolução Industrial. Daquela época até os dias atuais pode-se demarcar vários períodos distintos quanto ao papel desempenhado pelas fontes energéticas. No primeiro deles que se estende desde a invenção da máquina a vapor em 1775 até meados do século 19 embora predominasse o uso dos combustíveis tradicionais (lenha e resíduos vegetais e resíduos animais), o carvão começa a ganhar importância até atingir a sua maior participação na matriz energética por volta dos anos 1920 quando chegou a responder por mais de 70% de todo o combustível consumido. Com as grandes invenções do final do século passado (eletromagnetismo, motor de combustão interna, eletricidade) e a descoberta do petróleo, a matriz energética começa a se diversificar com a entrada do gás natural, hidreletricidade e derivados do petróleo, tendo esses últimos atingido no início dos anos 70 a participação na matriz energética superior a 40%. Nos últimos anos, como se sabe, os derivados de petróleo, gás natural e carvão, todos combustíveis fósseis, tem sido responsáveis por mais de 80% do suprimento energético mundial. As perspectivas quanto aos padrões de consumo energético futuro ainda não são suficientemente

claras, pois tais padrões dependerão dos rumos que a sociedade escolher quanto a forma de crescimento econômico e dos estilos de desenvolvimento que vier a adotar. Não é tarefa fácil chegar a um consenso global sobre como se conformará a nova matriz energética, pois as políticas energéticas variam consideravelmente de país a país, os quais, em razão dos diferentes níveis de padrão de vida alcançados, possuem diferentes objetivos.

No entanto, uma tendência vem se reforçando cada vez mais e começa a indicar que dificilmente o mundo poderá continuar a depender maciçamente das fontes não renováveis, principalmente os combustíveis fósseis. Conforme os vários cenários discutidos tal tendência é resultado de duas circunstâncias que se complementam. A primeira delas é explicada pela desproporção que vem assumindo os níveis de consumo corrente de energéticos frente as suas respectivas reservas atualmente conhecidas e, a segunda, deve-se ao crescente grau de incompatibilidade que se manifesta entre o aumento de consumo das fontes energéticas não renováveis (com seus danos e riscos ecológicos decorrentes), e a necessidade de se buscar um novo estilo de desenvolvimento.

Tais conclusões não são novas e já foram expedidas no Relatório Bruntland com maior detalhe, por isso parece oportuno repeti-las aqui como fecho deste capítulo.

“Uma via energética segura e duradoura é indispensável ao desenvolvimento sustentável: ainda não a encontramos. As taxas de aumento de consumo de energia estão declinando. Mas a industrialização, o desenvolvimento agrícola e as populações que aumentam em ritmo acelerado nos países em desenvolvimento precisarão de muito mais energia. Hoje, o indivíduo médio numa economia industrial de mercado consome mais de oitenta vezes mais energia que um habitante da África subsariana. Portanto, qualquer cenário energético global realista deve contar com um aumento substancial no consumo de energia primária nos países em desenvolvimento.

Para que, por volta do ano 2025, os países em desenvolvimento consumam tanta energia quanto os industrializados, seria preciso aumentar cinco vezes o atual consumo global. O ecossistema planetário não suportaria isso, sobretudo se esses aumentos se concentrassem em combustíveis fósseis não-renováveis. Os riscos de aquecimento do planeta e acidificação do meio ambiente muito provavelmente descartam até mesmo uma duplicação do consumo de energia mediante as atuais combinações de fontes primárias.

Uma nova era de crescimento econômico deve, portanto, consumir menos energia que o crescimento passado. As políticas de rendimento energético devem ser a pedra de toque das estratégias energéticas nacionais para um desenvolvimento sustentável, e há muitas possibilidades de melhoria nesse sentido. As aparelhagens modernas podem ser reformuladas de modo a fornecer o mesmo rendimento usando apenas dois terços ou mesmo a metade dos insumos energéticos primários necessários ao funcionamento dos

equipamentos tradicionais. E as medidas que visam a ampliar o rendimento energético em geral são eficientes em função dos custos”.¹⁸

Como se viu, a matriz energética mundial passa atualmente por uma fase de transição e o Brasil, evidentemente, não escapa a essa contingência. Os combustíveis fósseis, embora finitos, deverão contribuir ainda por vários anos na matriz energética mundial pois, de acordo com os cenários estudados as reservas atualmente conhecidas permitiriam sua utilização por um período que varia entre 30 a 80 anos, dependendo do ritmo em que continue a ser consumido.

No caso do Brasil, o horizonte de apropriação de seus recursos energéticos não renováveis parece ser ainda mais restrito. Mas, quanto às demais fontes energéticas no Brasil, dentre as quais, principalmente a energia hidráulica e a biomassa, sobre as quais as referências mais comuns ou correntes são de fartura, ou de abundância? Quais são as perspectivas? Qual é o potencial conhecido no Brasil? Afinal, como é utilizada a energia no Brasil e, quais são as possibilidades para os próximos anos? Estas são as principais questões com as quais se ocupará o próximo capítulo.

¹⁸ Banco Mundial, 1992. Op. cit. pp. 16.

Capítulo 4

A Matriz Energética Brasileira: Fluxos, Estoques, Potenciais e Limitações de Recursos

Introdução

O objetivo geral deste capítulo é estudar a matriz energética brasileira e o desempenho das fontes energéticas nacionais no seu suprimento. Em termos mais específicos, pretende-se analisar a evolução histórica do consumo energético no Brasil; a natureza das fontes primárias de energia nesse consumo, sua participação, taxas de crescimento, etc. Além disso, será feita uma avaliação sobre as condições de viabilidade de continuação do atual estilo de utilização e consumo de recursos energéticos no Brasil, ou seja, tratar-se-á de especular até que ponto é possível continuar a sacar os recursos energético do país, na forma e velocidades dos últimos anos.

Sobre o procedimento enunciado pela última frase dos objetivos acima, é importante que se façam, desde logo, algumas considerações sobre o porquê de adotá-lo. Em primeiro lugar, ao se especular sobre as condições de reprodução da matriz de oferta energética, estar-se-ia repetindo o mesmo enfoque estreito de planejamento tradicionalmente utilizado pelo setor. Ou seja, buscar a solução para o abastecimento energético da economia e sociedade do país como se a questão energética se resolvesse apenas ampliando a oferta de energia, segundo os padrões históricos. Além disso, não se pode esquecer que tal postura também não faz mais sentido uma vez que o modelo de planejamento do setor energético no Brasil está sendo profundamente modificado. O modelo não é mais do tipo normativo/indicativo e financiado apenas por empresas estatais. Com a

privatização do setor energético a sua expansão obedecerá a lógica do mercado, isto é, expandir-se-á na medida em que atenda as condições dos capitais que representa.

No entanto, o que se pretende com tal procedimento é, a exemplo do que se fez no capítulo anterior (Panorama da Situação Internacional), demonstrar quais são, efetivamente, os recursos energéticos que o país possui, tanto os já disponíveis como os potenciais, para fazer frente às necessidades de sua economia e sociedade. Obviamente, não se desconhece que tal exercício é uma especulação condicionada pela tecnologia genericamente adotada, a qual inclusive, em muitos casos pode e deve ser alterada, se se pensa de fato, em desenvolvimento sustentado. Ademais, para pensar a questão energética é fundamental considerá-la de maneira integrada, isto é, levando-se em conta não apenas todos as suas fontes e usos, mas também incorporando-se no estudo todas as suas interfaces com as questões econômicas, tecnológicas, políticas, ambientais, etc. Assim, por exemplo, no caso da hidreletricidade, embora seja considerada a forma de energia mais nobre (apesar de toda a discussão em curso sobre as implicações ambientais de suas barragens e reservatórios), os aparelhos produtivos da sociedade contemporânea e seus equipamentos conversores de energia (dadas as formas com que foram estruturados e instalados), necessitam de várias outras formas e recursos energéticos. Ou seja, para que as necessidades energéticas sejam atendidas, uma variada gama de motores e aparelhos tanto no setor industrial como nos transportes e mesmo ainda em segmentos do setor rural, precisam de outros combustíveis, tais como: derivados de petróleo, carvão mineral, carvão vegetal, álcool e lenha, etc.

4.1 - Aspectos Gerais do Balanço Energético Nacional

As informações sistematizadas a respeito da composição do consumo de energia no Brasil são disponíveis apenas a partir da década de 70, quando começou a ser elaborado o Balanço Energético Nacional pelo Ministério das Minas e Energia. A tabela 4.1 apresenta um resumo da energia primária consumida Brasil para anos selecionados do período 1971-1997.

Tabela 4.1 – Evolução do consumo total de fontes de energia primária no Brasil em anos selecionados do período 1970-1997 - (Em mil tEP).

Fontes de energia	1970		1980		1985		1990		1995		1997	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Petróleo	25.060	33,6	54.319	39,1	54.580	31,9	59.382	32,8	61.758	31,0	71.124	31,3
Hidráulica	11.542	15,5	37.383	26,9	51.729	30,2	59.945	33,1	73.632	37,0	80.929	35,6
Lenha	31.789	42,6	30.695	22,1	32.513	19,0	28.180	15,5	22.971	11,5	21.909	9,6
Produtos da Cana	3.535	4,7	9.082	6,5	18.576	10,8	17.937	9,9	21.216	10,7	25.568	11,2
Soma	71.927	96,4	131.479	94,7	157.398	91,9	165.444	91,3	179.577	90,2	199.530	87,8
Carvão	2.338	3,1	5.208	3,7	9.272	5,4	9.385	5,2	10.580	5,3	11.145	4,9
Gás Natural	169	0,2	1.078	0,8	2.949	1,7	4.147	2,3	5.167	2,6	6.317	2,8
Urânio	-	-	1.154	0,8	814	0,5	1.154	0,7	756	0,4	7.184	3,6
Outras	223	0,3	995	0,7	1.564	0,9	2.104	1,2	2.887	1,5	3.103	1,4
Total	74.655	100,0	138.760	100,0	171.183	100,0	181.080	100,0	198.967	100,0	227.279	100,0
Taxas de cres. (% a.a.)	70/80	6,4	80/85	4,3	85/90	1,1	90/95	2,0	95/97	6,9	70/97	4,2

Fonte: Balanços Energéticos Nacionais.

Nota: As informações relativas ao consumo de Urânio, exceto as de 1995 e 1997, referem-se respectivamente aos anos de 1982, 1987 e 1991, por isto suas cifras não estão incluídas no total.

Como se percebe, apesar das significativas alterações na composição do consumo de energia utilizada no país nos últimos 27 anos, as fontes primárias petróleo, hidráulica e biomassa vegetal (lenha e produtos da cana-de-açúcar) respondem pela grande parcela de nossas necessidades energéticas. Embora a participação do conjunto das mesmas venha declinando ao longo do tempo, o que é explicado exclusivamente pela contínua queda do consumo de lenha em termos absolutos, elas ainda respondem por mais de 90% dos recursos energéticos utilizados, com exceção apenas do último ano em que, mesmo assim, a proporção atinge 87,8%. Modificaram-se, entretanto, as proporções de contribuição entre elas. O decréscimo do consumo de lenha de 31,7 milhões de tEP em 1970 para 21,9 milhões de tEP em 1997, foi mais que compensado, em primeiro lugar, pelo expressivo crescimento da energia hidráulica que passou de apenas 11,5 milhões de tEP no início do período retratado para 80,9 milhões de tEP no final do mesmo e, em segundo lugar, pelos

produtos da cana-de-açúcar (álcool e bagaço) que ampliaram sua participação de 4,7% para 11,2% no período.

Quanto às demais fontes energéticas, embora todas (com exceção do urânio que apresentou um comportamento errático, ao longo do período, mas com significativo aumento nos últimos anos em razão do funcionamento da usina de Angra em bases menos instáveis), revelem crescimento contínuo ao longo da série histórica, atingem apenas 10% a 12% da energia consumida. Expressivo, no entanto, foi o comportamento do gás natural pois, de modestos 0,2% de participação na matriz energética em 1970, ascendeu a 2,8% em 1997. Como será discutido mais adiante, o gás natural é o energético que deverá experimentar um dos mais expressivos aumentos de consumo nos próximos anos elevando consideravelmente sua participação na matriz energética para uma cifra estimada ao redor de 10%, já no primeiro quinquênio da próxima década.

O comportamento do consumo de fontes primárias de energia contudo, não foi uniforme durante todo o tempo, podendo ser desdobrado em quatro períodos distintos, a saber: 1970-80; 1980-85; 1985-1990 e 1990-97. É interessante ressaltar que na primeira década retratada, interstício em que aconteceram os dois chamados “choques do petróleo”, foi um período de rápido crescimento do consumo global (6,4% a.a.), só superado pelo período recente dos anos noventa (6,9% a. a) . Naquela década, com exceção da lenha, aumentaram o consumo todas as fontes, inclusive o petróleo. No quinquênio seguinte, novamente com exceção da lenha, o consumo de todas as fontes continuou a crescer, embora em ritmo mais lento (4,3% a.a.). A recessão que se abateu sobre a economia brasileira no início dos anos 80, só foi se refletir no consumo total de energia nos anos finais da década de 80 e início da década de 90, manifestando-se entretanto, apenas como redução no ritmo de crescimento pois, de acordo com os dados anuais do período analisado, só houve redução significativa de consumo, em termos absolutos, em 1990 e 1995¹. Mas, se computarmos o crescimento de 1985 a 1989, excluindo portanto o ano em que houve a tal redução de consumo, a taxa chega a 2,0% a.a. Nos anos mais recentes, de 1990 a

¹ Na verdade, de acordo com a série publicada na edição do Balanço Energético Nacional de 1996, também ocorreu queda de consumo absoluto de fontes primárias de energia no Brasil no ano de 1981, embora de magnitude bastante reduzida pois, a variação foi de apenas 0,6 pontos percentuais.

1995 o consumo mantém seu crescimento no mesmo ritmo, ou seja 2,0% a.a., todavia, ao se estender o período até o último ano da atual década (1997) verifica-se que o crescimento muda de ímpeto pois chegou a atingir 6,9% a.a. Essa mudança de ritmo, não obstante a queda no consumo que se verificou em 1995, é explicada pela recuperação do crescimento nos anos seguintes, 4,5% em 1996 e 9,3% em 1997, sem dúvida como reflexo do Plano Real. Ao se considerar toda a série histórica o crescimento do consumo total foi de 4,2 % a.a., cabendo ao petróleo a taxa de 3,9% , à hidráulica 7,5% a.a., à biomassa (lenha + produtos da cana-de-açúcar) 1,1% a.a. e, às demais fontes, em conjunto, 9,0% a.a. Neste último caso, o destaque é novamente para o gás natural que aumentou sua participação na matriz energética em mais de 37 vezes, ou, alternativamente, cresceu 6,2% a.a. nos anos da atual década.

Em função das transformações e ajustes já ocorridos na matriz energética brasileira, é de se esperar que as proporções verificadas nos anos 90, entre os grandes grupos de energia analisados ao final do parágrafo anterior, se mantenham relativamente estáveis por vários quinquênios. Num futuro mais distante, todavia, a composição do consumo de energia no Brasil poderá variar tanto na medida em que o desenvolvimento tecnológico viabilize a apropriação de novas fontes energéticas e/ou permita a utilização mais racional dos recursos já conhecidos, como também, em razão do progressivo esgotamento daqueles recursos potencialmente disponíveis na atualidade. Diante desse cenário, o relevante a destacar é que se vislumbra um período de tempo suficiente para que as classes dirigentes, lideranças empresariais, lideranças dos setores organizados da sociedade civil, universidades etc., valham-se da oportunidade para planejar com responsabilidade a fase de transição que o país deverá experimentar em sua matriz energética.

Na próxima seção serão analisadas as características atuais e o potencial de oferta de fontes energéticas no Brasil, não apenas das tradicionalmente utilizadas, mas também das chamadas fontes não convencionais, com o objetivo de se explicitar, mais à frente, quais são os cenários que se vislumbram para o futuro da matriz energética brasileira, seguindo determinadas hipóteses.

4.2 - Características Atuais e Potencial de Oferta de Fontes Energéticas no Brasil

4.2.1 - Petróleo e derivados

Como se sabe, a energia proveniente do petróleo tem exercido papel preponderante na sustentação do crescimento da economia brasileira nas últimas décadas, não só pelo volume com que participa no consumo global das diferentes formas de energia (ver tabela 4.1), mas também pelo elevado contingente de força de trabalho e a enorme infra-estrutura que foi instalada (refinarias, dutos, tanques, plataformas, equipamentos, máquinas, etc.), e que se reproduz a partir de sua exploração, com efeitos em todo o sistema econômico-social. Incertezas quanto à viabilidade de continuidade deste modelo projetam-se para o futuro. As razões são as seguintes: em primeiro lugar o petróleo não é um recurso renovável, e, portanto, independentemente das discussões acerca do tempo de sua disponibilidade, é uma fonte de energia finita, cujo limite de utilização progressivamente se estreita em função do ritmo de seu consumo. Em segundo lugar, trata-se de um recurso sobre o qual o país não possui auto-suficiência, apesar das descobertas em anos recentes que têm ampliado o atual nível de reservas em terra e principalmente no mar. Deve-se ponderar a respeito que, estas tendem a se localizar em águas cada vez mais profundas,² o que dificulta as possibilidades de exploração, tanto em termos econômicos como em função das tecnologias atualmente conhecidas.

No Brasil, como se sabe, a operacionalização das questões referentes ao petróleo e ao gás natural são de competência da empresa estatal Petrobrás. Desde 1998 esta empresa vem passando pelo mais profundo processo de reformas desde a sua criação em 1953. As mudanças em curso são consequência de decisões e iniciativas que continuam em discussão nas altas esferas da administração pública brasileira. Embora tais mudanças estejam caminhando no sentido da venda de ativos e participação acionária a investidores privados, não significa que a empresa seja privatizada, pelo menos por enquanto. Evidências a esse respeito podem ser obtidas a partir dos

² "...a Petrobrás começou ontem a produzir petróleo em uma profundidade recorde de 1709 metros, nunca alcançada no mundo". In "Petróleo: governo discute normas" por Eliane Velloso. Folha A.8 da Gazeta Mercantil de 14.08.97". ...e a Petrobrás prevê botar em produção em março do próximo ano [1999] um poço na região em que o campo gigante de Roncador é coberto por 1.853 metros de mar bravo." In "Uma História tão antiga como a Terra", por José Roberto de Alencar. Página 6 do Dossiê Petróleo e Gás - Jornal Gazeta Mercantil de 24.11.98.

resultados de recente licitação que a Agência Nacional de Petróleo – ANP, realizou com o objetivo de oferecer 27 áreas para prospecção e exploração ao longo da costa brasileira. Do total, foram objeto de concessão 12 áreas para exploração em períodos que variam de quatro a nove anos, a maioria das quais arrematadas por companhias estrangeiras, mas foi a própria Petrobras por si só, ou em parceria, que ficou com o maior número de áreas (cinco). Além dessa abertura para captar investimentos privados, outra alternativa mencionada pelas autoridades do setor com o fito de obter recursos financeiros para a esperada expansão da produção, seria a venda progressiva de ações da empresa, mas até o limite que preserve o controle da mesma pela União, o que significa atualmente 31% de suas ações.³

O quadro abaixo reúne algumas informações que bem caracterizam o porte e a importância que assumem, atualmente, os negócios de petróleo e gás natural no Brasil, enfocados a partir da empresa.

Quadro 4.1 – Petrobrás: perfil da empresa.

Reservas de petróleo provadas:	8,8 bilhões de barris
Reservas totais:	17,1 bilhões de barris
Produção de petróleo:	1,0 milhão de barris/dia**
Produção de derivados:	1,5 milhão de barris/dia**
Produção de gás natural:	31,0 milhões de metros cúbicos/dia**
Número de empregados:	38 mil
Poços de petróleo em produção:	7.231
Plataformas marítimas em produção:	92
Refinarias:	11
Faturamento bruto:	R\$ 25,9 bilhões
Lucro líquido:	R\$ 1,43 bilhão***
Investimentos:	R\$ 2,3 bilhões

(*) Dados de 1998 – (**) Média

(***) Considera a equivalência patrimonial com as subsidiárias

Fonte: Petrobras⁴

Para que se possa melhor avaliar a evolução do Setor petróleo no Brasil nos últimos anos, comentar-se-á a seguir alguns indicadores a partir de 1996. Nesse ano, foram consumidos em

³ Ver “O recomeço na área do petróleo”. Editorial do Jornal Gazeta Mercantil de 17.06.99, folha A-3.

⁴ Ver “Petrobrás vive seu momento da verdade” por Francisco Góes in Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana de 3 a 9 de maio de 1999, p. 10.

média, 1,55 milhões de barris de petróleo por dia (567,3 milhões de barris por ano), o que representou um acréscimo de 6,3% em relação ao ano anterior. Tal volume que vinha sendo atendido, em partes aproximadamente iguais, pelo saque das reservas nacionais e importações, passou a ser suprido majoritariamente pelas reservas brasileiras, a partir de 1998, quando a Petrobrás atingiu a produção de 1,2 milhões de barris diários.⁵ É interessante observar que atualmente a capacidade instalada do parque de refino é de 1,54 milhões de barris por dia ano⁶. Em 31 de dezembro de 1996, as reservas de petróleo do Brasil atingiram 14,1 bilhões de barris de óleo equivalente (soma das reservas de óleo, condensado e gás natural). Desse total, 11,6 bilhões de barris correspondem a óleo e condensado e 2,5 bilhões às reservas de gás natural. Restringindo-se ao conceito de reservas exploráveis *provadas* tais cifras reduzem-se a 4,8 bilhões de barris e 158 bilhões de m³, respectivamente. Já pelos critérios da Society of Petroleum Engineers (SPE) e da World Petroleum Congress (WPC), as reservas exploráveis brasileiras atingiram, na mesma data, 6,7 bilhões de barris de óleo e 224 bilhões de m³ de gás natural.⁷ Em 31 de dezembro de 1997, as reservas *totais* de petróleo do Brasil atingiram 16,9 bilhões de barris de óleo equivalente (soma das reservas de óleo, condensado e gás natural). Desse total, 14,2 bilhões de barris correspondem a óleo e condensado e 2,7 bilhões de barris (435 bilhões de m³) às reservas de gás natural. Restringindo-se ao conceito de reservas exploráveis *provadas* tais cifras reduzem-se a 7,1 bilhões de barris de óleo e 1,4 bilhões de barris gás (227,7 bilhões de m³), respectivamente.⁸ Os últimos dados da Petrobrás sobre as reservas brasileiras de óleo e gás natural dão conta de que elas ultrapassaram a casa dos 17 bilhões de barris equivalentes, sendo que 8,77 bilhões de barris são de reservas provadas e 8,23 bilhões de barris de reservas prováveis e possíveis. Além disso, revela a estatal que em 1998 não descobriu novos poços,⁹ enquanto o consumo nacional de derivados de petróleo continuou aumentando. A última informação divulgada pela imprensa dá conta de que em julho de 1999 o consumo ficou ao redor de 1,73

⁵ Ver “Brito encerra gestão com obras de impacto” por Renata Veríssimo in Gazeta Mercantil de 29 de dezembro de 1998, folha A-7.

⁶ Ver Petrobrás - Relatório Anual 1996 p. 15 e 11.

⁷ Ibid. pp. 20/21.

⁸ Ver “Brasil tem potencial para mais 22,5 bilhões de barris” in Revista Brasil Energia 216, de novembro de 1998, pp. 18/22.

⁹ Ver “Parcerias determinam ritmo da abertura” por Francisco Góes in Gazeta Mercantil Latino-Americana de 3 a 9 de maio de 1999, p.11.

milhões de barris diários, fazendo a Petrobrás rever suas metas de produção interna e ampliar as importações.¹⁰

É importante observar que apesar do significativo aumento das reservas nacionais (20%, entre 1996 e 1997), apenas um terço do aumento refere-se a descoberta de novos campos, enquanto a maior parte corresponde a incorporação de volumes relativos à delimitação de reservatórios, interpretação geológica, reclassificação de volumes e fatores de recuperação. Outra característica importantes das atuais reservas é que além de 87% delas se encontrarem no mar, a grande parte (aproximadamente 61%) localiza-se em lâmina d'água de 400 a 1800 metros. Deve-se notar também que em 1998 não foram descobertas novas reservas. Contrastando com isso, verifica-se que a produção nacional de petróleo e gás realizada pela Petrobrás somou, em janeiro do corrente ano (1999), 1.157.875 barris diários de óleo e 31,1 milhões de metros cúbicos de gás natural. Isto significa um acréscimo de 27,73% sobre o mesmo período de 1998.¹¹

Como se vê, apesar das importantes transformações por que passa o setor de petróleo e gás natural no Brasil, as perspectivas quanto a continuidade do papel que eles vem desempenhando na matriz energética brasileira não são muito animadoras. De fato, ao se confrontar as cifras de consumo e reservas acima referidas, não é difícil perceber que o Brasil não é um país bem aquinhado em termos de petróleo. Pois, mesmo que se considere a estimativa mais elevada das reservas e se admita a estabilização do consumo nos níveis atuais, o horizonte de utilização revela-se pouco elástico, pelo menos quanto ao planejamento energético. Explicitamente, no caso do óleo, mesmo na hipótese bastante remota de que os níveis de consumo se mantivessem constantes daqui para a frente, as reservas esgotar-se-iam em aproximadamente 25 anos!

Quanto à situação mundial, além das considerações já feitas no capítulo anterior, duas observações devem ser enfatizadas. A primeira delas é de que os preços do petróleo no mercado internacional tem mudado significativamente nos últimos anos. Depois de atingirem a faixa de US\$ 38 a US\$ 40 logo após a segunda crise, apresentaram tendência declinante a partir de então

¹⁰ Ver "Petrobrás vai aumentar a importação" por Eliane Velloso in Jornal Gazeta Mercantil de 26.08.99 folha A-5.

¹¹ Ver "Produção de petróleo aumentou 26,73%." Por Eliane Velloso in Jornal Gazeta Mercantil de 25.02.99 folha A-2.

chegando às surpreendentes cotações ao redor de US\$ 10/barril ao final de 1988.¹² Os preços nominais médios anuais pagos pelas importações brasileiras de óleo, a partir dos anos noventa, os preços, em termos nominais médios anuais, oscilaram na faixa de US\$ 14 a US\$ 21 até o ano de 1997.¹³ Em 1998, no entanto, os preços caíram aos mais baixos níveis desde a primeira grande crise pois, em dezembro chegaram a menos de US\$ 10 o barril. Desde o início de 1999, entretanto, apesar de variarem significativamente, as cotações vem apresentando uma tendência de recuperação. Atualmente (junho de 1999), os preços encontram-se na faixa dos US\$ 18/barril.¹⁴ Como se vê, o mercado internacional de petróleo encontra-se em fase de grandes flutuações de preços. Analistas especializados traçam dois cenários para os preços médios esperados em 1999. Em um deles o barril atingiria US\$ 14,50 enquanto que no outro US\$ 17 é o preço médio esperado para o barril em 1999.¹⁵

A segunda, refere-se ao nível das reservas atualmente conhecidas. E aí, conforme já discutido no capítulo anterior, as informações são discrepantes e variáveis. De qualquer maneira as estimativas são para um abastecimento mundial em torno de 40 anos, segundo diferentes hipóteses de comportamento do mercado. Assim, várias são as alternativas que se combinam para o caso do Brasil. Dentre elas, duas devem ser destacadas: ampliar o nível de utilização das reservas próprias se a opção for a redução da dependência externa ou, aumentar-se as compras do exterior. Para tanto, é necessário continuar investindo progressivamente em prospecção, ou despender somas cada vez maiores em divisas. A solução ideal parece ser o uso mais racional e eficiente dos recursos disponíveis, quiçá, reduzindo o consumo, e com isso, ampliar o horizonte de ajustamento e substituição.

4.2.2 - Gás natural

Conforme se viu no item anterior as reservas explotáveis *provadas* de gás natural no Brasil alcançam 158 bilhões de m³, segundo a Petrobrás e, 224 bilhões de m³ de acordo com a World

¹² Centro de Informações do Jornal Gazeta Mercantil, exemplares do jornal de dezembro de 1998

¹³ Ver Anuário Estatístico da Indústria Brasileira de Petróleo 1990/1997, p. 19.

¹⁴ Centro de Informações do Jornal Gazeta Mercantil, exemplares do jornal da semana 14 a 20 de junho de 1999.

¹⁵ A Hora e a vez do petróleo? In Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana. Semana de 19 a 25 de abril de 1999, p. 4.

Petroleum Congress (WPC), dos quais 60% são associados a petróleo e os 40% restantes não associados. As prioridades estabelecidas pelo PLANGÁS - Plano Nacional de Gás Natural são as seguintes: reinjeção nos poços de petróleo, produção de GLP e de gasolina natural; substituição do GLP; utilização como matéria prima na indústria de fertilizantes, substituição do óleo diesel em transportes; substituição de derivados de petróleo na indústria, cogeração e utilização do saldo disponível para geração de calor industrial. Descontadas as parcelas referentes ao consumo próprio, a reinjeção nos poços e as perdas no processo produtivo, a disponibilidade para comercialização é estimada em 30 a 50 milhões de m³/dia. O contraste entre as diferentes possibilidades de uso do gás natural (as quais revelam a importância e o grande potencial de mercado já existente para esse recurso energético), e as reservas disponíveis é marcante, pois, mesmo ao reduzido ritmo previsto de comercialização, as reservas esgotar-se-iam em um período de apenas 8,6 a 24 anos.

Raciocínio semelhante quando aplicado ao panorama mundial revela um horizonte de utilização um pouco mais elástico (ver tabela 2.6 do capítulo anterior), pois, nesse caso, as reservas durariam 60 anos.

Em função da privatização por que passa o setor energético brasileiro, em especial os correspondentes ao gás natural e petróleo, ainda não é muito clara qual deverá ser a configuração futura desses setores bem como suas características de funcionamento. Algumas tendências, no entanto, podem ser esboçada. A liberação para importação de gás natural pelo governo federal em abril de 1998, tem levado empresas multinacionais a intensificar projetos no Brasil que utilizam o combustível. Um exemplo significativo de tais iniciativas concretizou-se com a privatização da Cia. de Gás de São Paulo, a qual foi assumida por um consórcio formado por dois dos maiores grupos de gás natural do mundo ao arrematarem em leilão 96% do capital total da companhia.¹⁶

Reiterando o que já foi adiantado no início deste capítulo (item 4.1), o gás natural deverá desempenhar importante papel na matriz energética brasileira nos próximos anos. As perspectivas apontam no sentido de sua crescente participação da oferta de energia no Brasil, não só em função

da ampliação da exploração das reservas nacionais, mas, principalmente, através das potencialidades que se oferecem a partir dos contratos de importação do gás boliviano bem como dos desdobramentos dos recentes acordos firmados pelo Brasil no âmbito do Mercosul. Como consequência da materialização dessas possibilidades espera-se que o gás natural salte dos atuais 2,8% de participação na matriz energética para aproximadamente 10% em 2005.¹⁷ Todavia, a penetração do gás natural na matriz energética brasileira não deverá se restringir apenas a essas potencialidades. Outros estudos prevêem que para as áreas mais distantes, tanto do Centro-Sul como do Nordeste e até mesmo para o Rio de Janeiro, a opção poderá ser a importação de gás natural liqüefeito (GNL) do Caribe, em navios. Segundo informações da ANP – Agência Nacional do Petróleo, algumas empresas já estão desenvolvendo estudos nesse sentido. Considerando todas as diferentes opções, o cenário de mercado futuro para o gás natural no Brasil deverá ter a configuração demonstrada pelo quadro abaixo.

Quadro 4.2 - O mercado de gás natural
(Participação e expectativa de fornecimento - em milhões de metros cúbicos diários)

Fontes	Oferta atual	Oferta futura
Bacia de Campos/Merluza	9	15 a 20
Bolívia	16 a 18	30
Argentina	5,2	55
GNL	0	10 a 20
Peru	0	20 a 30
Total	30,2 a 32,2	130 a 155

Fonte: Pan Americana Energy Brasil.¹⁸

Estudos mais recentes do Comitê Brasileiro do Conselho Mundial de Energia (CB/CME), por outro lado, indicam que a participação do gás natural na futura matriz energética do Brasil deverá assumir a cifra de 72 milhões de m³/dia, distribuídos para diferentes usos, conforme os seguintes quantitativos: a) 43% para produção de energia elétrica; b) 40% para usos industriais; c) 3% ao uso residencial; d) 2% para transportes; e) 12% para outros usos. É ilustrativo destacar

¹⁶ Ver "Uso do gás natural deve crescer no Brasil" por Fernando Lopes in Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana de 19 a 25 de abril de 1999, p. 17.

¹⁷ Ver "Petrobrás garante sua parte na lucrativa distribuição de gás", por Eugênio Melloni in Gazeta Mercantil de 1 a 3 de agosto de 1997, folha C-3.

¹⁸ Ver "Nem só de grandes gasodutos sobreviverá a indústria de gás natural no Brasil" por Jorge Ferreira in Jornal Gazeta Mercantil de 20 de agosto de 1988, p. A-6.

que a parcela destinada para geração termelétrica, 31 milhões de m³/dia, permitirão acionar cerca de 8 mil MW de capacidade geradora adicional, a ser implantada nos próximos dez anos.¹⁹

4.2.3 - Hidreletricidade

Os números do Balanço Energético Nacional de 1996 informam que o Brasil possuía naquele ano uma capacidade nominal instalada para produção de eletricidade de 59.036 MW/ano. Desse total, aproximadamente 87% eram de natureza hídrica e o restante de origem térmica, estas utilizando basicamente carvão mineral, derivados de petróleo e urânio²⁰. Atualmente, de acordo com o Plano Decenal de Expansão 1999-2008 da Eletrobrás, tal cifra é de 61.000 MW/ano, tendo a geração de origem hídrica atingido a participação de 91%.²¹ Comparando esses números percebe-se que a capacidade instalada aumentou muito pouco nos últimos anos, principalmente quando se verifica o ritmo de crescimento do consumo, o qual como se verá adiante, é muito mais acelerado, mesmo em momentos de reduzido crescimento econômico.

Como já analisado, a hidreletricidade é atualmente a principal forma de energia utilizada no Brasil, pois responde por 35,6% do consumo total de fontes primárias de energia e, é também, dentre as formas tradicionais, aquela que apresentou o maior ritmo de crescimento do consumo no período 1970-97, ou seja, 7,5% a.a. Embora a velocidade de seu crescimento tenha se arrefecido nos últimos anos, foi ela que mais cresceu também no último quinquênio do citado período, 4,2% a.a., enquanto a soma de todas as fontes cresceu apenas 2,0% a.a. (Ver tabela 4.1).

Uma das mais conhecidas manifestações ufanistas quanto às riquezas naturais do Brasil refere-se ao seu potencial hidrelétrico, pois segundo ela, o mesmo seria praticamente “inesgotável”. Embora o país tenha de fato um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, dois aspectos merecem ser analisados com cuidado. O primeiro refere-se a magnitude dos próprios números e o segundo ao custo dos aproveitamentos. Estudos realizados pela Eletrobrás, com

¹⁹ Ver “O papel do gás natural”, por Pietro Erber in Gazeta Mercantil de 12/05/99, folha A.2.

²⁰ Balanço Energético Nacional 1996, p. 105.

²¹ Ver a) “Estatual faz parcerias em termelétricas” por Patrícia Raposo et alii in Jornal Gazeta Mercantil de 14 a 16 de maio de 1999, p. A-7. b) “Eletrobrás fará novos investimentos” por Maurício Corrêa in Jornal Gazeta Mercantil de 27 de abril de 1999, p. A-4.

vistas à estratégia de expansão do sistema elétrico brasileiro (Plano 2015) avaliaram o potencial hidrelétrico nacional. Nessa avaliação, foram consideradas três hipóteses de custos de investimento. A primeira parte, de um patamar mínimo de US\$ 1.200/kW, o qual foi definido como base para compensar eventuais subestimativas em cálculos realizados anteriormente. As hipóteses seguintes incorporam à esse patamar uma parcela adicional de 5% a 25% que varia conforme a extensão das áreas dos respectivos reservatórios e foram definidos como sobrecusto ambiental. Isso foi feito porque se considerou que há uma subestimativa de tais custos nos atuais orçamentos do setor elétrico. O quadro nº 4.3 apresenta o potencial hidrelétrico considerado, classificando-o por faixas de custo de geração dentro da hipótese de sobrecusto ambiental pleno.

De acordo com tal quadro, o potencial hidrelétrico brasileiro é de 123.560 MW de energia firme, dos quais 26.151 MW correspondem a capacidade já instalada.²² A comparação entre essas duas cifras indica:

- a) que se utilizam apenas 21% dos recursos hidrelétricos potencialmente disponíveis; ou
- b) que existem ainda 97.409 MW disponíveis, ou seja, que é possível expandir o atual parque instalado em mais 3,72 vezes;
- c) que o potencial disponível convertido em toneladas equivalentes de petróleo corresponde a aproximadamente 247 milhões de tEP, o qual para que se possa aferir o que representa, basta compará-lo com consumo total de fontes primárias de 1997 (ver tabela 3.1). Isso feito, verifica-se que equivale a apenas 1,08 vezes; ou
- d) que tal potencial esgotar-se-á daqui a algumas décadas, dependendo do ritmo de consumo, por exemplo:
 - d.1) **38 anos** com o crescimento médio anual de 4,2% a.a., que foi o crescimento médio do período coberto pela tabela 1, ou seja de 1970 a 1997; ou
 - d.2.) **78 anos** se o consumo continuar crescendo a uma taxa mais reduzida como a do período 1990/95, que foi de 2,0% a.a.;

²² É importante ressaltar que tais números, bem como os demais do quadro 3.1, pela sua própria natureza, como também por serem resultantes de estudos realizados já há alguns anos, podem conter algumas discrepâncias. No entanto, para os propósitos que aqui estão servindo não se acredita que possam comprometer a argumentação desenvolvida.

Quadro 4.3 - Potencial hidrelétrico brasileiro

	Energia Firme MW/ano	Consumo Energia Firme	Duração - Taxas anos (% a.a)
Total	123.560		
Existente	26.151	230.000 GW/ano (70.446 mil tEP)	
A aproveitar	97.409 (262.402 mil tEP)	1,32 vezes o consumo atual de toda a energia primaria	zero % a.a.
Custos US\$/MW/h	Acréscimo		
10 a 30	3.540	+ 13%	6 a 2,0* 3 a 4,2*
10 a 40	14.615	+ 56%	22 a 2,0 11 a 4,2
10 a 50	32.578	+ 124%	40 a 2,0 20 a 4,2
10 a 60	46.081	+ 176%	51 a 2,0 24 a 4,2
10 a 70	63.342	+ 242%	44 a 2,0 29 a 4,2
10 a 80	73.090	+ 279%	67 a 2,0 32 a 4,2
10 a 90	78.870	+ 302%	55 a 2,0 26 a 4,2
10 a 100	84.487	+ 323%	59 a 2,0 28 a 4,2
10 a 110	87.595	+ 335%	61 a 2,0 29 a 4,2
10 a 120	89.656	+ 342%	62 a 2,0 29 a 4,2
10 a 1000	97.409	+ 372%	66 a 2,0 31 a 4,2

Fonte: Elaboração Própria

Dados Brutos: ELETROBRÁS, Plano 2015

(*) Taxas de crescimento correspondentes aos períodos 1990/1995 e 1970/1997. (Ver tabela 4.1).

Nota: as informações sobre o potencial hidrelétrico brasileiro podem conter pequenas diferenças, dado que as informações que lhe deram origem são oriundas do Plano 2015 da Eletrobrás, o qual como se sabe foi concluído em 1995. E, como também não se desconhece, daquela data até os dias atuais ocorreram ampliações da capacidade instalada

É importante ressaltar que tal raciocínio é feito apenas com o propósito de ilustrar a magnitude dos recursos. Mas é bom repetir, são recursos **potenciais**, produto de estimativas sujeitas a uma série de críticas e qualificações. Sem entrar no mérito dessa discussão neste

momento, vale destacar apenas uma restrição, que diz respeito ao nível dos custos de geração. O referido potencial de 97.409 MW distribui-se por faixas de custo de geração que variam desde US\$ 10 a US\$ 1000/MWh, conforme demonstra o quadro 4.3. Nesse sentido, verifica-se que:

- a) o potencial disponível até a faixa de custos de geração de US\$ 30/MWh é de apenas 3.540 MW de energia firme, o que equivale a um acréscimo de capacidade instalada de 13%, ou seja, acréscimo passível de suportar uma expansão de consumo para mais:
 - a.1) 6 anos se o ritmo de crescimento for de 2,0% a.a.; ou
 - a.2) 3 anos se o ritmo de crescimento for de 4,2% a.a.
- b) o potencial mais expressivo começa a se manifestar acima da faixa de custos dos US\$ 30/MWh, quando é possível:
 - b.1) na faixa dos US\$ 30 a US\$ 40 mais 43% de capacidade instalável;
 - b.2) na faixa dos US\$ 40 a US\$ 50 mais 68% de capacidade instalável;²³

Deve ser notado que na faixa dos US\$ 30 a US\$ 40/MWh a hidreletricidade passa a concorrer com outras fontes de aproveitamento energético, conforme pode ser constatado a partir das informações do quadro a seguir.

Quadro 4.4 - Custos de geração de eletricidade - expansão

Usinas nucleares	Custos – US\$/MW/h
Angra I	42
Angra II	45 a 50
Angra III	38 a 43
Outras usinas	
Gás Natural (ciclo combinado)	35 a 50
Petróleo	50 a 60
Biomassa	45 a 80
Carvão Importado	38 a 45
Carvão Nacional	45 a 50
Eólica/Solar	60 a 100

Fonte: Associação Brasileira de Energia Nuclear.²⁴

²³ A discriminação completa por faixas de custo e com os respectivos períodos de sustentação da expansão da capacidade são apresentados no referido quadro 3.3.

²⁴ Apud “Energia nuclear mais competitiva” por Daniela Caride in Jornal Gazeta Mercantil de 24 de março de 1999, p. A-6.

Antes de prosseguir com a análise das demais fontes de energia, comentários adicionais são devidos sobre as fontes já analisadas (Petróleo e Gás Natural e Hidreletricidade), não apenas pela importância que assumem no Balanço Energético Nacional (aproximadamente 70% de toda energia consumida nos últimos anos) , mas também por serem essas as fontes que deverão continuar a responder por parcelas ainda maiores nos próximos anos. O petróleo e gás natural, em consequência do fim do monopólio estatal, deverão experimentar, por um lado, uma crescente participação de investimentos externos na exploração das reservas nacionais, e por outro, o gás deverá ser a fonte que experimentará o maior crescimento na matriz energética, em função da ampliação de suas importações, principalmente no âmbito do Mercosul. Conforme programação do setor, divulgada pela Diretoria de Planejamento e Engenharia da Eletrobrás, grande parcela do gás natural importado deverá ser utilizada para a geração térmica de eletricidade. Ou seja, enquanto no corrente ano (1999) cerca de 38% da nova energia elétrica programada para entrar no sistema interligado deverá ser gerada por termelétricas, nos próximos anos este percentual deverá subir para 67% em 2000 e 66% em 2001. Em consequência disso a participação da hidreletricidade que atualmente está em torno de 91% deverá ser reduzida para 82% no ano de 2008.²⁵

O quadro abaixo contém informações de estudos realizados pela Eletrobrás a respeito das necessidades de investimentos para o setor elétrico nos próximos anos.

Quadro 4.5 - Previsão de investimentos no setor elétrico - (US\$ bilhões).

	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Geração	3,6	3,8	3,7	3,1	3,0	17,2
Transmissão	3,6	2,6	1,6	2,2	2,3	12,3
Distribuição	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	7,8
Instalações Gerais	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	2,2
Total	9,4	8,5	7,2	7,2	7,1	39,5

Fonte: Eletrobrás

Extraída da página A-6 da Gazeta Mercantil de 21.05.98

Os investimentos projetados para o setor elétrico destinam-se a atender a programação estabelecida pelo Plano Decenal de Expansão 1998-2007 que considerou uma taxa de crescimento

²⁵ Ver "Termelétricas ganham importância na geração" por Suzy Gasparini in Jornal a Gazeta Mercantil de 26 a 28

médio anual de consumo de eletricidade de 5% a.a., taxa essa que corresponde a uma necessidade adicional média de capacidade instalada da ordem de 3,63 mil MW ao ano. A questão que vem perturbando os analistas do setor, no entanto, é de que a capacidade que vem sendo efetivamente instalada está longe de atender tal cifra. No que se refere a expansão projetada da capacidade termelétrica a situação está praticamente paralisada na medida em que das 13 unidades previstas para entrar em operação no sistema interligado Sul/Sudeste/Centro-Oeste, apenas uma unidade (em Cuiabá) já está operando e, outra (em Uruguaiana), ainda se encontra em fase de construção.²⁶ Em relação às hidrelétricas o quadro não é diferente. O programa de licitações para construção de novas usinas que tem como meta o lançamento de dezenove editais para o corrente ano, com um total de 3.765 MW, até a presente data (maio/1999), encontra-se paralisado.²⁷ Além disso, deve ser ressaltado que, as estimativas dos investimentos do Plano Decenal 1998-2007 já foram redimensionadas na edição do novo Plano Decenal 1999-2008, pois da expansão que foi programada para 1998, apenas uma parte foi cumprida. Assim, nas contas do ministro de Minas e Energia, diferentemente dos R\$ 30,1 bilhões estimados para o período 1998-2002 serão necessários agora R\$ 34 bilhões.²⁸ Em relação a petróleo e gás natural o setor trabalha com uma estimativa de investimento de US\$ 50 a US\$ 80 bilhões nos próximos anos, para atender um crescimento do consumo de 4,1% a 5% ao ano e 6,6% ao ano, respectivamente.

Embora pareçam altos, os investimentos podem não ser suficientes frente às necessidades do país pois, será necessário investir não apenas para atender ao crescimento projetado do consumo futuro mas também para compensar tudo aquilo que não foi feito durante a década de 1980 e início dos anos 1990. Para que isto possa ser melhor avaliado basta que se comparem as taxas de crescimento do consumo energético, em diferentes períodos das últimas décadas, conforme demonstra a tabela 4.1. Além disso, em relação ao consumo de derivados de petróleo é conveniente observar que, por exemplo, apesar do reconhecido consumo perdulário dos americanos, o consumo dos brasileiros é de apenas um décimo daquele.

de março de 1999, p. A-9.

²⁶ Ver “Novo câmbio paralisa projetos em termelétricas” por Maria Angela Jabur in Jornal Gazeta Mercantil de 4 de março de 1999, p. C-1.

²⁷ Ver “Editais de hidrelétricas estão emperrados” por Suzy Gasparini in Jornal Gazeta Mercantil de 11 de maio de 1999, p. A-8.

²⁸ Ver “Comitê planeja expansão do sistema elétrico” por Maurício Corrêa in Jornal a Gazeta Mercantil de 14 a 16 de maio de 1999, p. A-7.

4.2.4 - Biomassa florestal

Como se sabe, a biomassa florestal tem sido tradicionalmente uma das mais expressivas fontes de recursos utilizados no atendimento das necessidades energéticas, quer como lenha (principalmente) quer como carvão vegetal.

Embora possa parecer curioso, para aqueles que vêem o Brasil como um país continental coberto de florestas, falar em dificuldades de abastecimento de biomassa florestal, a realidade tem mostrado que tal fato é cada vez mais eloqüente. Assiste-se a uma exploração em tal volume que, associada a uma reposição insuficiente, vem acarretando a exaustão das reservas florestais nativas e acentuando, progressivamente, o desequilíbrio entre oferta e demanda de tais recursos.

Nos estados da região Sul-Sudeste assim como no restante da faixa litorânea do país, onde se concentra o maior contingente de ocupação tanto em termos de população como de atividades produtivas, é insignificante o que resta da cobertura florestal nativa. O estado do Paraná que há apenas 50 anos possuía 80% de sua área coberta por florestas nativas encontra-se atualmente com menos de 10% de seu território com tal ocupação. Atividades desenvolvidas na parte setentrional de sua superfície transportam lenha de regiões localizadas a uma distância que varia de 200 a 300 km desde o estado de Mato Grosso do Sul e mesmo do Paraguai. Tais fatos podem ser corroborados pela análise da matriz energética nacional, pois conforme a tabela 4.1 acima referida, o consumo de lenha vem caindo continuamente de 31,8 milhões de tEP em 1970 para 21,9 milhões de tEP em 1997, o que corresponde a um declínio de sua participação no total do consumo de energia primária de 43% para apenas 9,6% entre o início e o fim do mesmo período.

Assim, embora não se possa concordar com a falta de áreas para a implantação de reflorestamentos (inclusive energéticos) no Brasil, a tendência é de queda continuada da importância da lenha no consumo de fontes primárias de energia. As razões para isso são principalmente as seguintes: os locais disponíveis estão localizados, geralmente, muito distantes dos centros de consumo, implicando altos custos de transporte; os investimentos para a implantação de reflorestamentos além de serem de elevada monta são de longa maturação e,

portanto, é longo período de retorno, não motivando, dessa forma, a iniciativa empresarial; existe ainda a tendência de substituição dos equipamentos antigos à base de lenha por outros que utilizam alternativas energéticas mais modernas e eficientes.

Quanto a utilização de biomassa florestal para a geração de eletricidade existem, segundo estudos da Eletrobrás, três tipos de perspectivas, das quais apenas a última apresentada a seguir é utilizada atualmente em escala comercial.

- a) produção a partir de florestas plantadas especialmente para este fim com gaseificação da madeira;
- b) cogeração na produção de carvão vegetal;
- c) cogeração a partir do aproveitamento de rejeitos de indústrias que utilizam a madeira como matéria prima.

Apesar das incertezas inerentes à evolução tanto da tecnologia da produção florestal como às dos processos industriais, estimam-se os seguintes custos de geração termelétrica para as perspectivas referidas acima (a preços de dez/91, conforme a Eletrobras):

- a) gaseificação da madeira na faixa de US\$ 38/MWh a US\$ 78/MWh
- b) cogeração do carvão vegetal na faixa de US\$ 37/MWh a US\$ 139/MWh
- c) para o caso de cogeração a partir do bagaço de cana-de-açúcar, as estimativas são apresentadas no item a seguir.

No caso da tecnologia (a), estima-se um potencial de produção de aproximadamente 19.500 MW/ano de energia para a região Nordeste do Brasil, não havendo notícia de levantamentos para as demais regiões. Para a tecnologia (b) o potencial estimado atinge cerca de 2.500 MW/ano.

4.2.5 - Produtos da Cana-de-açúcar

Como produtos da cana-de-açúcar a referência é para o álcool carburante e o bagaço decorrente de sua produção. De acordo com Anuário Estatístico do IBGE, as áreas ocupadas com as lavouras de cana-de-açúcar no Brasil tem se situado na faixa dos 4 milhões de hectares. Isto corresponde, em média, por apenas 8% das áreas com lavoura e 2,3% das áreas com pastagens. Sem entrar na discussão sobre as áreas disponíveis e ainda não aproveitadas, mas, fixando-se apenas naquelas que tem sido utilizadas, não é difícil concluir que, sem dúvida, espaço

é o que não falta para a expansão dessa cultura. A questão começa a merecer atenção quando se verifica, por exemplo, que aproximadamente metade da área colhida se concentra em apenas um estado da federação, que é São Paulo.

O Proálcool vem atravessando nos últimos anos uma de suas piores crises desde a sua implantação, cujo epicentro está, sem dúvida, na questão de sua viabilidade econômica quando comparado a outras alternativas, principalmente os derivados de petróleo. No entanto, é importante ressaltar que, mesmo com a recuperação ao final de 1999, o petróleo se encontra com seus preços reduzidos. Estimativas indicam por exemplo que tais preços, em termos reais, acham-se em patamar abaixo daqueles da época anterior à primeira crise em 1973. Embora se reconheça que o programa necessite de ajustes, e o momento inclusive é oportuno para tal, deve-se considerar que, na escala que atingiu, esta é a única experiência relativamente bem sucedida no mundo todo, em termos de estratégia de substituição de combustíveis líquidos, especialmente a gasolina. Assim sendo, mas ressalvada análise mais criteriosa que se pretende realizar no capítulo 5, na medida em que os ajustes necessários sejam efetivados, dentre eles por exemplo: que a expansão se realize de forma descentralizada visando atender todas as grandes regiões brasileiras, evitando com isso o “passeio do álcool” através de caminhões movidos a óleo diesel, não parecem haver restrições para que a produção de cana-de-açúcar e o álcool possa crescer significativamente no futuro, pelo menos quanto a área agrícola disponível.

No que concerne ao aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar, aquilo que há pouco tempo atrás era considerado um rejeito de complicada disposição, converteu-se em recurso de múltiplas utilizações. Embora não possua potencial para concorrer no mesmo nível de escala com que contribuem as tradicionais fontes energéticas no suprimento de energia elétrica, o bagaço de cana é uma enorme fonte de energia, quando considerado no âmbito do setor sucro-alcooleiro. Com efeito, uma vez aproveitados racionalmente, esses recursos podem, além de tornar o setor auto-suficiente em eletricidade, transformá-lo de demandante em importante fornecedor de energia elétrica ao mercado, através da cogeração. A propósito, como já se referiu no item anterior, isto já vem sendo feito com bons resultados. A geração de eletricidade em usinas de açúcar em processos de cogeração utilizando bagaço de cana-de-açúcar como combustível é uma prática tradicional em todo o mundo. No Brasil, embora também seja uma prática tradicional, a produção

visando excedentes para comercialização só tem despertado interesse nos últimos anos. Uma das principais justificativas para isso pode ser encontrada dentro do próprio setor sucro-alcooleiro frente as baixas tarifas que são oferecidas na compra da energia elétrica aí gerada. Mas com a perspectiva de uma definição tarifária que remunere convenientemente os produtores, aliada a um quadro de dificuldades à expansão do parque elétrico tradicional, novas oportunidades se oferecem para empreendimentos de cogeração. Uma questão que ainda precisa ser melhor esclarecida diz respeito a grande amplitude dos custos da cogeração que variam significativamente em função da tecnologia adotada. Conforme a Eletrobrás, dependendo da tecnologia empregada estima-se uma faixa de US\$ 32/MWh a US\$ 89/MWh o custo para cogeração, mas o potencial atual existente apenas no parque sucro-alcooleiro instalado é de 6 GW/ano de energia garantida.

Estudos mais recentes, por outro lado, fornecem indicações mais detalhadas a esse respeito. Dentre eles, convém destacar algumas conclusões de Walter & Nogueira (1997),²⁹ os quais estudaram uma usina com 300 toneladas de cana/dia de capacidade de moagem, escala industrial considerada de porte médio no Brasil. Os resultados da análise são apresentados no quadro 4.6.

O custo de capital para os sistemas com turbina a vapor de extração e condensação e o BIG-STIG, é avaliado em cerca de US\$ 1.300/kW, para todos os casos apresentados no quadro acima, enquanto os custos da eletricidade produzida são avaliados respectivamente em 47,7 e 55,2 US\$/MWh. Para a tecnologia BIG-STIG, considerando o aproveitamento de todo o bagaço disponível e de até 50% das folhas e pontas, o potencial de produção de eletricidade é estimado em cerca de 10 GW em todo o Brasil e de 4 a 6 GW, apenas no Estado de São Paulo.³⁰

²⁹ Walter, Arnaldo C. da Silva & Nogueira, L. A. Horta “ Produção de Eletricidade a Partir da Biomassa” in Cortez, L. A. B. & Lora, E. S. Tecnologias de Conversão Energética da Biomassa. EDUA/EFEI, Manaus, 1997, pp.463-507.

³⁰ Op. cit. pp. 463-507.

Quadro 4.6 – Resultados da análise técnico-econômica da produção de eletricidade a partir do bagaço da cana-de-açúcar, para as alternativas mais viáveis em cada tecnologia.

Tecnologia/Sistema	Eficiência na Geração de Eletricidade (%)	Viabilidade Econômica		
		Taxa interna de retorno (%)		
		Opção sem Financiamento	(a) Opção com financiamento	(b) Condição mais favorável
TV contra-pressão				
Configuração 1	3,1	Referência de comparação		
Configuração 2	5,8	8,6	11,4	
TV dupla extração e Condensação				
Configuração 6 BIG-STIG	12,3	13,2	17,1	30,2
Configuração LM 5000	22,0	10,6	12,1	26,8

Notas: (a) financiamento de 80% do investimento com carência de 3 anos, 7 para amortização e juros de 8% ao ano.

(b) combinação da seguintes condições: financiamento, redução dos investimentos em 20%, depreciação acelerada e ganhos de eficiência na geração de eletricidade, no caso dos sistemas BIG-STIG.

(c) Taxa limite de recuperação do capital: 15,2% ao ano.

(d) vida útil considerada: 25 anos

(e) remuneração da energia excedente a 55US\$/MWh

Para se avaliar o que representa esse potencial basta lembrar que o consumo de eletricidade no Brasil em 1998 foi de 293 GW. Em relação aos custos duas observações podem ser destacadas. A primeira delas é que, de acordo com as informações da Eletrobras (ver Quadro 4.3) ainda existem aproveitamentos hidrelétricos mais econômicos, mas para a maior parte do potencial hidrelétrico remanescente a cogeração já oferece condições de competitividade, desde que sejam criadas condições adequadas de fomento, dentre elas, por exemplo, a definição de uma política tarifária adequada, conforme comentar-se-á logo em seguida. É oportuno observar também que, de acordo com estudos realizados,³¹ a utilização do bagaço para a cogeração é uma boa oportunidade para a redução dos custos de produção do álcool, na magnitude de 30% a 40% nos casos mais favoráveis. Outra possibilidade significativa de redução de custos com a utilização do bagaço de cana-de-açúcar é atestada por uma cooperativa agropecuária no noroeste do Estado do Paraná. Tal cooperativa abastece, desde 1985, uma usina termelétrica com capacidade de 4 MW com os seguintes combustíveis por dia: 600 toneladas de bagaço de cana-de-açúcar e 120

³¹ Ver Walter, A.C.S. et al. "Cogeração e Produção Independente de Eletricidade nas Usinas de Açúcar e Álcool: sua Viabilidade Segundo a Lógica dos Diferentes Atores Envolvidos" Anais do VI Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, outubro de 1993, pp. 731-737.

toneladas de cavacos de lenha. Embora nos períodos das respectivas safras sejam utilizados, complementarmente, também os resíduos de arroz e algodão, a parte expressiva dos energéticos é representada pelo bagaço de cana-de-açúcar. Com esta iniciativa a cooperativa consegue produzir energia elétrica, na proporção de 40% de suas necessidades diárias, com custos de até 50% daqueles que contrata da concessionária local.³²

O grande desafio que se coloca para o efetivo aproveitamento do potencial de cogeração é falta de definição de uma política oficial para o setor. Há dois anos, o então Ministério das Minas e Energia chegou a preparar uma minuta de decreto presidencial que, entre outras orientações, obrigava as concessionárias de eletricidade a comprar das cogedoras, pelo menos, a metade do volume que seria exigido pelo crescimento do consumo previsto em suas áreas de concessão. Tal dispositivo criaria um mercado mínimo para a eletricidade produzida pelas cogedoras. Quanto à questão das tarifas o citado decreto estipulava que elas deveriam ser 10% acima da energia vendida da Hidrelétrica de Itaipu. Assim as questões fundamentais estariam resolvidas e os investimentos na cogeração poderiam deslançar. Diante dessas expectativas várias empresas chegaram a anunciar planos ambiciosos de cogeração, a maioria deles em parceria com empresas multinacionais de equipamentos e distribuição de energia. No entanto, como até hoje (junho de 1999), tal decreto não passou da minuta, a falta de regulamentação para a comercialização da energia elétrica gerada através do bagaço de cana-de-açúcar, fez com que as empresas suspendessem vários projetos envolvendo centenas de milhões de reais.³³ Embora nos últimos meses, várias autoridades governamentais venham se pronunciando no sentido de adotar medidas de incentivo ao Proálcool, o setor ainda aguarda providências oficiais efetivas.

4.2.6 – Carvão mineral

Embora o carvão mineral seja encontrado em diferentes partes do território brasileiro, é somente em sua região meridional que ele se apresenta interessante em termos econômicos. As

³² Ver “Coamo economiza 50% dos custos com o uso da biomassa” por Silvio Oricolli, in *Jornal Gazeta Mercantil – Dossiê Energia*, de 30 de junho de 1999, p. 2.

³³ Ver “Falta de normas inibe projetos” por Edson Álvares da Costa in *Jornal Gazeta Mercantil* de 30 de junho de 1999, *Dossiê Energia*, p. 2.

principais ocorrências se localizam nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e com menor expressão no Paraná e São Paulo.

De acordo com o informativo Anual da Indústria Carbonífera (DNPM-CPRM), o total das reservas brasileiras atinge 32,4 bilhões de toneladas classificadas da seguinte maneira: 10% reservas medidas; 21% reservas indicadas; 21% em reservas inferidas e os restantes 48% como recursos potenciais ou reserva marginal. Como se vê, são magnitudes muito mais significativas que as relativas tanto ao gás natural como ao petróleo. No entanto, como potencial para a produção de eletricidade a Eletrobrás considera apenas as reservas exploráveis a céu aberto medidas e indicadas de Candiota e as reservas medidas e indicadas na região do baixo Jacuí, ambas no Rio Grande do Sul; e as reservas totais exploráveis a céu aberto da camada Bonito, estas, em Santa Catarina.

Quanto a capacidade potencial instalável é previsto o seguinte parque termelétrico a base de carvão mineral:

- a) no Rio Grande do Sul: 132 unidades de 125 MW totalizando 16.500 MW
- b) em Santa Catarina: 8 unidades de 125 MW totalizando 1.000 MW
- c) Total 140 unidades de 125 MW totalizando 17.500 MW

Como se vê, analisado isoladamente parece um potencial significativo, mas corresponde a apenas 28% do parque de geração de eletricidade instalado no Brasil atualmente. Além disto, a sua utilização esbarra em duas dificuldades básicas, ou seja: são empreendimentos de grande impacto ambiental e de elevados custos de investimento. Estes de acordo com a Eletrobrás são de US\$ 2141/kW instalado (preços de dez/91).

Mais recentemente, no entanto, com a desvalorização do real e o conseqüente encarecimento do gás natural importado o governo já tem planos para aumentar a participação do carvão mineral na matriz energética nacional dos modestos 2% atuais, para 12%. Algumas das mais importantes empresas carboníferas brasileiras estão atualmente em fase de negociação com companhias americanas, para a criação de *joint ventures* para a construção de termelétricas a carvão nas “bocas das minas”. Conforme o ministério das Minas e Energia encontra-se em fase de estudos a definição de uma nova política nacional para o carvão bem como a criação para regular

o setor de mineração. O grande desafio que se coloca é o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e atração de capitais, já que com as tecnologias tradicionais a poluição ambiental gerada pelas usinas é a principal desvantagem do setor.³⁴ No que se refere aos custos de operação, estimativas da Associação Brasileira de Energia Nuclear dão conta de que, em se tratando de carvão nacional, as cifras ascendem a faixa de US\$ 45 a US\$ 50/MWh, enquanto para o carvão importado a faixa de custos é de US\$ 38 a US\$ 45.³⁵ Como se pode concluir a grande questão para a geração térmica com base no carvão é a ambiental, uma vez que em termos de custos de operação, a opção já é competitiva com outras fontes.

4.2.7 - Energia nuclear

Segundo a Eletrobrás as reservas brasileiras de urânio consideradas competitivas do ponto de vista econômico (sem considerar a reciclagem do urânio e plutônio residuais), permitiriam uma capacidade instalável em torno de 26.000 MW, correspondentes a 20 unidades de 1300 MW.³⁶ Atualmente a única usina instalada é a Angra I no município de Angra dos Reis com 600 MW de potência nominal, cuja iniciativa continua sendo alvo de intensa polêmica, tanto por questões econômico-financeiras, tecnológicas e ambientais. Ou seja, a usina ainda não conseguiu funcionar regularmente, embora já se saiba que os recursos financeiros até agora empregados em muito já ultrapassaram as previsões iniciais, rigorosamente não se conhecem ainda os números definitivos. A Eletrobrás em seu Plano 2010 se referia a custos de instalação da ordem de US\$ 2.116/ kW. No entanto, informações mais recentes a respeito da segunda usina do pacote inicialmente imaginado, Angra II (1300 MW), que tem o início de suas operações comerciais previsto para o corrente ano (1999), dão conta que o empreendimento já consumiu recursos da ordem de R\$ 9,8 bilhões.³⁷ Assim, mesmo que nenhum recurso adicional fosse necessário para colocar a usina em funcionamento, e considerando a cotação do dólar a R\$1,8/US\$ (julho/99), os custos do investimento já atingiriam o dobro do estimado pela Eletrobrás. Além disso é preciso considerar que apesar de um certo ressurgimento da opção nuclear no Brasil, contrariamente ao que se

³⁴ Ver "Carvão mineral torna-se mais competitivo" por Christiane Martinez et alii in Jornal Gazeta Mercantil de 11 de março de 1999, p. A-12.

³⁵ Ver quadro 4.4.

³⁶ Ver Eletrobrás - Plano 2010.

³⁷ Ver "Setor nuclear faz campanha" por Daniela Caride in Jornal Gazeta Mercantil de 25.07.99, p. A.6.

assiste no resto do mundo, ainda são muito grandes as resistências da área ambientalista bem como do público em geral. A propósito deste último aspecto é ilustrativo ressaltar que recente pesquisa realizada nos municípios de Angra dos Reis e Parati, por empresas do Setor Nuclear interessadas em fomentar a construção da Usina Angra III, revelou que 47% da população da região é contra a presença do complexo nuclear na região.³⁸

4.2.8 - Outras fontes

Em decorrência da primeira crise internacional do petróleo, iniciou-se um movimento de grande interesse em relação às chamadas fontes não convencionais de energia, tais como a radiação solar, energia eólica, energia oceânica, etc. Posteriormente, no entanto, com a progressiva queda dos preços do petróleo e também em razão das dificuldades encontradas com a viabilização econômica desses aproveitamentos, tal interesse diminuiu consideravelmente.

No Brasil, com exceção da cana-de-açúcar (álcool e bagaço de cana) e do aproveitamento da madeira em centrais térmicas em casos muito restritos, não se prevê contribuição significativa de outras fontes nos próximos anos. Numa visão de mais largo prazo, entretanto, na medida em que a competitividade dos recursos tradicionais se reduza ou que estes se esgotem relativamente, outras opções deverão ser buscadas, não só para a geração de eletricidade, mas também para satisfazer as crescentes necessidades de energia em suas múltiplas formas.

Diante disso, as considerações feitas a seguir tem como principal finalidade ressaltar que, embora ainda não seja economicamente conveniente e, em alguns casos, também não ser possível tecnicamente, utilizar-se na atualidade determinadas formas de energia, elas existem, são várias, e a maioria oferece grande potencial para o futuro, desde que os estudos e pesquisas para tanto, não sofram solução de continuidade. Em alguns casos, talvez se possa afirmar que bastaria decisão política, noutros, uma vez viabilizadas, seriam praticamente inesgotáveis. Um exemplo seria o hidrogênio, desde que obtido a partir de energia elétrica proveniente da viabilização tecnológica

³⁸ Ibid.

dos processos comerciais da fusão nuclear, e esta obviamente, puder ser produzida sem os atuais inconvenientes conhecidos.

As alternativas consideradas pelos estudos da Eletrobrás, com vistas ao suprimento elétrico, são as que seguem.

4.2.8.1 - Energia solar

O Brasil é considerado um país rico em termos de energia solar em razão dos elevados níveis de incidência de radiação solar média em todo o seu território, com poucas variações durante o ano. No que se refere a geração de eletricidade existem duas formas de se converter energia solar em energia elétrica. Uma delas consiste em converter a energia solar em energia térmica a qual é então convertida em energia elétrica, e a outra, denominada de conversão direta, que consiste no uso de células fotovoltaicas.

Atualmente, entre os sistemas de conversão de energia solar em energia elétrica mais difundidos internacionalmente, merece destaque o denominado Sistema Solar de Geração Elétrica - SEGS. Este sistema utiliza concentradores solares cilíndricos de foco linear, e sua tecnologia tem evoluído continuamente a cada unidade construída. Encontra-se em fase de projeto a SEGS IX com 80 MW e existe a perspectiva de se chegar a plantas com 160 ou 340 MW.

Os custos da energia produzida por tais unidades vem sendo continuamente reduzidos de US\$ 240/MWh para as SEGS I para cerca de US\$ 120/MWh nas SEGS VII e são previstos US\$ 80/MWh na SEGS VIII.

No Brasil, os estudos mais freqüentes relacionam-se à região Nordeste e os projetos variam de 1800 MW a 9.000 MW de potência média para Centrais Fotovoltaicas com Painéis Planos Fixos. Para as Centrais Termo-Solares do tipo SEGS, as potências médias variam de 1500 MW a 7.000 MW.

Como se vê os custos ainda estão longe de serem competitivos com outras formas de se obter eletricidade. Mas outra forma indireta de se aproveitar a energia solar radiante, à qual talvez não se dê a devida importância, é o seu uso para aquecimento de água. Como se sabe, uma das formas menos eficientes de se usar a eletricidade é a sua aplicação em chuveiros elétricos, uso esse que, dados os hábitos familiares, ocorre em períodos do dia que chegam a causar problemas ao sistema de abastecimento. Dessa forma, uma das alternativas que sem dúvida merece estudos mais aprofundados é o uso da energia solar para aquecimento. A propósito disto dados da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – Abrava, dão conta que o mercado de aquecimento solar “nunca esteve tão quente”. Segundo a Abrava, apesar da instalação de coletores solares ser ainda mais cara que, por exemplo, um aquecedor elétrico, os custos de seu aquecimento chegam a ser 50% menores que aqueles. E, um sistema que custa R\$ 780,00 é capaz de aquecer 200 litros de água para aquecer o banho de uma família de quatro pessoas diariamente pode ser amortizado em até quatro anos.³⁹

4.2.8.2 - Energia eólica

A energia eólica é uma das mais antigas formas de aproveitamento energético feitas pelo homem. No Brasil a primeira turbina de médio porte para geração comercial com 75 kW de potência está instalada na ilha de Fernando de Noronha.

De acordo com o Plano 2015, o potencial estimado das áreas mais promissoras para o aproveitamento da energia eólica no Brasil são os apresentados no quadro 4.7.

Em termos de custos as seguintes cifras são estimadas:

- a) custo de Investimento US\$ 1.200/kW a US\$ 1.600/kW
- b) custo de geração US\$ 38/MWh a US\$ 84,3 MWh

³⁹ Ver “Mercado de aquecimento solar em alta” por Regina Scharf et al, in Jornal Gazeta Mercantil de 28 de dezembro de 1998, p. A-6.

Quadro 4.7 – Potencial de energia eólica no Brasil.

Regiões	Potencial	(MW)
	(1)	(2)
Norte	7.249	14.500
Nordeste	19.607	39.213
Centro-Oeste	1.068	2.136
Sudeste	1.274	2.547
Sul	779	1.558
Total	29.977	59.954

Fonte: Eletrobrás – Plano 2015

(1) Considerando 20% da área promissora e 22 aerogeradores por km²

(2) Considerando 20% da área promissora e 44 aerogeradores por km²

Estudos mais recentes dão conta de que o preço médio de projetos eólicos modernos e de grande porte (definidos como acima de 50 MW), é de US\$ 1.000 a US\$ 1.200/kW. No que concerne ao custo do MWh gerado, embora de saiba de sua variação conforme o regime de ventos de cada local, existe um projeto no Ceará que está produzindo energia a US\$ 42,00/ MWh.⁴⁰ Como se vê, a esses custos operacionais alternativa eólica já está bastante próxima dos aproveitamentos hidrelétricos planejados para expansão futura. (Ver quadro n° 3.3).

É interessante notar também que, em escala menor, os custos de investimento parecem se situar bastante próximos dos anteriormente referidos, pois de acordo com experiências realizadas no município de Palmas no Estado do Paraná pela Cia. Paranaense de Energia – Copel, em parceria com a empresa alemã Wobben Wind Power, o projeto piloto que opera desde janeiro de 1999 consumiu aproximadamente R\$ 3 milhões para uma capacidade instalada de 2,5 MW distribuída em cinco aerogeradores de 500 kW cada um.⁴¹ Ou seja, se for considerada a cotação média do dólar equivalente ao real (US\$ 1 = R\$ 1), antes da sua desvalorização no início do corrente ano, os custos de investimento seriam aproximadamente da mesma magnitude.

⁴⁰ Ver “Energia eólica e expansão do setor elétrico nacional” por André Leal de Sá, in Jornal Gazeta Mercantil de 27 de janeiro de 1999, p. A-3.

⁴¹ Ver “A força dos ventos para a produção de eletricidade” in Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente. Boletim informativo editado pela Universidade Livre do Meio Ambiente, n° 36 maio/junho de 1999, folha 3.

4.2.8.3 - Xisto

Uma das alternativas que oferece possibilidades de aproveitamento futuro em função de suas potencialidades, é o xisto pirobetuminoso, minério que após processado, resulta num óleo sintético capaz de substituir os derivados de petróleo. A exploração deste recurso, embora conte com tecnologia nacional reconhecida internacionalmente, tem sido postergada continuamente em razão de seus custos de produção - atualmente em torno de US\$ 40/barril - serem ainda muito superiores aos preços do petróleo importado. Além disso, apesar de seus defensores não destacarem com a devida importância a exploração do xisto merece ainda muitos cuidados em razão dos impactos que causa ao meio ambiente.

O Brasil possui uma das maiores reservas de minério de xisto do mundo, superada apenas pela dos EUA. Ao todo, são conhecidas no Brasil nove formações portadoras do folhelho de xisto, as quais, conforme as informações do Balanço Energético Nacional indicam as seguintes cifras de reservas:

Óleo de xisto	5,2 bilhões de Barris
GLP	41 milhões de m ³
Gás combustível	180 bilhões de m ³

Mas, em razão de características físico-químicas, teor de óleo, localização, entre outras, a Petrobrás vem concentrando seus esforços prioritariamente na Formação Irati. Esta formação pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná, se estende desde o centro-leste do estado do Mato Grosso do Sul até o Uruguai, com uma faixa de ocorrência de mais de 2 mil quilômetros. Nesta formação, as reservas medidas são de 2 bilhões de barris de óleo; 25 milhões de toneladas de GLP; 68 bilhões de m³ de gás de xisto e 48 milhões de toneladas de enxofre. As jazidas mais importantes localizam-se em duas áreas de 80 km² e 20 km² do município de São Mateus do Sul no Estado do Paraná, cujas reservas atingem:

700 milhões e barris de óleo de xisto;
9 milhões de toneladas de GLP;
25 bilhões de m³ de gás combustível de xisto;
18 milhões de toneladas de enxofre.

Em São Mateus do Sul, o xisto é encontrado em duas camadas distintas: a camada superior com aproximadamente seis metros de espessura e teor de óleo de 6 a 8% e a camada inferior, com espessura média de 3,2 metros e teor de óleo de 10 a 12%. Entre elas existe uma camada

intermediária cuja espessura média é de 8,40 metros na qual ocorre um outro mineral denominado Calxisto. Nesse município, a Petrobrás opera desde 1972 a Usina Protótipo de Irati – UPI, ao qual acoplou em 1996, um complexo produtivo denominado Módulo Industrial. Atualmente tais instalações respondem por uma capacidade de produção anual das seguintes utilidades:

- a) 1,3 milhões de barris de óleo;
- b) 17 mil toneladas de GLP;
- c) 33,4 toneladas de enxofre;
- d) 45 mil toneladas de gás combustível

Os custos operacionais conjuntos do Módulo Industrial e da UPI, de acordo com a Petrobrás - Six, são apresentados a seguir segundo diferentes taxas internas de retorno do investimento (TIR), tanto em termos empresariais como sociais.

Quadro 4.8 - Custos operacionais da planta de São Mateus do Sul segundo diferentes taxas internas de retorno - (US\$/bbl).

TRI (%)	Empresarial	Social
0	31	24
10	43	29
15	48	33

Como se percebe, as estimativas de custo realizadas pela Petrobrás demonstram que a produção de xisto ainda não é competitiva com o petróleo importado. A defasagem se reduz significativamente ao se considerar apenas os custos de produção sem incluir a amortização do capital investido, pois, nesse caso, os cálculos da Petrobrás indicam o custo unitário do barril de óleo de xisto de US\$ 18,50. Deve-se lembrar, no entanto, que em tais cálculos já estão deduzidas do custo de produção as receitas obtidas com a venda dos energéticos, GLP e Gás de Xisto, além da produção de enxofre.

Embora a importância da viabilidade econômica não deva ser negligenciada, duas questões fundamentais devem ser ressaltadas em relação ao aproveitamento do xisto. A primeira delas refere-se ao potencial de aproveitamento que oferece uma série de subprodutos conseqüente de

sua industrialização. A segunda questão diz respeito aos efeitos ambientais decorrentes de seu aproveitamento.

Da industrialização do xisto pirobetuminoso em São Mateus do Sul resultam diversos materiais passíveis de reaproveitamento industrial possibilitando a obtenção de novos materiais alternativos, principalmente para a construção civil, como, por exemplo: as cinzas de xisto, a torta oleosa, os finos de xisto, e a calxisto. Alguns deles vem sendo objeto de estudos e pesquisas, cujos resultados apontam no sentido de virem a se tornar viáveis, tanto técnica como economicamente.⁴² Isto, uma vez concretizado, contribuirá para que a exploração do “complexo xisto” reduza os custos de seu aproveitamento, até viabilizá-lo economicamente. Outra alternativa, recentemente colocada em estudos, é o aproveitamento do xisto como combustível para geração termelétrica em uma planta com capacidade para 70 MW. De acordo com o projeto deverão ser utilizadas 1,3 milhão de toneladas de xisto por ano, na geração de energia, com investimentos orçados em US\$ 120 milhões. Através da utilização de subprodutos gerados na operação da termelétrica, são previstas a fabricação de 215 mil toneladas por ano de sulfato de amônia (utilizado na fabricação de adubo) e até 800 toneladas por ano de cinza pozzolânica, usada na composição do cimento.

Uma outra iniciativa bastante criativa que está sendo colocada em testes consiste em misturar ao minério de xisto uma proporção de 5% de pneus velhos descartados, ou seja, cada tonelada de combustível a ser queimado nas fornalhas do complexo seria composta por 950 quilos de xisto e 50 quilos de pneus. Os primeiros testes realizados demonstraram que com tal mistura o coeficiente de obtenção de óleo subiu de 8,7% para 9,2%. Assim, além de contribuir para aumentar a economicidade do processo industrial tal iniciativa tem o grande mérito de contribuir também na solução de um dos graves problemas ambientais, qual seja, dar um destino inteligente a parte do enorme volume de pneus que são descartados continuamente. Uma vez implantada em escala industrial a iniciativa deverá processar 3 milhões de pneus por ano, em sua primeira fase, tendo o complexo atual do Xisto, entretanto, capacidade potencial para absorver até 15 milhões de unidades por ano. O fornecimento dos pneus, devidamente picados e prontos para a utilização, deverá ser assumido pela Associação Brasileira de Importadores de Pneus, em obediência a

⁴² A COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro é uma das instituições que vem pesquisando o aproveitamento dos subprodutos da industrialização do xisto há mais de três décadas, com resultados animadores.

legislação (em fase de discussão no Congresso Nacional), a qual estabelece que para cada pneu importado a Associação deverá promover a reciclagem de outro.⁴³

A questão relacionada aos aspectos ambientais é bem mais polêmica e preocupante. Para ilustrar a ordem dos problemas que seriam enfrentados tomar-se-á como referência a dimensão do complexo atual. A escala das instalações industriais do complexo do Xisto em São Mateus do Sul (considerada grandiosa), permite que sejam produzidos apenas 3.870 barris por dia de óleo sintético. Tal volume é insignificante frente às necessidades de combustíveis líquidos mesmo que se considere apenas as necessidades do Paraná que consome um volume da ordem de 112 mil barris por dia de derivados de petróleo (média de 1997). Pois, ainda que a escala do atual complexo fosse decuplicada ou, que fossem instalados mais nove complexos da dimensão do atual (o que permitiria a produção de 38.700 bpd), o estoque das reservas suportaria 52 anos de tal produção (38.700 bpd x 365 dias/ 744 milhões de barris). No entanto, não parece ser supérfluo repetir: o consumo atual de derivados de petróleo é da ordem de 112 mil bpd. Assim, mesmo que fossem contornados todos os problemas e restrições para a referida expansão da produção de xisto, o volume de óleo então obtido, atenderia a apenas algo em torno de 34% das necessidades atuais, isto apenas do Estado do Paraná. Ou, se fosse possível ampliar a escala de produção do xisto ainda mais, na hipótese de se querer atender a todo o consumo atual do Paraná (o que, como se verá mais adiante, é uma alternativa bastante remota, senão inviável), as tais reservas esgotar-se-iam em aproximadamente 17 anos! E, mais rapidamente ainda, na medida que se considere algum crescimento do consumo anual. Apenas para ilustrar o tipo de dificuldades e restrições que seriam enfrentadas com a referida hipótese de expansão do complexo do Xisto, basta lembrar que:

- 1) em termos econômico-financeiros; além do óleo de xisto não ser competitivo com o petróleo, o montante de recursos necessário para a implantação de um complexo semelhante ao atual é muito elevado. Contabilização realizada pela Petrobrás concluiu que desde as primeiras iniciativas até a conclusão do Módulo Industrial, foram investidos no Projeto Xisto, recursos da ordem de US\$ 550 milhões⁴⁴;

⁴³ Ver "Pneu usado vira óleo" por Murilo Mendonça in Revista Paraná & Cia. , ano 3 número 37, pp. 34-37.

⁴⁴ Ver a respeito: Xisto - Considerações sobre sua importância, viabilidade e Potencial de Aproveitamento. Monografia de Conclusão de Curso da Disciplina Fontes Não Renováveis de Energia, apresentada pelo autor junto ao Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos da AIPSE/FEM/UNICAMP. Campinas, junho de 1996. Mimeo.

2) em termos ambientais; embora a situação do atual complexo seja considerada administrável pelas autoridades da Petrobrás, a questão não está suficientemente esclarecida e é alvo de muitas críticas. Que dizer então, de um projeto ampliado na escala considerada, quando não se conhecem experiências semelhantes no mundo?

4.2.8.4 - Turfa

A turfa é o primeiro produto da série dos combustíveis fósseis sólidos (turfa, linhito, carvão, antracito), de idade geologicamente recente constituída de uma mistura heterogênea de materiais orgânicos decompostos parcialmente e de materiais inorgânicos que se acumularam em ambientes saturados de água.

De acordo com estudos realizados pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM, existem atualmente cadastradas no Brasil 66 faixas e áreas com mais de 20 turfeiras localizadas em todas as suas grandes regiões. A cifra estimada para as reservas geológicas compreendidas nessas ocorrências é de 20 bilhões de m³ de turfa “in situ”. Tais recursos equivalem em termos de potencial energético a 63 milhões de tEP, distribuídos entre as regiões Nordeste (33%), Sudeste (56%) e Sul (11), os quais traduzidos em termos de potencial termelétrico instável corresponderiam respectivamente a 334 MW, 579 MW e 109 MW. Ou seja, tais reservas permitiriam a sustentação de uma capacidade de geração de eletricidade de 1.022 MW, durante 25 anos (vida útil das usinas)

4.2.8.5 - Energia oceânica

Responsáveis por 71% da superfície do globo terrestre, os oceanos ocupam uma área de 361 milhões de km² com um volume de 1370 km³. Diante dessas grandezas e admitindo-se que a média de energia solar incidente sobre a superfície dos oceanos é de 176 W/m² pode-se estimar que o potencial dessa fonte renovável, que origina as ondas, as correntes e os gradientes térmicos é equivalente a cerca de 40 bilhões de MW. (Plano 2015).

O Brasil conta com aproximadamente 7.500 km de extensão costeira, possuindo, portanto, um grande potencial de energia oceânica a ser explorado. Dentre as diversas formas da energia oceânica, destacam-se para a geração de eletricidade a energia das ondas e a energia das marés. Segundo estudo realizado pela CESP/IPT⁴⁵, o Brasil conta com potências de ondas que resultam em uma disponibilidade de energia de 120 mil MW a 260 mil MW. Em relação a energia das marés, estudo realizado pela Eletrobrás em conjunto com a Sondotécnica, fornece uma estimativa, considerada conservadora, de que existe um potencial instável de 27 mil MW que permitiriam a produção de 8,2 milhões de MWh/ano.

No que se refere a custos, o mesmo estudo realizado pela CESP/IPT estima as seguintes cifras (US\$ de 1980):

- a) energia de ondas: custo de investimento de US\$/kW 2.100 a US\$/kW 8.500
custo de geração de US\$/kWh 45 a US\$/kWh 190
- b) energia das marés: custo de investimento de US\$/kW 2.000
custo de energia produzida US\$/MWh 123

4.2.8.6 - Hidrogênio

O Brasil vem se empenhando desde 1975 em estudos sobre o hidrogênio. Alguns trabalhos foram realizados principalmente através da FINEP e da CESP, abrangendo as quatro fases do ciclo do hidrogênio; geração, armazenamento, transporte e utilização. Com apoio das citadas entidades, foi criado também naquela época o Laboratório de Hidrogênio da Universidade de Campinas que continua desenvolvendo pesquisas na área.

Embora a eletricidade seja considerada uma das formas mais nobres de energia ela possui uma grande desvantagem que é o fato de não ser viável seu armazenamento enquanto tal. Assim reveste-se de grande interesse a alternativa de transformá-la em um produto que possa ser estocado e/ou, transportado e reconvertido em eletricidade em locais e/ou horários em que ela for demandada. Dentre as diversas possibilidades existentes para tal alternativa, uma que vem despertando grande interesse é a geração de hidrogênio eletrolítico, que pode ser produzido via

⁴⁵Aproveitamento de Energia das Ondas. CESP-IPT (Divisão Naval - Área de Tecnologia de Projeto), julho/80.

eletrólise da água, depois armazenado na forma gasosa ou líquida para então ser convertido novamente em eletricidade com o uso de células de combustível ou em turbinas a gás e/ou vapor que utilizem o hidrogênio como combustível. De acordo com estudiosos da área existe a possibilidade de que no futuro o hidrogênio venha a ser utilizado também como combustível tanto em veículos automotivos como em aviões. A grande motivação para se usar o hidrogênio na forma gasosa ou líquida como combustível deve-se ao fato de que sua combustão gera apenas NOx e, se usado em células de combustível não há poluição alguma, pois nesse caso o efluente é apenas água.

Considerando que as fontes para a produção de hidrogênio são essencialmente a água e a energia elétrica, pode-se dizer que com a tecnologia disponível atualmente, o potencial de produção de energia elétrica a partir do hidrogênio é limitado apenas pelo custo das instalações de produção do combustível e geração de energia. Entretanto, o desenvolvimento de novas tecnologias tais como a fusão nuclear ou as células de combustível, poderão modificar completamente o panorama energético, no qual a eletricidade e o hidrogênio ocuparão as bases de um novo sistema. Por enquanto, de acordo com informações do Plano 2015⁴⁶, o custo de comercialização do hidrogênio hoje, pelas companhias distribuidoras (White Martins, Air Products, etc.) é da ordem de US\$ 1.00/Nm³, com um consumo de energia elétrica próximo de 5,5 kWh/Nm³.

Como já se referiu, os grandes problemas que estão retardando a utilização do hidrogênio como combustível são os altos custos de sua produção bem como as dificuldades quanto a segurança e seu armazenamento. Outros estudos tem analisado a viabilidade técnico econômica de se utilizar o excesso da geração elétrica, a chamada energia secundária, passível de ser gerada nos horários de baixa demanda ou fora dos horários de pico, para a produção de hidrogênio eletrolítico.⁴⁷ No Brasil, como se sabe, existe atualmente uma capacidade instalada de

Biblioteca do MME.

⁴⁶ Os Planos 2000, 2010 ou 2015 são os chamado planos de longo prazo que o Departamento de Planejamento da Eletrobrás elaborava para o Setor Elétrico Brasileiro.

⁴⁷ Ver por exemplo a) Andreassen et al., (1993); b) Hammerli (1991); c) Bockris (1988); d) Stuart (1991, Apud Souza (1998).

aproximadamente 61 mil GW.⁴⁸ Fora dos horários de pico, ou seja, quando a demanda não é a máxima parte do potencial ou é desperdiçado ou deixa de movimentar as turbinas, vazando pelos vertedouros das hidrelétricas.

Recentemente, um desses estudos avaliou as possibilidades de aproveitamento da energia elétrica secundária no Brasil para a produção de hidrogênio eletrolítico.⁴⁹ Dentre seus principais resultados destacam-se a demonstração do potencial existente no Brasil para a produção de hidrogênio, via energia secundária, e a estimativa dos custos de produção do hidrogênio via eletrólise da água, segundo diferentes escalas de produção. Mais especificamente, tais resultados foram os seguintes:

- a) potencial de energia hidrelétrica excedente (ou secundária) disponível nos sistemas interligados brasileiros é da ordem de 2.800 MW médios, sem considerar Itaipu, dos quais 2000 MW médios encontram-se no sistema interligado SUL/SUDESTE e, está disponível em maior quantidade no período de dezembro a abril;
- b) o custo mínimo de produção de hidrogênio eletrolítico via energia secundária e firme no sistema SUL/SUDESTE é de US\$ 0.084/Nm³, numa planta de 81.000 Nm³/h; ou seja, um potencial de 356 MW médios
- c) o investimento fixo necessário para a referida planta foi estimado em US\$ 140,5 milhões, ou seja, US\$ 393,5 mil/MW médio

Como se vê, embora seja uma alternativa tecnicamente interessante, o potencial existente é relativamente modesto quando comparado a capacidade atualmente instalada do parque hidrelétrico brasileiro. Quanto a viabilidade econômico-financeira vê-se que:

- a) o investimento fixo é uma opção vantajosa, quando comparada, por exemplo, com a hidrelétrica de Salto Caxias no Rio Iguaçu recentemente inaugurada, cujo investimento fixo foi de US\$ 806,4 mil/MW (US\$ 1 bilhão/1240 MW ou US\$ 1 bilhão/756 MW médios considerando um fator de carga de 60%);

⁴⁸ Ver item 2.3 deste capítulo.

⁴⁹ Ver Souza, S. N. M. de "Aproveitamento da Energia Hidroelétrica Secundária para a Produção de Hidrogênio Eletrolítico". Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos - FEM/UNICAMP. Campinas, 1998.

b) quanto aos custos de geração (operacionais) a comparação não é possível pois não se trata do mesmo processo. A geração de hidrogênio, via energia secundária, representa um melhor aproveitamento das hidrelétricas já instaladas. No entanto, é importante ressaltar que o seu custo de produção (US\$ 0.084/Nm³) é altamente competitivo com os preços atualmente praticados no mercado (US\$ 1.00/Nm³).

4.2.8.7 - Resíduos

A maior parte de resíduos gerados atualmente pela nossa sociedade sejam urbanos, residenciais ou industriais (lixo e esgotos), ou agropecuários não são aproveitados, gerando sérios problemas ambientais. Entre os resíduos gerados em larga escala e passíveis de serem aproveitados para fins energéticos destacam-se os resíduos do setor sucro-alcooleiro, papel e celulose, indústrias alimentares, curtumes, beneficiamento de produtos agrícolas, além dos decorrentes da atividade agropecuária. Alguns deles já vêm sendo aproveitados com bons resultados como é o caso do bagaço de cana-de-açúcar, conforme já discutido anteriormente. (Ver item 2.5). Uma outra forma de se enfrentar a questão do aproveitamento dos resíduos que pode a ela ser associada e gerar significativas economias de energia, engloba a questão mais geral da reciclagem de materiais. A esse respeito, Brown et alii (1990) ao discorrerem sobre as características que a almejada sociedade sustentável do futuro deva possuir destacam a necessidade de reciclagem e reutilização de materiais, cuja consequência além dos benefícios ambientais diretos, implica também na significativa economia de energia.⁵⁰

Um exemplo mais recente de oportunidades que existem nesse sentido pode ser encontrado na pesquisa de Figueiredo (1994), na qual são analisados os setores produtivos do alumínio, vidro, papel e plástico.⁵¹ As informações apresentadas pela pesquisa dão conta de que no caso do alumínio o potencial e recuperação energética associada ao seu reaproveitamento é superior a 90%. Ou seja, se ao invés do processo convencional o alumínio for produzido a partir de sua reciclagem consumirá apenas 10% da energia gasta no processo convencional. Com relação ao

⁵⁰ Ver Brown, L.R. et alii. "O Planejamento de uma sociedade sustentável", in Salve o Planeta! Qualidade de vida – 1990, pp. 217-293.

⁵¹ Figueiredo, P.J.M. "A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental". Editora UNIMEP. Piracicaba, 1994.

potencial de energia recuperável a partir da reciclagem do papel a estimativa é de 28%, ou seja, a produção de papel a partir de sua reciclagem consome 72% da energia utilizada nos processos convencionais. Para os outros setores embora se afirme que o potencial é elevado não são apresentadas cifras.⁵²

Outra alternativa que oferece considerável potencial para a geração de energia encontra-se nos centros urbanos de determinado porte, através da utilização dos resíduos aí descartados pela sociedade. Uma idéia desse potencial pode ser obtida a partir de um estudo realizado pela CESP com vistas ao aproveitamento do lixo urbano de diversas áreas metropolitanas do país, no qual chegou à conclusão de que seria possível a implantação de uma capacidade instável de 747 MW, cujos custos do KWh gerado seriam competitivos com os da opção hidráulica. No projeto básico desenvolvido, previa-se a instalação de termelétricas com 40 MW de potência que consumiriam 3.000 toneladas de lixo por dia.

Esses são apenas alguns exemplos que servem para ilustrar as diferentes possibilidades já existentes para o aproveitamento de resíduos, quer economizando significativamente a energia necessária, quer convertendo-os diretamente em energia. Tais iniciativas vem ganhando impulso nos últimos anos em razão da necessidade que a humanidade tem de procurar formas de desenvolvimento sustentável.

4.2.9 – Conservação e racionalização

Diversas e variadas foram as opções ou alternativas de fontes energéticas analisadas até aqui (além das chamadas fontes tradicionais), quanto às suas principais características e potencialidades que demonstram para virem integrar a matriz energética do Brasil no futuro. Quais são aquelas que efetivamente oferecem reais oportunidades de investimento? Em quanto tempo será possível contar com suas respectivas contribuições na oferta de energia? Os resultados não são ainda conclusivos, pois variam em razão do maior ou menor detalhe das informações que foram possíveis reunir e avaliar a respeito de cada uma delas. Uma conclusão, no entanto, parece ser

⁵² Figueiredo (1994), op. cit. pp. 173-183.

possível. Trata-se da tendência de diversificação crescente quanto ao abastecimento futuro. Por outro lado, independente mas complementar a essa tendência, uma alternativa que vem ganhando expressão nos últimos anos é a conservação e racionalização das atuais e conhecidas fontes energéticas. Vários estudiosos tem se manifestado a respeito demonstrando o caráter perdulário e pouco eficiente quanto aos usos e costumes de se utilizar as variadas fontes energéticas no mundo atual. Alguns afirmam que a maneira mais barata e mais ecológica de se obter energia é aprender a utilizar as fontes já disponíveis e conhecidas com responsabilidade, racionalidade e eficiência.

Alguns dados são suficientes para que se justifique a preocupação com a racionalidade e a eficiência quanto ao uso de energia no Brasil. A Eletrobrás calcula que apenas com a iluminação são desperdiçados US\$ 2,5 bilhões por ano.⁵³ Para se ter idéia do que isso significa basta lembrar que na construção da Usina de Salto Caxias recentemente inaugurada no Paraná, com capacidade de 1240 MW, foram gastos US\$ 1 bilhão. Ou seja, se tal desperdício fosse eliminado seria possível agregar ao sistema 3.100 MW, o que equivale à toda necessidade adicional de energia elétrica por ano, na hipótese de um crescimento de 5% sobre a atual capacidade instalada (61 mil MW). Em termos de toda a energia elétrica comercializada a Eletrobrás estima-se uma perda de 15%, o que de acordo com os mesmos parâmetros corresponde a 9.300 MW!

Para contribuir no sentido de reduzir tais desperdícios o governo brasileiro possui no âmbito do MME alguns programas de racionalização e conservação de energia. Um deles, denominado PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia, coordena atualmente programas de eficiência energética em vários estados do Brasil, cujo objetivo é economizar 1200 GWh por ano até 2001, apenas no segmento industrial.

4.3 - Limites e Possibilidades de Expansão da Matriz Energética Nacional

Os indicadores de consumo *per-capita* de energia no Brasil, conforme demonstrado no capítulo anterior, revelam-se bastante reduzidos quando comparados com o consumo de países ditos “desenvolvidos”. Mas não é só isto. Dentro de suas fronteiras também é marcante a

⁵³ Ver “Cresce o interesse pela eficiência energética” por Daniela Caride in Jornal Gazeta Mercantil – Relatório Energia, de 30 de junho de 1999, p. 5.

disparidade em termos do consumo de energia (ver item 3.2 do citado capítulo). Embora não se desconheça o risco embutido nesses tipos de comparações (mix de diferentes energéticos, relacionando diferentes realidades, com diferentes requisitos de energia, conforme inclusive usos, costumes, etc.), **dado o nível das discrepâncias existente**, não parece haver muita dúvida de que para elevar o nível de bem estar de sua população, pelo menos das camadas mais desfavorecidas, é imprescindível o aumento do suprimento energético, ou alternativamente, uma verdadeira revolução quanto a forma tradicional de se utilizar energia e a forma com que dela se apropriam as diferentes classes sociais. Parece ser de “bom senso” que nenhuma dessas duas alternativas possa ser implantada, imediatamente. A primeira delas, simplesmente, porque se estaria reproduzindo o mesmo tipo de modelo, com todas as suas irracionalidades, desperdícios, ineficiências e principalmente amplificando, via a má alocação de energia, a injustiça social e, ainda concomitantemente, intensificando danos e problemas ambientais. Por outro lado, a primeira alternativa não é também viável porque o país não possui os recursos energéticos que seriam exigidos para sustentar a continuidade do modelo em curso (conforme se pretende sustentar na análise logo em seguida). A segunda alternativa, embora desejável, é inviável a curto prazo e talvez mesmo a médio prazo em se tratando da natureza das transformações exigidas (profundas alterações na base de sustentação e da organização dos sistemas produtivos em geral, bem como dos sistemas de distribuição de mercadorias e circulação tanto de mercadorias quanto de população). Em duas palavras, tal alternativa consiste em se alterar o “modelo de desenvolvimento” ou o “estilo de desenvolvimento” vigente, em sentido amplo. (Ao final deste capítulo apresentar-se-ão em caráter preliminar algumas considerações nesse sentido). A conclusão, portanto, parece ser a de que: **é imperativa a construção/organização de uma fase de transição até que se consiga encaminhar as soluções, para uma nova ordem ou novo estilo de desenvolvimento integrado sustentável.**

Na seqüência, pretende-se inicialmente apresentar os argumentos pertinentes no sentido de defender a insustentabilidade de continuidade do atual modelo por muito tempo. Isso será tentado em dois momentos. Numa primeira abordagem discutindo as conseqüências que haveriam na hipótese de se continuar adotando os atuais padrões de consumo em escala crescente (seção 4.3.1). Num segundo enfoque (seção 4.3.2), procurar-se-á demonstrar que a continuidade do padrão de consumo será comprometida pelo esgotamento relativo dos recursos. Diante dessas

restrições e limitações procurar-se-á especular em caráter introdutório sobre a necessidade de se encaminhar a discussão da questão para o lado da demanda, modificando-se os padrões de consumo (seção 4.3.3). Mas, para isso parece ser necessário mudar o modelo de desenvolvimento social em direção ao "desenvolvimento sustentável", conforme a discussão desenvolvida no capítulo 1.

4.3.1 - Conseqüências da continuidade do atual modelo de consumo energético.

A idéia central desta seção está sintetizada em seu próprio título. Pretende-se especular sobre as conseqüências da continuidade do atual padrão de consumo energético no Brasil. Noutros termos, procura-se indicar quais seriam as principais implicações, tanto em termos de escala como em termos de impactos ambientais, se o suprimento energético continuasse a ser feito com base nos **mesmos** modelos de produção para atender os **mesmos** padrões de consumo, ou seja, para atender a crescente demanda de energia basta que se reproduzam em escala ampliada os atuais aparelhos componentes do parque produtivo de energia instalado. Ou, se precisa de mais eletricidade que se construam mais hidrelétricas e/ou termelétricas, se a necessidade é de mais combustíveis que se extraia mais petróleo, e se refine mais derivados, e assim por diante. E, como resultado ter-se-á: barragens com áreas alagadas cada vez maiores, quantidades crescentes de poluentes despejados no meio ambiente, aquecimento do planeta, aumento do buraco de ozônio, chuva ácida....

Em termos quantitativos, como se sabe (ver tabela 4.1), o Brasil consome 227,3 milhões de tEP de energia primária por ano. Se o consumo continuar crescendo às mesmas taxas históricas, por exemplo, os 4,2% médios ao ano, do período 1970/1997, seriam necessárias de 517 a 781 milhões de tEP nos próximos 20 a 30 anos! Isso significaria expandir o atual parque produtor de energia primária em múltiplos que variam de 2,27 a 3,43 vezes! Embora tais cifras possam impressionar à primeira vista, é importante lembrar que se o Brasil quisesse se aproximar dos níveis **atuais** de consumo energético per capita de países como EUA ou Canadá, teria que promover uma multiplicação ainda maior, uma vez que em tais países já se consumia em 1990, 40 barris de óleo equivalente/per capita/ano, contra apenas 7 barris de óleo per capita/ano, no Brasil. (Ver seção 3.2 do capítulo 3). Como se vê, a necessidade de ampliação da oferta de energia não

parece absurda, mas seriam as conseqüências de tal ampliação suportáveis e/ou administráveis, com base nos padrões atuais de comportamento, conhecimento e tecnologia?

Uma interessante avaliação a respeito das principais conseqüências que decorreriam da continuidade do atual modelo de consumo energético já foi feita por Sevá Filho et alii (1995)⁵⁴. Por isso, tal estudo será tomado como referência e roteiro de análise. Quando se julgar conveniente, interromper-se-á sua reprodução para fazer comentários ou considerações necessárias, através de notas especificadas.

Assim, conforme os referidos autores:

“As dimensões da atual matriz energética brasileira indicam que a maior parte das energias primárias provêm das fontes consideradas renováveis..., somando 60% do total... No entanto, a economia e a sociedade são claramente dependentes dos combustíveis de origem fóssil - mais de 70 milhões de toneladas anuais de petróleo, 55 % aqui extraídas, 45 importadas, e mais de 20 milhões de toneladas de carvão mineral, 5 a 6 milhões para as termelétricas, aqui extraídos e mais de 15 milhões para a siderurgia a coque, totalmente importados.... Neste quadro, vale a pena, nesta conjuntura de transição, meados de 1994, especular sobre quais as proporções desta matriz, destes fluxos, - tudo a depender, é claro, do que venha a acontecer com a sociedade brasileira e com suas principais atividades econômicas nos finais do século XX.

Duas hipóteses básicas podem ser lançadas:

I) SE houver uma reversão nítida e concreta nos mecanismos já instalados, de concentração de rendas e de perdas salariais - e SE isto resultar numa melhoria das condições de vida para amplos grupos sociais - é provável que haja um crescimento razoável da demanda total de algumas mercadorias energéticas, por exemplo: gás de botijão, eletricidade residencial, diesel para transportes de passageiros e de cargas.

II) SE houver uma retomada dos investimentos produtivos e do ritmo de acumulação de capital, uma das tendências mais fortes é justamente a de um simples aperfeiçoamento da estrutura produtiva atual. Sem a mudança mais radical dos parâmetros técnicos e dos princípios da política econômica, a ampliação das atividades de alguns setores terá forte repercussão na produção e no uso da energia.

Como exemplos dessas hipóteses:

A. Exportar mais eletricidade? Barrar todos os rios?

SE forem decididos aumentos nas toneladas atualmente exportadas de alumínio, estanho, ferro-ligas, celulose, produtos petroquímicos, isto “exigiria” grandes demandas adicionais de eletricidade a ser fornecida em alta voltagem e alta amperagem, “em blocos” contínuos; esta eletricidade seria gerada em centrais hidrelétricas localizadas em geral a grandes distâncias dos atuais centros de consumo .

SE forem instalados mais 150 mil megawatts, quase o triplo da potência atual, seriam barrados os trechos de rios que restam, dentro da noção de “potencial” hidráulico disponível. Mas aí teríamos um total de mais de 10 milhões de hectares submersos, várias centenas de eco-sistemas artificiais, caprichosos e pouco conhecidos para tentar gerenciar; além de alguns milhões de hectares atravessados pelas linhas de transmissão.”⁵⁵

⁵⁴Seva Filho, A.O. et alii. “Renovação e Sustentação da Produção Energética” in Cavalcanti, C. (org.). Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação João Nabuco, 1995, pp. 345-365.

⁵⁵ Op. cit. pp. 360-361.

Nota 1: Conforme já visto (quadro 4.3), o potencial hidrelétrico existente no Brasil a aproveitar soma a 97.409 MWano de energia firme, ou a aproximadamente 200 mil MW de potência nominal. Como a capacidade instalada de energia firme está, atualmente, em torno de 30.000 Mil MW/ano, ou a aproximadamente 60.000 Mil MW em termos de capacidade nominal, resta ainda disponível um potencial de mais de três vezes o instalado. Assim, dependendo de como foi avaliada a área acima a ser inundada (10 milhões de ha), a mesma pode, na verdade, ser ainda muito maior.

“As várias possibilidades de economia de eletricidade, com o aumento das eficiências na geração, na transmissão e nos usos finais desta energia, e as oportunidades de ampliação das energias ofertadas por meio de autoprodução em alguns empreendimentos industriais, e de co-geração de vapor e eletricidade em muitos outros estabelecimentos - são muito pouco aproveitadas e incentivadas. Além disso, não têm sido prioritários os investimentos necessários para a manutenção e reforma atual do parque técnico (barragens, reservatórios, centrais e linhas de transmissão).

SE tais condições não se alterarem, as eventuais ampliações com a construção de novas centrais e linhas serão provavelmente mais caras e menos eficientes do que as possíveis medidas de reforma e eficiência deste setor. As estimativas para o “ganho de energia virtual”, através destas providências são da ordem de 15 a 20% da potência total atualmente instalada.”⁵⁶

Nota 2: Como a potência atual instalada é de 60.000 mil MW, mesmo que todo esse “ganho” possa ser apropriado, teríamos uma economia ao redor de 11.000 mil MW, o qual, embora seja relevante, sustenta uma expansão de consumo por um período de apenas 4 a 8 anos, dependendo do ritmo de crescimento do consumo (2,4% ou 4 % a.a.).

“B. Favorecer veículos leves? Ou, resolver a questão dos transportes?”

SE todos os veículos que rodam com misturas de gasolina passarem a rodar com misturas de álcool, SE chegarmos por exemplo a 15 milhões de carros a álcool e SE forem mantidos os atuais parâmetros, teríamos uns 15 milhões de hectares de canaviais. Dificilmente seriam ampliadas geograficamente as atuais zonas canaveiras, por exemplo no interior de SP, as bacias dos rios Piracicaba, Tietê, Mogi e Pardo, entre outras, no Norte fluminense, e no nordeste oriental; mas, poderiam ser alargadas as novas frentes de expansão, no Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, por exemplo. Os consumos de óleo diesel e de agroquímicos, já grandes, poderiam ser quase triplicados.”⁵⁷

Nota 3: atualmente existem no Brasil aproximadamente 5 milhões de hectares com cana-de-açúcar e aproximadamente 4,5 milhões de veículos à álcool, de uma frota total de 26,2 milhões de automóveis (Anuário dos Transportes). Parece importante contrastar as áreas necessárias para expansão, a nível regional, e também com aquelas necessárias aos aproveitamentos hidrelétricos.

⁵⁶ Op. cit. p. 361.

⁵⁷ Op. cit. p. 362.

Como se sabe, é na região Centro-Sul do país que se encontram as grandes áreas com cana-de-açúcar. Apenas o estado de São Paulo concentra quase a metade das lavouras e maior parte da produção tanto de açúcar como de álcool. Realmente, nesse estado dos 4,6 milhões de hectares ocupados com as principais lavouras a cana de açúcar responde por 46%. Mas ao se deslocar a comparação para todo o Brasil vê-se que a cana-de-açúcar ocupa apenas 9% quando confrontada com o total da área das lavouras; 2,5% quando comparados ao total das áreas com pastagens; e, apenas 1,3% do total das áreas disponíveis para uso agrícola, pastagens e florestas. (Ver quadros do anexo II).

“Entretanto, neste setor o comando está mais nas mãos da indústria automotiva, que vem de uma recuperação recente nos seus níveis de produção, e que pode planejar chegar aos dois milhões de veículos novos por ano. Aumentando também a entrada de veículos importados, vai sendo puxado o consumo maior de gasolina e de Diesel.

A estreita interdependência dos combustíveis obriga a raciocinar simultaneamente com os dois lados da questão: as proporções de derivados obtidos nas refinarias brasileiras são da ordem de 15 a 18 por cento de gasolina (depois aditivada com 12 a 22 por cento de etanol anidro), de 32 a 38 por cento de óleo diesel; as proporções dependem dos tipos de óleos crus e resíduos intermediários que são processados e das tecnologias de refino/craqueamento adotadas em cada refinaria.

SE for crescendo a proporção de carros novos a álcool, ou se for sendo aumentada a proporção de etanol nas misturas de gasolina, é possível tecnicamente aumentar o volume de álcool produzido em cada safra SEM necessariamente aumentar os canaviais e instalar novas destilarias. Isto, porém, SE forem melhorados os atuais parâmetros de produtividade e de eficiência na produção de cana, do álcool e nos motores dos veículos.”⁵⁸

Nota 4: para se ter uma idéia da viabilidade dessas medidas basta lembrar dos indicadores de produtividade obtidos com a cultura da cana-de-açúcar no Brasil e em São Paulo nos últimos anos. Nos anos 90, tal indicador foi de 64,7 t/ha para a média brasileira e de 76,4 toneladas para a média das lavouras em São Paulo. Como se vê, só aí, nota-se uma diferença de 18%. Quanto ao rendimento industrial, a média brasileira, também nos últimos anos tem sido de 70 litros/toneladas ou menos, enquanto que nas destilarias de São Paulo tem atingido a marca de 85/90 litros/tonelada e até mais.⁵⁹ Outra área em que existe grande potencial para aumentar a produção de álcool sem ampliar o fomento agrícola ou industrial está na otimização da produção de álcool através do uso mais eficiente das instalações industriais, aumento do período de safra, utilização de outras matérias primas em complemento à cana-de-açúcar, aproveitamento dos recursos disponíveis no complexo, como bagaço, vinhoto, leveduras, etc.

⁵⁸ Op. cit. p. 362

⁵⁹ Ver quadro I do anexo II.

“A partir do curto prazo, poderá aumentar progressivamente a frota com motores a ônibus e caminhões queimando GNV - Gás Natural Veicular; mais a médio prazo, utilizando bio-gás de resíduos (p.ex. obtido do bagaço ou vinhoto das destilarias); ou ainda, a longo prazo, poderá ser implantado um programa de substituição de diesel por óleo vegetal (p.ex. de mamona, dendê, amendoim).”⁶⁰

Nota 5: Embora seja uma alternativa altamente interessante em termos ambientais, a utilização de gás natural em veículos é de pouca relevância se se considerar a limitação das reservas nacionais (ver item 4.2.2), e a existência de usos competitivos mais nobres. No entanto, poderá perdurar por mais algumas décadas se forem intensificadas suas importações de países vizinhos como a Argentina, Bolívia, e até o Peru, onde a Petrobrás através de sua subsidiária acaba de encontrar grandes reservas de gás natural. Alternativa mais interessante, agora principalmente em termos econômico-sociais, é a referente a utilização de óleos vegetais em substituição ao óleo diesel, dado que é em função deste derivado que é feita a política de importação de petróleo pelo país, e, além disso, é ele que se constitui na principal dificuldade de substituição de combustíveis líquidos da matriz energética. No entanto, cabe ressaltar que pelas dimensões do problema ‘substituição do diesel’ grandes áreas agrícolas teriam que ser apropriadas para o cultivos de oleaginosas, passando a competir com outros usos, principalmente os alimentares. Embora ainda não totalmente equacionada a alternativa de se utilizar os subprodutos da fabricação do álcool para a produção de biogás também não pode ser desprezada. Estudos tem sido feitos tanto no sentido da gaseificação do bagaço como na obtenção do gás metano a partir de vinhaça. Considerações sobre o aproveitamento do bagaço já foram feitas no item 2.5. Cabe aqui fazer referência ao aproveitamento do vinhoto ou vinhaça, resíduo resultante da destilação do álcool, que ocorre na proporção de 12 a 15 litros para cada litro de álcool.

Antes disso é importante lembrar que a produção de álcool, considerando toda a sua cadeia produtiva, possui uma incoerência notável que é a sua dependência de um grande volume de óleo diesel. Desde a produção da matéria-prima, seu transporte para a destilaria, e depois, o transporte do álcool até as distribuidoras e os pontos de varejo, o combustível, normalmente utilizado, é o óleo diesel. Ou seja, para se obter o álcool (combustível renovável) ainda se depende muito de um combustível não renovável (óleo diesel). De acordo com Ferreira (1992), considerando apenas a fase agrícola do processo, isto é, até a entrega da cana-de-açúcar no pátio da indústria são gastos

⁶⁰ Op. cit. pp. 362.

195,3 litros de óleo diesel por hectare cultivado. (Nesse cálculo adota-se também o rendimento médio de 75 toneladas e cana-de-açúcar/hectare).⁶¹

Barbeli (1997), em recente estudo analisou as possibilidades do gás metano fóssil e de biodigestão nas frotas de veículos em São Paulo e outras regiões.⁶² Uma das possibilidades estudadas foi justamente a viabilidade de substituir o óleo Diesel pelo gás metano de vinhaça, na fase agrícola da produção do álcool. Dentre os resultados obtidos os seguintes devem ser destacados:

- a) o volume de gás metano que poderia ser obtido através do processamento da cana colhida anualmente em São Paulo é muito superior ao volume de óleo diesel utilizado (da ordem de 46 vezes).
- b) o gás metano obtido da vinhaça possui um pequeno custo de produção que é da ordem de US\$ 0,108/Nm³.
- c) O grande desafio é convencer os empresários do setor que alegam problemas de sazonalidade na produção de biogás, esquecendo-se da possibilidade de armazenamento, e/ou da possibilidade do mesmo poder ser substituído pelo álcool na entressafra. Ressalte-se também que os mesmos não são motivados em razão dos baixos preços do óleo diesel.
- d) Mas, em síntese, observa que através de uma mudança de mentalidade dos empresários do setor, a substituição dos combustíveis tradicionais, principalmente o óleo diesel, pelo gás metano de vinhaça, poderá num futuro próximo se viabilizar, proporcionando ao país economia de divisas com a importação de combustíveis, além de um ganho ambiental expressivo, com a frota de caminhões deixando de consumir o óleo diesel.⁶³

“Com tudo isso, vê-se que a sustentação e a reforma necessária nos setores do álcool e do petróleo/gás somente podem ser encaminhadas para uma solução mais séria e estável, se houver modificações na ESTRUTURA DE TRANSPORTES e de combustíveis para transportes em todo o país.

⁶¹ Ferreira, A. “Demanda e Conservação de Óleo Diesel na Fase Agrícola do Proálcool.” Tese de Mestrado. Área de Planejamento de Sistemas Energéticos – Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica. UNICAMP. Campinas, 1992, p. 64.

⁶² Barbeli, M. C. “Análise do uso e das possibilidades do gás metano fóssil e de biodigestão nas frotas de veículos em São Paulo e outras regiões, nos anos 90”. Dissertação de mestrado defendida na Área de Planejamento de Sistemas Energéticos do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas. Campinas, fevereiro de 1998.

⁶³ Op. cit. pp. 109-113.

C. Desmatamento até o fim? Ou, eucaliptais sem fim?

SE todos os metais e ligas fossem fundidos com carvão vegetal, deveríamos cortar a cada ano dois milhões ou mais de hectares de matas nativas e remanescentes, além de manter uns cinco milhões de hectares de eucaliptais exclusivos para o carvoejamento. Isto mantendo-se os baixos índices atuais de produtividade e aproveitamento deste energético.

SE decidirmos não mais cortar as matas nativas e remanescentes para fins de carvoejamento, teríamos então que manter oito a dez milhões de hectares de eucaliptais para carvão, e arcar com despesas crescentes com uso de derivados de petróleo nas etapas de reflorestamento, de abate das árvores e do transporte até a boca dos fornos industriais.

As dimensões futuras da cobertura vegetal são também muito preocupantes. Vindas das regiões mais populosas e das mais pobres do país, avançam as frentes agropecuárias e agroflorestais, nas direções Oeste e Norte, juntamente com os surtos de garimpagem e com alguns canteiros de grandes obras. Os ciclos do carvão vegetal e depois, da celulose, já haviam provocado problemas sérios em Minas Gerais e em regiões vizinhas, da Bahia, do Espírito Santo. Parecem agora apontar para o Norte do país, especialmente na faixa da ferrovia que transporta o minério de ferro da Serra de Carajás (PA) para o terminal na ilha de São Luiz (MA), mas também para outras regiões do Maranhão (Baixada e vale do Itapecuru), e do Tocantins (ao longo da ferrovia Norte-Sul, já iniciada).

SE for cumprida a meta de transformar o país no primeiro exportador mundial de celulose, poderemos chegar também a alguns milhões de hectares de glebas reflorestadas para a extração de celulose, cujos processos industriais também são intensivos no uso de energia e de água.”⁶⁴

Nota 6: Além das necessidades adicionais de energia que teriam de ser atendidas para esse fim, não se deve esquecer das áreas das glebas reflorestadas que viriam a se somar às anteriores já referidas (cana-de-açúcar, hidrelétricas, oleaginosas, etc.).

“D. Continuar a depender dos combustíveis fósseis?”

SE fossem concretizadas as principais metas dos setores internacionais que dominam os mercados de petróleo, gás natural e carvão mineral, a própria matriz energética planetária das próximas décadas teria *uma proporção* maior destes combustíveis. Neste contexto, a matriz brasileira desta mesma época estará condicionada pelo que acontecer em escala mundial, além de estar, em parte, determinada pelas diretrizes governamentais e das principais empresas que aqui operam.

MESMO SE supusermos que não há como eliminar a curto prazo a participação do petróleo e do carvão mineral em nossa matriz, *há alternativas e variantes* que aliviaríamos os problemas ambientais e energéticos do país. Por exemplo, um uso maior e mais difuso do gás natural - principalmente de seus derivados que possam ser canalizados ou engarrafados, e também na geração de eletricidade com turbinas que são 50% mais eficientes que as termelétricas convencionais.”⁶⁵

Nota 7: É preciso reiterar que as reservas brasileiras de gás natural são muito limitadas. Conforme se verá logo a seguir (item 4.3.2.1), mesmo que se continuasse a produzir as mesmas quantidades de gás natural, as reservas se esgotariam em prazos de 20 a 38 anos conforme forem as taxas médias de crescimento de 2% ou 4,2%, respectivamente. No que concerne a sua utilização em termelétricas é preciso notar também que o esgotamento das reservas em muito se

⁶⁴ Sevá Filho et alli (1995), op. cit. p. 363.

⁶⁵ Op. cit. p. 363.

aceleraria, pois como se sabe, para cada MW de energia elétrica gerado são necessários aproximadamente 4 mil 3 de gás natural/dia. Então, apenas ilustrar o que isso significa considere-se o exemplo que segue.

Uma potência adicional de 2.562 MW (potência necessária para atender ao crescimento do consumo de eletricidade de apenas um ano a taxa de 4,2%) consumiria 10,242 milhões m³/dia (ou 3,74 bilhões/ano) ou o equivalente a 50% das reservas nacionais provadas, em apenas 30 anos (tempo de vida útil de uma usina). Ou seja, é elucidativo enfatizar, **apenas 5.124 MW de potência adicional**, que é o acréscimo necessário para o crescimento de apenas dois anos de consumo atual de eletricidade no país, comprometeriam todas as reservas nacionais provadas de gás natural. Diante desse quadro, como atender aos outros usos ou necessidades de gás natural?

Assim, é evidente que se a política é aumentar a participação de gás natural na matriz energética brasileira serão necessárias importações crescentes e/ou muito sucesso com novas descobertas. Embora se saiba que os vizinhos latino-americanos do Brasil, como a Argentina, Bolívia e Peru possuam reservas bem mais robustas é de se perguntar até que ponto eles estarão dispostos a renunciá-las, a favor do Brasil dentro dos cenários que se vislumbram a médio ou a longo prazo, e a que preços?

“MESMO SE SUPUSERMOS QUE a atual carga de petróleo cru não seja aumentada, é primordial um melhor aproveitamento energético do petróleo nas próprias refinarias, que sejam processados óleos com baixo teor de enxofre, e que sejam ainda aumentadas as eficiência de queima em todos os usos finais.

Já a questão do carvão mineral tem que ser avaliada em conjunto com a questão do carvão vegetal. SE forem importados minérios de melhor qualidade e se as siderúrgicas integradas a coque reformarem seus balanços energéticos e ambientais, já seria uma melhoria importante. Mas, pode-se também decidir por uma estabilização do consumo do carvão metalúrgico e por uma retomada da metalurgia do carvão vegetal; e ainda por uma conversão das termelétricas de carvão para gás, no Sul.

Em síntese:

I. Se os ciclos renováveis forem ampliados dentro dos atuais parâmetros: todos os trechos de rios com potencial hidráulico serão barrados; muitas regiões terão uma grande parte de suas terras sendo submersas por reservatórios; outras terras extensas serão desmatadas, cobertas com eucaliptais e com canaviais. todas essas possibilidades devem ser evitadas.

II. Os ciclos renováveis baseados na energia dos rios e da vegetação são majoritários para a energia no país, mas têm custos sociais e ambientais ponderáveis. Devem ser sustentados e reformados a partir de agora, antes de serem eventualmente ampliados. Os outros ciclos renováveis (como o fotovoltaico, eólico e os resíduos orgânicos) têm um bom potencial de aplicações diversificadas, e devem ser incentivados.

III. As mercadorias de origem fóssil são também essenciais para a energia do país e tem custos sociais e ambientais ainda maiores do que as mercadorias obtidas dos ciclos renováveis. Os esforços mais urgentes devem se concentrar na diminuição de tais custos, na reforma das instalações e dos procedimentos para que

se elevem os índices de eficiência, no maior uso de gás natural e nos investimentos que permitam importar menos petróleo, menos derivados e menos carvão mineral

IV. A renovação e sustentação da produção e do uso de energia no país exigem uma reforma energética e ambiental que tenha como prioridades a eficiência, a economia no uso, e o ganho de energias virtuais, já supridas porém não aproveitadas. No âmbito mais amplo, de uma mudança possível na sociedade brasileira, devem-se assegurar, nos setores energéticos, os direitos civis e trabalhistas nem sempre cumpridos, a redistribuição do acesso aos recursos e da renda, a diminuição da destruição, e a reversão dos riscos atuais, crescentes.”⁶⁶

Nota 8: Em relação aos custos ambientais da implantação de reservatórios é importante tomar como ilustração um trecho do texto de Cruz e Fabrizi (1995)⁶⁷, em que os mesmos analisaram com detalhes os principais impactos das usinas hidrelétricas. Conforme os autores:

“Para um entendimento mais amplo dos impactos ambientais, decorrentes da implantação e operação de reservatórios, três pontos essenciais devem ser ressaltados: a qualidade da água, o impacto hidrogeológico e os impactos sociais.

Qualidade da água

O barramento d’água impõe profundas mudanças na escala temporal espacial dos fenômenos que ocorrem na água. Conseqüentemente isto altera sensivelmente os processos físicos, químicos e biológicos do sistema.

As principais características físicas do reservatório são: profundidade, comprimento, largura, área da superfície líquida, área de drenagem, volume e comprimento das margens.

Para determinação da qualidade da água é importante conhecer-mos o tempo de residência, ou o tempo de retenção hidráulica - intervalo de tempo durante o qual uma determinada massa d’água permanece no reservatório desde a chegada até a saída.

Conforme o uso do reservatório, controla-se o tempo de residência afetando: reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento do fitoplâncton (requer tempo de residência de 2 a 3 semanas), desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de detritos químicos e estado trófico do reservatório.

Outro fator importante é a estratificação térmica. A absorção da energia solar pela água determina a sua densidade e conseqüente alteração biótica. A qualidade defluente de lagos, devido a retirada d’água do reservatório ser por baixo, o que implica a má utilização biótica da estratificação.

A eutrofização é o processo natural ou artificial de adição de nutrientes aos corpos d’água e aos efeitos resultantes dessa adição. As atividades humanas (agricultura, urbanização...) aumentam a velocidade da eutrofização, reduzindo a vida útil do corpo d’água, devido a geração de um excesso de matéria orgânica, superior à capacidade de decomposição do sistema, alterando portanto o equilíbrio ecológico do rio.

Os principais impactos da eutrofização são: redução da qualidade d’água destinada ao abastecimento (causa odor e sabor desagradável), inviabilização da utilização recreacional do reservatório, variação diária da concentração de oxigênio (podendo provocar a mortandade de peixes), deposição de algas mortas no fundo do lago, crescimento excessivo de macrófitas. Pode-se citar por exemplo a represa de Curuá-Una no rio Curuá- Uma, Pará, onde a vegetação afogada, formação flutuante de aguapés.

Impacto hidrogeológico

Considerando-se um reservatório pequeno, os impactos hidrogeológicos poderão ser mínimos. Frisamos os possíveis acontecimentos a serem previstos, e atenuados nas decisões dos projetos.

De modo geral, a formação de reservatórios causa impactos sobre diversos aspectos ambientais de uma bacia hidrográfica. O padrão de escoamento superficial é influenciado a montante e a jusante do reservatório, e a vazão dos rios é alterada no tempo e no espaço.

⁶⁶ Op. cit. pp. 364-365.

⁶⁷ Cruz, H.C. & Fabrizi, M.P. “ Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo” in Revista Brasileira de Energia , Vol. 4. N.º 1, 1995.

O enchimento do reservatório causa alterações no sistema hidrogeológico regional, atuando em magnitudes crescentes de jusante para montante e na direção perpendicular, a partir das margens. Isto ocorre basicamente de duas maneiras.

- modificações transitórias, em consequência da elevação do nível de base regional, que a descarga de base dos aquíferos livres e do aumento de carga sobre o piso do reservatório, procedendo dos aquíferos confinados sem conexão hidráulica direta com o rio barrado; e
- modificações permanentes, consequência da elevação da superfície piezométrica do aquífero livre (confinado ou semi-confinado) em conexão hidráulica direta com o rio, e modificações das parcelas do balanço hídrico na área de influência do reservatório.

Impactos sociais

Além dos efeitos derivados das rápidas mudanças ambientais, atingindo normalmente a população local, deve-se ressaltar os impactos sociais do reservatório. Os mais relevantes são:

- redução da qualidade de vida da população ribeirinha;
- valor da indenização paga aos trabalhadores rurais residentes na área alagada geralmente inferior ao preço real;
- deslocamento compulsório da população para terras menos produtivas; trazendo o empobrecimento e êxodo rural, aumentando a periferia das grandes cidades, principalmente na região sudeste;
- aumento das moscas, agentes transmissores de doenças, reduzindo a saúde da população; e
- a destruição do patrimônio cultural que constituía a referência para a vida social

Um dos exemplos é o caso da barragem de Tucuruí (PA). A realocação provocou tumulto e concentração de mil e quinhentos camponeses na cidade. Eles reivindicaram medidas compensatórias e relocacionais justas. Recentes relatórios demonstram que ainda existem famílias não assentadas, e outras não podendo produzir o suficiente para o sustento.

Tecnicamente existe como minimizar estes impactos e realmente desenvolver a população ribeirinha. Tudo depende dos objetivos dos reservatórios, se o fim deste for o bem social, e não simplesmente 'energéticos'.

Preconiza-se ainda internalizar os custos das externalidades e utilizando da parte da renda para fins sociais locais".⁶⁸

Nota 9: Adicionalmente à questão da diminuição dos custos e reforma das instalações (Item III da síntese de Sevá Filho et alli, aqui reproduzida na página 140) ,deve-se também insistir em políticas que tenham como objetivo a reestruturação industrial do país, no sentido de restringir-se a expansão de atividades energo-intensivas, ou até mesmo promover a sua paralisação/desativação. A justificativa para tal política está em que: além de energívoras, tais indústrias são, na sua maioria, também causadoras de graves impactos ambientais. Uma defesa esclarecedora para tais ações pode ser encontrada no trabalho de TORRES (1993)⁶⁹. Nesse texto demonstra-se que o setor de maior crescimento na estrutura industrial brasileira nos últimos anos tem sido a indústria de bens intermediários, a qual é a mais poluente e mais intensiva em recursos naturais, inclusive energéticos, do que a média das indústrias de transformação. De acordo com o autor:

⁶⁸ Op. cit. pp. 173/176.

⁶⁹Torres, H. da Gama "Indústrias sujas e intensivas em recursos naturais: importância crescente no cenário industrial brasileiro", in Martini, G. (org.). População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: verdades e contradições. Editora da Unicamp. Campinas, 1993.

“O Brasil da década de 80 assistiu a uma considerável mudança na sua estrutura industrial, tendo caminhado (ao avesso do Primeiro Mundo) no sentido de uma indústria mais suja e mais intensiva em recursos naturais. Tal transformação está, por sua vez, relacionada com a redefinição dos padrões de distribuição espacial da população e atividade produtiva. Esta afirmação pode ser mais bem compreendida a partir da seguinte seqüência de argumentos:

- a) os setores que produzem bens intermediários (minerais não metálicos, metalurgia, papel e celulose e química) têm ganho participação crescente na estrutura industrial brasileira, inclusive em termos de comércio exterior (seção 1);
- b) a indústria de bens intermediários é mais poluente e mais intensiva em recursos naturais do que a média das indústrias de transformação (seção 2);
- c) a indústria de bens intermediários está se desconcentrando especialmente a nível nacional (seção 3);
- d) o crescimento da indústria de bens intermediários e sua expansão para a periferia brasileira estão relacionados com os problemas ambientais gerados por esta indústria (seção 4).

Em síntese, procuramos mostrar que a emergência da indústria de bens intermediários, configurada a partir do II PND (1974), não pode ser dissociada de uma profunda reflexão a respeito do intenso impacto espacial-ambiental deste segmento.”⁷⁰

4.3.2 - A limitação dos recursos energéticos brasileiros

Embora se concorde com as considerações de Sevá et alii, reproduzidas no item anterior, as quais mereceram inclusive alguns comentários adicionais no sentido de reforçar e aprofundar as ponderações formuladas, objetiva-se com a análise desenvolvida, logo a seguir, demonstrar que a continuidade do modelo atual de consumo de energia no Brasil possui outra restrição, qual seja, a **limitação de seus recursos energéticos**.

Para tanto, retomando as informações discutidas no item anterior deste capítulo, bem como as cifras correspondentes ao potencial de recursos energéticos do Brasil reunidos no quadro 4.9, algumas estimativas quanto a duração das reservas dos recursos não renováveis são colocadas para discussão.

4.3.2.1 – A limitação dos recursos energéticos não renováveis

1 - Duração das reservas atualmente conhecidas das **fontes não renováveis** analisadas **individualmente**, isto é, comparando-se a reserva atual com o consumo anual de cada fonte.

⁷⁰ Op. cit. pp. 43/44.

1.1 - na hipótese de crescimento "zero" do consumo, ou seja, com o consumo permanecendo constante nos níveis atuais (1997):

- a) petróleo: de **25** a **12,5** anos conforme se considere as reservas totais ou apenas as reservas provadas;
- b) gás natural: de **38,5** a **20,1** anos conforme os mesmos tipos de reservas confrontadas com a atual produção (e não com a demanda).
- c) carvão mineral = **25** a **30** anos (vida útil das usinas), para a instalação do potencial termelétrico calculado pelo Plano 2015 (17.500 MW), ou seja: 52 usinas de 125 MW no RS + 8 usinas de 125 MW em SC
- d) nuclear (urânio) = **25** a **30** anos (vida útil das usinas), para a instalação do potencial termelétrico calculado pelo Plano 2015 (26.000MW), ou seja: 20 usinas de 1.300 MW.

Quadro 4.9 - Potencial de recursos energéticos no Brasil.

Fontes	Reservas	Consumo atual	Duração das Reservas
Petróleo	a) provadas: 7,106 bilhões de barris 948.731 mil tEP	567,3 milhões de barris/ano 75.741 mil tEP/ano	12,5 anos
	b) totais: 14,218 bilhões de barris 1.898.264 mil tEP		25 anos
Gás Natural	a) provadas: 227,7 bilhões de m ³ 220.413 mil tEP	31 milhões de m ³ /dia 11,315 bilhões de m ³ /ano	20,1 anos
	b) totais: 435,5 bilhões de m ³ 421.563 mil tEP	(produção de 1998) 10.952,8 mil tEP	38,5 anos
Carvão Mineral	2.565.410 mil tEP	Previsão de instalação de termelétricas com 17.5 GW*	
Nuclear (Urânio)	1.134.780 mil tEP	Previsão de instalação de termelétricas com 26 GW*	

Fonte: Elaboração própria - Dados brutos: coletados do texto deste capítulo e Balanço Energético Nacional.
(*) Conforme Plano 2015 da Eletrobrás

1.2) Na hipótese de crescimento do consumo à taxas de **2,0%** ou **4,2%** respectivamente. Taxas que vigoraram nos períodos, 1990/1995 e 1970/1997 (ver tabela 3.2).

- a) petróleo = **22** anos a **19,5** anos considerando as reservas totais ou **11,2** anos a **10,3** anos considerando apenas as reservas provadas;

- b) gás natural = **30,6** anos a **23,4** anos considerando as reservas totais ou **17,1** anos a **14,9** anos considerando apenas as reservas provadas;
- c) carvão mineral = **25/30** anos (vida útil das usinas);
- d) nuclear = **25/30** anos (vida útil das usinas);

2 - Duração das reservas atualmente conhecidas das **fontes não renováveis** analisadas **conjuntamente**, isto é, comparando-se a soma das reservas atuais com o consumo anual das quatro fontes, isto é, admitindo perfeita substitutibilidade entre as diferentes fontes para atender as necessidades totais da matriz energética, diante das seguintes hipóteses quanto ao consumo.

2.1) com crescimento zero do consumo, a duração seria de **27,4 anos**. Explicitando-se os cálculos, tem-se (conforme os dados do quadro 9 e da tabela 2): total das reservas ÷ total do consumo anual da matriz energética de 1997 = 6.233.017 mil tEP ÷ 227.279 mil tEP.

2.2) com crescimento do consumo de 2,0% e 4,2% em média ao ano: duração de **23,6 anos e 18,6 anos** respectivamente

3 - Qualificações sobre a situação anterior podem fornecer uma cenarização mais realista quanto a duração das reservas de fontes não renováveis. Por exemplo, ao se admitir que a matriz energética no futuro continue a ser atendida pelas mesmas fontes e com as mesmas participações atuais (1997), ou seja, as fontes não renováveis continuariam com os mesmos quantitativos atuais e o restante seria suprido por fontes renováveis. Assim, independentemente de qualquer crescimento do consumo total, as atuais reservas esgotar-se-iam em **65 anos** (6.233.017 mil tEP ÷ 95.770 mil tEP). É evidente que na hipótese de alguma contribuição ao crescimento do consumo total os **65 anos** seriam reduzidos em alguma proporção.

Como se vê a duração das reservas de recursos energéticos não renováveis no Brasil não pode ser considerada confortável, muito pelo contrário. Nas várias simulações discutidas fica evidente a reduzida disponibilidade de tais recursos uma vez que, se permanecerem as atuais

tendências e formas de utilização de energia, as reservas se esgotarão em prazos cujas unidades são de apenas décadas. Em determinados casos, com alguns anos a mais, em outros, com alguns anos a menos, dependendo das hipóteses adotadas. É importante ressaltar também que mesmo diante da difícil hipótese de perfeita substitutibilidade de uma fonte de energia não renovável por outra não renovável, e, ainda que o consumo permanecesse constante aos níveis atuais, tais reservas brasileiras durariam apenas **27,4 anos!** Ao se admitir crescimentos moderados de 2,0% médios ao ano, ou mais elásticos de 4,2% médios ao ano, a duração se reduziria para **23,6 anos e 18,6 anos**, respectivamente!

E quanto as fontes renováveis, quais são as conclusões mais gerais a que se pode chegar? É disto que se tratará na seqüência, iniciando-se pela hidreletricidade considerada a grande potencialidade energética brasileira.

4.3.2.2 – A limitação do potencial hidrelétrico brasileiro.

O quadro 4.3, já apresentado no item 4.2.3 deste capítulo, discrimina o potencial de expansão desta fonte energética.⁷¹ De acordo com ele seria possível multiplicar a atual capacidade instalada por 3,72 vezes. Esta expansão permitiria gerar energia elétrica correspondente a 262.402 mil tEP, ou seja 1,15 vezes do total de energia primária atualmente consumida no Brasil (todas as fontes). Existem, no entanto, duas principais dificuldades para isso:

- a) **em termos econômicos:** o progressivo aumento dos custos dos aproveitamentos que variam de US\$ 10/MWh a US\$ 1000/MWh. Até a faixa ainda competitiva com outras fontes, ou seja, US\$ 50/MWh é possível ampliar a capacidade atual em apenas 124%, o que significa acrescentar 32.578 MW de energia firme ao sistema. Embora isto permita mais que dobrar a quantidade atual de hidreletricidade produzida, tal expansão esgotaria o potencial em apenas:
- a.1) **40 anos** com uma taxa de crescimento média anual de 2,0%;

⁷¹Embora já tenha sido referenciado nesse quadro, não é supérfluo reiterar aqui que as informações sobre o potencial hidrelétrico brasileiro podem conter pequenas diferenças, dado que as informações que lhe deram origem são oriundas do Plano 2015 da Eletrobrás, o qual como se sabe foi concluído em 1995. E, como também não se desconhece, daquela data até os dias atuais ocorreram ampliações da capacidade instalada. No entanto, para a finalidade a que as informações são aqui utilizadas, pequenas discrepâncias podem ser negligenciadas.

- a.2) **20 anos** com uma taxa de crescimento média anual de 4,2%;
- b) **em termos ambientais:** não existe no mundo experiência semelhante de expansão de aproveitamentos hidrelétricos. Apesar do desenvolvimento dos estudos de impacto ambiental a questão é bastante controversa e não se conhecem ainda, com o necessário grau de detalhe e segurança, todas as implicações decorrentes da implantação de empreendimentos em tal escala.

Dessa forma, embora pareça à primeira vista muito significativo, o potencial de expansão de hidreletricidade, quando analisado com maior cautela revela um horizonte de esgotamento semelhante aos das fontes não renováveis, na verdade um pouco mais confortável quando se admite um crescimento de consumo a taxas de 4,2% ao ano, ou seja: **20 a 40 anos** (potencial com custos de até US\$ 50/Mwh) frente aos **18,6 a 27 anos**, referentes aos recursos não renováveis. Em função das características e considerações desenvolvidas até aqui, este primeiro conjunto de fontes energéticas (fontes não renováveis mais hidreletricidade) deverá continuar a responder por algo em torno dos 80% das necessidades da matriz energética brasileira, cabendo a complementação ao conjunto restante listado logo abaixo (biomassa vegetal + álcool carburante + resíduos e inclusive o ingresso em alguma medida das chamadas fontes não convencionais).

4.3.2.3 - A limitação de outros recursos renováveis

1 - **Lenha:** conforme já foi ressaltado, tal recurso vem se esgotando progressivamente em razão de inexistência de políticas de reposição florestal. O Plano 2015 estima que existe um potencial de instalação de 19.500 MW na Região Nordeste do Brasil utilizando biomassa. Mas, para tanto, é necessária a implantação de florestas energéticas especialmente criadas para tal fim, e além disso os custos são muito elevados (US\$ 38 a US\$ 78/ MWh).

2 - Produtos da cana-de-açúcar

2.1 - Álcool carburante

Conforme já foi discutido (item 4.2.5 deste capítulo), embora o Proálcool atravessasse atualmente uma de suas piores fases, o momento é oportuno para que se promovam os ajustes

necessários, afim de consolidá-lo como um programa permanente. Na pior das hipóteses acredita-se que ele continue a contribuir com a produção decorrente da atual capacidade instalada das destilarias existentes. Isto significa um volume na faixa de 12 a 15 bilhões de litros/safra. Essa quantidade equivale a aproximadamente de 6.500 mil tEP a 8.000 mil tEP.

2.2 - Bagaço da cana-de-açúcar

Conforme também já se viu, o atual parque sucroalcooleiro possui condições de produzir através da cogeração 6.000 MW o que equívale a 7.261 mil tEP (safra de 6 meses).

4.3.2.4 - A limitação de outros recursos

Das outras fontes consideradas no item 4.2.8 verifica-se que com exceção do aproveitamento já existente do Xisto da formação Irati, (aliás insignificante quanto a sua expressão no total de petróleo atualmente consumido no país, e, de outro lado, com a preocupante questão dos impactos ambientais de sua exploração, ainda não satisfatoriamente equacionada), todas as demais opções deverão permanecer ainda por muitos anos em fase de estudos e testes até poderem contribuir de forma expressiva na matriz energética. Ou seja, apesar de existirem recursos potenciais de elevada magnitude, a tecnologia não está totalmente resolvida e os custos de exploração ainda se mantêm em patamares muito elevados para competir com as demais fontes ainda disponíveis.

Diante do potencial atualmente conhecido sobre os recursos energéticos brasileiros não parece ser pessimista a conclusão de que tanto em relação aos recursos não renováveis como também no que respeita ao potencial hidrelétrico, a situação está longe de ser confortável, pois o horizonte de esgotamento está a apenas algumas décadas. Há mais longo prazo, portanto, as perspectivas de ampliação do suprimento energético deverá se concentrar no aproveitamento das chamadas fontes não tradicionais, especialmente as renováveis, embora não se desconheça que a sua efetiva incorporação à matriz energética do futuro, dependa não apenas de questões referentes

a viabilização econômica a níveis competitivos com outras fontes, mas também em muitos casos dependa também de soluções tecnológicas ou tecnologias apropriadas ainda não disponíveis.

4.3.3 - Considerações sobre as perspectivas de mudanças do modelo energético brasileiro enfocando o lado da demanda e a estrutura do aparelho produtivo e social.

Como se procurou argumentar no item anterior, além das conseqüências indesejáveis da continuidade do atual modelo energético brasileiro dadas as conseqüências ambientais que sua expansão causaria, tal continuidade possui sérias limitações pelo lado da disponibilidade de recursos nacionais, ou seja, mesmo que tal trajetória persistisse ela seria interrompida pelo esgotamento dos recursos energéticos. Assim, nesta seção, procurar-se-á apresentar alguns argumentos que defendem a necessidade de se refletir sobre o atual modelo, pensando na sua alteração pelo lado da demanda e de modificações na forma de se utilizar energia. Para isso, serão consideradas algumas referências de autores que trabalharam e opinaram sobre a questão. É conveniente deixar bastante claro que se tem consciência da complexidade que esta terceira alternativa envolve. Para exemplificar nesse sentido basta que se recorde, como referência teórica, a discussão que se procurou fazer no segundo capítulo desta tese. Com base nela, não parece haver dúvida de que o enferrujamento de tal questão requer o concurso de equipes interdisciplinares e multidisciplinares que incorporem dentro de suas respectivas áreas de conhecimento a visão integrada e interdependente que deve orientar o encaminhamento das propostas de intervenção, no sentido de se construir um novo “modelo de sociedade” rumo ao “desenvolvimento sustentável”. Assim, é evidente que não é esse o propósito aqui, mesmo porque ele não cabe dentre dos limites de apenas uma tese. O que se quer fazer são apenas algumas considerações, em caráter introdutório, sobre tão complexo desafio tomando como referência algumas colocações já feitas por alguns poucos estudiosos que refletiram sobre o assunto. Espera-se então, ainda que com uma pequena amostra, ilustrar alguns exemplos de temas, questões, e outras dificuldades das quais não se poderá escapar, se se pretende, realmente, caminhar no sentido de propor alterações no lado da demanda e da estrutura do aparelho produtivo e social, afim de compatibilizá-las com um novo modelo energético.

Mais especificamente, isso será feito reproduzindo-se trechos do pensamento de alguns estudiosos, para logo em seguida, fazerem-se os comentários julgados convenientes.

O trabalho de Buarque (1980)⁷² denominado “O Fetichismo da Energia”, será tomado como guia nessa tarefa, por se considerar que ele não só bem contextualiza a questão energética no Brasil, mas também demonstra de maneira bastante clara e elucidativa suas implicações com a questão da busca de um estilo de “desenvolvimento sustentável”. Assim, escreve o autor:

“... a pobreza energética no país ocorre devido ao fato de querer-se basear a economia nacional em um tipo de energia do qual não dispomos - até o momento - em quantidade suficiente. Falar em uma crise energética sem falar nos padrões de consumo da energia é o mesmo que falar em crise alimentícia sem falar na propriedade e subutilização da terra. ... Todo nosso potencial hidroelétrico, solar, eólico, biológico, etc., de nada nos serve porque, durante as últimas 3 décadas, ajustamos nosso parque industrial e nossos serviços de transporte, a base de um recurso do qual não dispomos em quantidade.... Entretanto, o que se verifica nos últimos anos, é uma tendência a uma civilização à base do petróleo. ...Esta tendência indica uma opção econômica por uma fonte de energia que combinava duas variáveis importantes para o sistema capitalista: era uma fonte ‘barata’ e combina com o máximo efeito dinâmico na indústria de material de transporte.”⁷³

É importante observar que quando esse texto foi escrito, o consumo de energia primária no Brasil era de apenas 138.760 mil tEP nos quais o petróleo contribuía com 54.319 tEP, o que representava a participação de **39,1%**. As demais fontes energéticas, pela ordem de participação eram as seguintes: Hidráulica, Lenha, Bagaço de Cana, Carvão Mineral, Carvão Vegetal, Gás Natural e Álcool.⁷⁴ Atualmente tal quadro mudou significativamente, pois de acordo com a tabela 4.1 (item 4.1 deste capítulo), o consumo de fontes primárias chegou a 227.279 tEP, ou seja, **multiplicou-se por 1,63 vezes. no período** crescendo a taxa média de 3% a.a. A participação das fontes também se alterou de maneira marcante, respondendo agora a energia hidráulica por 35,5 do total da energia consumida. O petróleo caiu para **31,3%**, seguido pelos produtos da cana de açúcar (bagaço + álcool) com 11,2%; Lenha com 9,6%; Carvão (mineral + vegetal) com 4,9%; Urânio com 3,2%; Gás natural com 2,8% e demais fontes com 1,4%. Como se vê o Brasil diversificou seu consumo energético no período analisado, na medida em que, exceto petróleo e lenha, todas as fontes energéticas aumentaram sua participação em detrimento, exatamente, do

⁷²Buarque, C. “O fetichismo da energia” . Texto para Discussão n.66. Universidade de Brasília. Brasília, novembro/1980. Mimeo 59 p.

⁷³ Op. cit. pp. 43-44.

petróleo e da lenha. Esta com significativa redução não só relativa mas também absoluta. Aquele, é importante notar, apesar de sua queda de participação relativa, continua aumentando seu volume de consumo ano a ano. A diferença é que o consumo antes atendido maciçamente por importações (70 a 80%), é atualmente suprido pela produção interna que responde por aproximadamente dois terços do consumo nacional.

Permanecem, portanto, bastante atuais as ponderações de Buarque, que continua a descrever o processo de crescimento da economia brasileira, do pós guerra, até o final dos anos setenta, nos seguintes termos:

“A economia nacional, procurando assim cumprir a lógica de um modelo que ‘cresce’ através de uma constante destruição dos recursos naturais nacionais, seja diretamente seja através da troca por recursos externos. O objetivo do processo passa a ser o aumento sistemático do fluxo anual de bens e serviços, mesmo que estes sejam supérfluos ou mesmo destruídos em um pseudo-consumo. Por outro lado, para que o aparelho sócio-econômico funcione dentro deste sistema, foi preciso, a partir do impasse dos anos 60-63, concentrar renda como forma de dinamizar o mercado destes bens supérfluos.

A indústria se adapta então a condições de mercado concentrado e passa a produzir bens supérfluos para a camada de altos níveis de renda, onde a indústria automobilística tem um papel fundamental, requerendo, todo o aparelho a produtivo, um consumo conspícuo de energia. Junte-se a isto o fato de que o recurso energético que prevalece não é de origem nacional e passa a ser previsível o quadro da crise, no primeiro momento em que a balança de pagamentos se mostrar incapaz de reagir aos gastos nacionais.

A única solução, no longo prazo, passa a ser uma redução necessária no consumo de energia de origem externa, através de uma modificação no perfil da demanda energética, por redução no consumo e por oferta adicional de fontes alternativas.

É necessário cuidar, entretanto, para não sair de um problema e cair em um mais grave, que bem demonstra as características do fetichismo energético: concentrando-se em uma solução ao problema da oferta energética, o País pode cair, simplesmente, em transformar alimentos em combustível para veículos. Há uma demanda real necessária de transporte. Mesmo depois de esgotar todas as possibilidades de reajuste do perfil da demanda, graças ao uso de transporte coletivo, energia hidroelétrica, etc., o País sempre requererá transporte automotor, e, portanto, é correto procurar substituir o petróleo por um combustível nacional, o álcool. Em nenhuma hipótese, porém, no longo prazo, isto justifica sacrificar produção de alimentos em troca de álcool, mesmo que, no curto prazo, este produto seja, financeiramente, mais compensador no comércio internacional, o que permitiria usar os recursos poupados de petróleo para comprar alimentos. Isto representaria porém, um círculo vicioso de dependência e um risco ainda mais grave uma vez que, no futuro, a escassez seria de alimentos, em lugar de energia.

Nesse sentido, é inquietante, no longo prazo, a redução da área de culturas alimentícias nos últimos meses, em muitas regiões do país, seja diretamente em benefício do Proálcool, seja em razão de culturas orientadas a exportação, com o objetivo mercantilista de equilibrar o Balanço de Pagamentos e poder importar mais petróleo às custas da oferta nacional de alimentos.”

Tudo isto é coerente com uma filosofia econômica, e sua política de crescimento, a base de uma civilização consumista e depredativa.

Os riscos desta visão já são óbvios a qualquer estrategista preocupado com uma sociedade e civilização viável no longo prazo. Tal viabilidade implicará, necessariamente, uma reorientação nos objetivos da

⁷⁴ Na verdade Buarque utilizou dados ainda mais antigos do Balanço Energético Nacional de 1978. No entanto, para se fazer as comparações optou-se pelas informações da Tabela 2, correspondentes aos anos de 1980 e 1997.

sociedade brasileira. É preciso, de imediato que seja tomada a consciência de que a sociedade brasileira do futuro deverá apresentar necessariamente:

- uma preponderância do social contra o privado, no que se refere aos serviços públicos e produtos industriais;
- uma melhor distribuição dos resultados econômicos do País, entre os membros da sociedade, tanto verticalmente - através de uma sociedade mais igualitária em cada momento - como horizontalmente - através de um modelo de desenvolvimento ecologicamente equilibrado, que assegure um estilo de vida digno às gerações futuras.”⁷⁵

Embora não se discorde, no geral, da análise que vem sendo feita, parece oportuno interromper a reprodução do texto de Buarque para que alguns comentários possam ser feitos. De acordo com o autor a solução que ele chamou de “a única solução, no longo prazo”, seria uma redução no consumo de energia de origem externa, através de uma modificação no perfil da demanda energética, por redução no consumo e por oferta adicional de fontes alternativas. Mas, alertando, entretanto, para não sair de um problema e cair em outro mais grave, qual seja, reduzir as áreas de culturas alimentares em favor de culturas energéticas e/ou transformando alimentos em combustível para veículos, ou ainda, reduzindo áreas de culturas alimentícias para expandir culturas orientadas a exportação, com o objetivo de equilibrar o Balanço de Pagamentos e poder importar mais petróleo às custas da oferta nacional de alimentos.

No que diz respeito a redução do consumo de energia de origem externa nada há a objetar, mesmo porque, conforme se defendeu no capítulo 3 desta tese, a questão do uso dos combustíveis de origem fóssil não é uma restrição apenas para o Brasil, mas sim para o mundo como um todo, seja em função da curta duração das reservas, seja pelos indesejados impactos ambientais que eles causam. Quanto ao alerta sobre a questão da competição entre áreas de culturas alimentares *versus* energéticas e/ou exportáveis, vale lembrar que à época em que o autor fez tais ponderações (1980), discutia-se não apenas a expansão do Proálcool mas também a implantação de um outro programa denominado Proóleo, cujo objetivo seria a implantação de lavouras de oleaginosas destinadas a gerar um combustível sucedâneo ao óleo diesel. Embora tal idéia não tenha prosperado, não se deve esquecer que ao se admitir como alternativa recomendável a expansão de fontes de energias renováveis, não parece ser adequado negligenciar a contribuição que tanto uma como outra opção (Proálcool e Proóleo), poderão prestar ao encaminhamento da solução. Assim,

⁷⁵ Buarque (1981), Op. cit. pp. 45-47

o desafio será então compatibilizar a expansão tanto das culturas alimentares, como também a implantação e expansão de culturas energéticas.

Em se tratando de modelos de desenvolvimento ou estilo de desenvolvimento, é interessante emprestar o conceito utilizado pela Comissão das Comunidades Europeias (1986)⁷⁶.

“O conceito de estilo de desenvolvimento exprime uma realidade complexa, que alguns podem considerar bastante vaga, mas que tem a vantagem de expressar bem o fato de que o desenvolvimento é diferente do crescimento. Ela implica que se faça referência a elementos qualitativos, entre outros, e também, como sugere o termo estilo, e que estes elementos estejam ligados e entre si segundo uma disposição específica, como as frases de um texto literário ou os componentes de um projeto de arquitetura. Os elementos que definem um estilo de desenvolvimento podem ser bastante diversificados e se combinar entre si de múltiplas maneiras. Tem ligação tanto com os elementos característicos internos da vida social como as relações entre o país e o exterior. Sem esgotar a complexidade do conceito de estilo de desenvolvimento, pode-se deixá-lo mais claro através de referências às noções de modo de vida, de padrão de consumo, escolha tecnológica, de identidade cultural.”⁷⁷

Com tal esclarecimento sobre conceito de estilo de desenvolvimento pode-se retomar o texto referente ao Fetichismo de Energia, onde o autor passa a comentar as implicações políticas da mudança do estilo de desenvolvimento.

“Obviamente, tal reviravolta social padece de um sério impedimento no nível político uma vez que seus objetivos conflitam com os interesses dos grupos que detêm o poder econômico no País.

Não deve restar dúvidas, porém de que, na medida em que os interesses destas classes tornem-se incompatíveis com as possibilidades dos recursos naturais, elas serão, necessariamente, suplantadas. O que sim deve restar dúvidas é sobre a capacidade inovativa destas classes, via modificações tecnológicas e sua capacidade de resistência política, transferindo os custos da adaptação de seu modelo, às classes menos favorecidas. É neste sentido, que uma saída momentânea para a crise energética brasileira, no curto prazo, pode ser uma total internacionalização e liberalização da economia que sob uma tutela política autoritária de direita, permitiria um reajuste do modelo, beneficiando uma minoria, ainda mais reduzida que a atual, e tentando participar do mercado internacional, tanto através de exportações como da atração de recursos financeiros externos.”⁷⁸

Novamente é interessante interromper a reprodução do texto de Buarque para fazer as seguintes observações. Embora não exatamente como escreveu o autor, conforme o parágrafo acima (...“uma saída momentânea para a crise energética brasileira, no curto prazo, pode ser uma total internacionalização e liberalização da economia ...”), pois não foi apenas como consequência

⁷⁶Comissão das Comunidades Europeias. Energia e Desenvolvimento: Quais Desafios? Quais Métodos/ AIE/COPPE – Editora Marco Zero. Rio de Janeiro, 1986. 174 p.

⁷⁷ Op. cit. p. 19.

⁷⁸ Buarque (1980). Op. cit. p. 47.

da crise energética, que teve início um processo de crescente internacionalização e liberalização da economia brasileira, a partir dos anos 1990. Mas não se pode negar que tal processo acabou beneficiando, de fato, uma minoria ainda mais reduzida que a de então (final dos anos 1970), conforme pode-se comprovar pelas estatísticas referentes a progressiva concentração de renda que se assistiu daquela época aos nossos dias.

No que concerne a questão tecnológica, é enriquecedor recordar o que diz Furtado (1993)⁷⁹, quando analisa as grandes opções tecnológicas que foram feitas pelos países do Primeiro e Terceiro mundo, após o primeiro choque do petróleo.

Na conclusão de seu artigo diz o autor:

“O caso brasileiro talvez seja exemplar para ilustrar alguns dos principais impasses da trajetória de desenvolvimento tecnológico da grande maioria dos países do terceiro mundo após o primeiro choque do petróleo. De fato, esse país, que durante o ciclo expansivo do pós-guerra se caracterizou por um grande dinamismo econômico, foi, de certa forma, pego numa armadilha quando um grupo privilegiado de países basculou para o novo paradigma tecnológico intensivo em informação. Essa armadilha teve uma componente interna, baseada no seu estilo de desenvolvimento que instalou uma sociedade de consumo orientada para uma minoria, e uma componente externa, no ajuste imposto pelo pagamento da dívida durante a década de 80. O profundo imobilismo social que o caracteriza, aliado a uma destacável capacidade produtiva, inclusive do Setor industrial, permitiu-lhe realizar um formidável esforço exportador e de substituição das importações no pós-73.

O esforço exportador se baseou, em parte, na promoção das exportações de bens manufaturados intermediários, intensivos em energia. Ao especializar-se na exportação desses manufaturados, a economia brasileira que já havia alcançado um nível razoável de desenvolvimento produtivo e tecnológico, tornou-se vulnerável frente à nova divisão internacional do trabalho. Esses bens estão submetidos ao mesmo processo de deterioração dos termos de intercâmbio que as matérias primas anteriormente exportadas. Sua demanda, em nível internacional, é pouco elástica, e seu dinamismo tecnológico menor, por serem de setores maduros. As conseqüências para o desenvolvimento econômico da especialização produtiva dos países periféricos, em setores de baixo dinamismo tecnológico cuja demanda é pouco elástica, já foram estudadas pela escola da Cepal (Prebisch, Furtado).

Os países desenvolvidos, em compensação, esboçaram uma reestruturação de seus sistemas produtivos em sentido inverso, desfazendo-se parcialmente das indústrias produtoras de bens intermediários. Ao mesmo tempo, aumentaram a geração/difusão de tecnologias poupadoras de recursos naturais.

Quando se adota uma perspectiva de médio e longo prazo constata-se a completa inviabilidade do ajuste que está sendo imposto aos países do terceiro mundo. Se bem é possível conceber a continuação das atuais trajetórias a curto prazo, na medida em que o centro do sistema mal ou bem está se preservando da crise dos limites e que a periferia penalizada já não conta mais porque as matérias primas tornaram-se menos importantes para a manutenção do dinamismo das nações líderes, essa situação apresenta-se inviável a médio e longo prazo, quando analisada desde uma perspectiva ambiental global pela qual se interligam os destinos de todos os países do mundo. A continuação e o aprofundamento dos países do terceiro mundo na trajetória de desenvolvimento tecnológica ‘energo-intensiva’ está penalizando o meio ambiente de forma global. É, conseqüentemente, do interesse de toda a humanidade rever essa trajetória para que o desenvolvimento do planeta se torne viável.

⁷⁹Furtado, A. “Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceito Mundo”. Mimeo. Unicamp, 1993.

Não resta dúvida, que a ruptura de 1973 é mais importante do que, apenas, um ponto de referência no advento de um novo ciclo econômico, ou de um novo paradigma tecnológico. Essa ruptura representa uma profunda descontinuidade na história moderna, ao demarcar o esgotamento da trajetória de desenvolvimento tecnológico 'energo-intensiva' da sociedade industrial e a emergência de outra trajetória, intensiva em informação. A atual mudança de trajetória constitui-se, fundamentalmente, numa mudança qualitativa da relação entre o sistema econômico com a biosfera. Ela provém da internalização pela sociedade industrial dos crescentes limites à expansão do consumo material."⁸⁰

Deve-se atentar também para as importantes considerações que Furtado faz historiando a trajetória de adaptação desses países a uma nova divisão internacional do trabalho, provocada pela crise energética; as conseqüências disso para cada um dos grupos de países, especialmente a trajetória de desenvolvimento tecnológica "energo-intensiva" em que os países do terceiro mundo estão mergulhando e, em conseqüência, penalizando o meio ambiente de forma global. Finalmente, é importante sublinhar também a advertência que o mesmo autor faz sobre a necessidade que a humanidade tem em rever essa trajetória para que o desenvolvimento do planeta se torne viável, corroborando a idéia central que se vem procurando defender ao longo desta tese.

Voltando ao exame das alternativas de que dispomos convém observar que - embora se concorde com Buarque quanto aquela que deveria ser descartada (a internacionalização e liberalização da economia), vinte anos depois, é exatamente ela que vem prevalecendo. Mas, conforme o autor, existiriam três outras propostas:

"Fora desta alternativa que, de certa forma nega a própria nação, e eliminando-se a imponderável possibilidade de uma revolução tecnológica, restam-nos 3 alternativas:

- i) estancar-se⁸¹ às condições ambientais;
- ii) entrar em crise e desmoronar, e
- iii) ajustar-se e saltar a crise antes do desmoronamento.

É obvio que a terceira destas é a mais interessante uma vez que pela inércia das sociedades, um período de transição é necessário, sem o qual a crise terá custos elevadíssimos com décadas de levantes, crises sociais, guerras civis, etc.

Entretanto, não adianta falar, apenas, em um dia em que o sistema de transporte, em vez de servir apenas para dar lucro às empresas automotrizes, tenham uma racionalidade própria adaptada a nossa disponibilidade de recursos, nem o dia em que uma igualitária sociedade brasileira saberá integrar-se ecológicamente na natureza. É preciso saber o que fazer no curto prazo em que têm-se uma frota de cerca de

⁸⁰ Op. cit. pp. 14/15.

⁸¹ Para o termo "estancar-se", Buarque faz a seguinte observação em nota de pé de página: " Usa-se aqui uma tradução do termo '*arrested civilization*', proposta por Toynbee, para aquelas civilizações que são incapazes de avançar tecnologicamente por limitações naturais e sobrevivem em um equilíbrio 'estático'. Ver Toynbee, A. - A Study of History - An Abridged Edition, Laurel Edition - Londres, 1966. Vol. I, p. 197. The Growth of Civilization: The Arrested Civilization.

10 milhões de veículos, uma (indústria) automotriz empregando 400.000 mil pessoas⁸² em uma elevada produtividade, e um parque industrial montado à base de um consumo conspícuo de energia, sobretudo não renovável. No curto prazo, portanto, é preciso sobreviver em um período de transição através de uma elevação da oferta de energia que substitua o petróleo, ao mesmo tempo que se desenvolvem outras fontes energéticas e modifica-se o modelo global de desenvolvimento. ”

Em se tratando de transição é importante registrar também o que diz Commoner (1986)⁸³ para o caso da economia americana, mas que se ajusta diretamente também ao caso do Brasil:

“Se o problema real é de que a nossa dependência das fontes não renováveis força os preços e a demanda de capital para cima, a solução é a substituição destas fontes por outras, renováveis, que fornecerão energia a um preço constante ou, quando as instalações forem aperfeiçoadas, a um preço em baixa. Estabelecido então, de maneira simples, o meio de se resolver a crise de energia, sem retardamento ou complicações, é preciso fazer agora a transição de nossa atual dependência de petróleo, gás natural, carvão e urânio natural para fontes renováveis de energia. As medidas de conservação são necessárias, naturalmente, para facilitar a transição, mas elas não bastam.

O verdadeiro propósito do plano nacional de energia poderia ser o de realizar esta transição. Ele deveria organizar a substituição gradual das fontes não renováveis pelas renováveis. Deveria, ainda, maximizar a conservação de energia através da reorganização dos meios pelos quais utilizamos a energia: construindo-se um sistema de ferrovias elétricas e um sistema de transporte de massa urbano; enfatizando-se as matérias naturais ao invés das sintéticas, que consomem muita energia, estruturando a agricultura para maximizar o uso de energia solar ao invés de produtos químicos que também consomem uma grande quantidade de energia.”⁸⁴

Ao se concordar com as ponderações dos diferentes autores aqui resenhadas, resta a pergunta: como encaminhar a transição? De acordo com Buarque, em síntese:

“A transição deve ser orientada no sentido de: consciente da inviabilidade do atual modelo, prever um modelo viável no longo prazo, consciente das dificuldades e custos de uma reversão do atual estado, elaborar uma estratégia sócio-política-econômica de transição.

A - O nível político

A principal causa do freio a uma modificação do modelo, é o apego natural das classes que se beneficiam do atual estado. Qualquer modificação passará por uma aglutinação política dos grupos interessados na modificação.

Esta aglutinação será, necessariamente, composta por grupos com interesses ‘secundários’ conflitantes, uma vez que, dificilmente, um só grupo terá condições de impor seu novo modelo, seja no momento político de assumir o poder, seja no momento seguinte de executar o seu projeto. Será impossível, por exemplo, que um partido ecológico, tenha hoje qualquer possibilidade de reorientar, por si, o modelo nacional de desenvolvimento.

No nível político, portanto, a transição requererá uma frente comum de interesses dos grupos interessados em uma modificação e dispostos a ceder parte de seus interesses de curto prazo na defesa de interesses mais estáveis, embora menos imediatos. O mais importante do processo político será definir ‘quem’ pagará o custo da transição.

⁸² Tais dados referiam-se à época da elaboração do texto. Atualmente, no caso da frota, a cifra atinge aproximadamente 26 milhões de veículos, conforme o IBGE.

⁸³ Commoner B. Energias Alternativas: Novas Energias para um mundo novo. Editora Record. Rio de Janeiro, 1986.

⁸⁴ Op. cit. p. 109.

B - O nível Social

A atual crise levará, necessariamente, a uma reorganização social do País. Provavelmente, a tendência à urbanização será freiada; a classe média terá de reduzir suas aspirações; grandes setores industriais serão estagnados e outros crescerão forçando modificações no perfil do operariado; novas áreas serão desenvolvidas, provocando um reajuste na geografia política do país; alguns padrões de 'status' social das classes médias, como automóveis e viagens, cederão lugar a outros valores...

A transição até esta nova estrutura social provocará custos pessoais com repercussões sociais de dimensão imprevisível.

C - O nível econômico

Finalmente, definida a base política que possibilitará a transição, um grande desafio será depositado nas mãos dos administradores da economia - no seu sentido mais amplo -.

A sociedade brasileira, inserida dentro do modelo de desenvolvimento depredativo, está em um impasse fortemente agravado pela dependência e atraso em relação às economias metropolitanas e pela crise social que a 'necessária' má distribuição da renda implica. Para sair definitivamente do impasse, será necessário uma mudança de modelo de civilização. Entretanto, isto não é possível através do voluntarismo de uma elite consciente do problema, uma vez que as civilizações dispõem de uma inércia evolutiva que lhes impede uma reorientação no momento em que seus projetos se incompatibilizam com o meio ambiente." 85

Para finalizar o exame das questões referentes a este item (4.3 - Considerações sobre as perspectivas de mudanças do modelo energético brasileiro enfocando o lado da demanda e a estrutura do aparelho produtivo e social), destacar-se-á, ainda, as seguintes considerações do trabalho "O Fetichismo da Energia", sem entrar nas explicações e desdobramentos dos raciocínios que acompanham cada uma das referidas considerações. Deve-se notar, todavia, que tais considerações se constituem num elenco de sugestões e recomendações a respeito de diversos estudos e pesquisas que deverão ser enfrentados.

Diz o seu autor:

"O problema da transição econômica obrigará a uma atenção especial nos seguintes aspectos:

1. Como gerar energia a partir de fontes nacionais de baixo efeito entrópico, nas quantidades necessárias conforme os novos perfis de demanda.
2. Que fazer com o parque industrial que apesar das soluções anteriores - ponto 1- se tornará ocioso e inviável devido às novas condições; e como administrar a transição à nova estrutura industrial.
3. Identificar e executar novas oportunidades industriais que se justificarão a partir da nova estrutura de preços.
4. Reorientar o modelo de crescimento industrial dinâmico a um crescimento equilibrado, ao mesmo tempo que mantém um elevado nível de emprego.
5. A redução da dependência nacional

4.4 - Conclusões

Dadas as atuais reservas conhecidas no Brasil e a maneira como as mesmas são consumidas o cenário futuro traria como principais conseqüências, além do esgotamento, em prazo

relativamente curto, dos principais recursos energéticos de origem nacional atualmente utilizados na matriz energética, imponderáveis implicações para o meio ambiente e o aprofundamento das desigualdades sociais quanto a distribuição de energia. É importante enfatizar que tal quadro poderá ser amenizado, fundamentalmente, por dois fatores, os quais podem ser concomitantes, complementares e associados. São eles: a descoberta de novas reservas e o desenvolvimento tecnológico. No caso dos recursos não renováveis, mesmo que tais fatores venham a ocorrer o efeito será de apenas postergar o mesmo fim. Já no caso dos recursos renováveis, dependendo de sua especificidade, é possível que o desenvolvimento tecnológico confira diferentes graus de perenidade aos mesmos. De qualquer maneira, não parecem restar muitas dúvidas de que ao desenvolvimento tecnológico caberá possibilitar e até mesmo promover significativas mudanças e alterações comportamentais quanto a forma e estilo de se utilizar os recursos energéticos. Em resumo, várias outras alternativas deverão ser estudadas. Tudo indica que o encaminhamento da solução se concentre pelo lado da demanda, ou seja, na mudança do padrão de consumo da energia. Porém, isto só se consegue com a mudança no modelo de desenvolvimento, alternativa que embora a mais "inteligente" é de difícil implantação a curto prazo. Assim, enquanto se constrói a transição para um novo modelo sustentável, o papel da cana-de-açúcar como fonte primária de energia para o álcool carburante não pode ser desprezado, embora se entenda tal papel apenas como parte da solução de uma etapa da transição.

⁸⁵ Buarque (1980), Op. cit. pp. 48-50.

Capítulo 5

Implicações Socioeconômicas, Energéticas e Ambientais do Proálcool

Introdução

A utilização de álcool como combustível não é uma iniciativa nova no mundo e muito menos no Brasil. Vários países já realizaram experiências e passaram a adotá-lo como carburante principalmente a partir da Segunda Guerra mundial. O Brasil, no entanto, destaca-se nesse sentido por vários motivos. Em primeiro lugar por ter sido um dos primeiros a fazer o uso do álcool mesmo antes da Segunda Guerra, pois em 1931 já era estabelecida pela primeira vez uma política oficial que criava um novo combustível para automóveis de passageiros: uma mistura de álcool e gasolina.¹ Em segundo lugar por ser tal álcool obtido a partir da cana-de-açúcar. Ou, mais especificamente, por ser obtido a partir de um subproduto da fabricação do açúcar, este sim o principal produto da agroindústria canavieira, há muito tempo implantada no país e tradicionalmente responsável por uma das principais fontes geradoras de suas divisas. É importante, desde logo, que se faça este registro, seja para respeitar a própria gênese do atual parque sucroalcooleiro brasileiro, seja para deixar bastante claro que embora atualmente exista, de fato, um segmento dessa indústria que se dedica apenas e tão somente à fabricação de álcool, o papel da matéria-prima energética cana-de-açúcar no Brasil (tanto pela história como por questões institucionais), faz parte de um complexo muito maior de atividades sócio-econômicas, com amplas potencialidades de geração de efeitos de sinergia na matriz insumo-produto

¹ Santos, Maria Helena de Castro. Alcohol as Fuel in Brasil: An Alternative Energy Policy and Politics. Tese de doutorado submetida ao Departamento de Política Científica e Tecnológica do Massachusetts Institute of Technology - MIT. Estados Unidos, setembro de 1984.

brasileira, tanto para trás como para frente. Mais adiante serão discutidas algumas dessas potencialidades.

Como se vê, embora bastante antiga, a iniciativa de então utilizar o álcool como carburante no Brasil, além de limitada a algumas cidades como São Paulo e Rio de Janeiro vigorou por pouco tempo e não chegou a assumir uma proporção significativa no contexto dos combustíveis automotores então consumidos. Sob esse último aspecto é interessante recuperar o que dizia Oliveira (1942), quando ao concluir um extenso estudo sobre o uso de álcool como combustível para automóveis, ponderava:

"A minha maneira de encarar a solução do problema do Álcool-motor deriva da observação de seis anos em provas de laboratório e de estrada, com milhares de automóveis, caminhões, bem como vendo as críticas que eram feitas pelos proprietários desses veículos, principalmente nas duas campanhas que se fizeram no sentido de implantar o Álcool-motor em S. Paulo, durante a revolução Constitucionalista de 1932 e no Rio, nos últimos meses do mesmo ano. [...] No Estado de S. Paulo o "record" de produção de álcool atingiu apenas 12 milhões de litros, enquanto que a importação de gasolina nunca foi menor de que 120 milhões nesses últimos anos, atingindo a 180 milhões em 1935."²

Os fatos que conferem especificidade e peculiaridade à experiência brasileira quanto ao uso do álcool de cana-de-açúcar como carburante aconteceriam mais tarde, em dois momentos. Em primeiro lugar, com a criação do Proálcool - Programa Nacional do Álcool em 1975 quando foi oficializada a mistura álcool anidro + gasolina como o novo combustível em todo o país. Mais tarde, em 1979, com o que se passou a chamar de segunda fase do Proálcool quando, além da mistura, o Brasil passou também a abastecer motores de automóveis exclusivamente a álcool hidratado, possibilitando assim a substituição de expressiva parcela da gasolina automotiva.

O Programa Nacional do Álcool - Proálcool - foi criado pelo governo federal em 1975, cabendo à então Comissão Nacional do Álcool (Cenal) sua implementação. Dentre os fatores que contribuíram para sua criação, dois devem ser destacados em razão das repercussões que tiveram sobre o balanço de pagamentos:

- a) a oscilação e queda dos preços do açúcar no mercado internacional, desde o final dos anos 1960;

² Oliveira, Eduardo Sabino de. "Álcool Motor e Motores a Explosão". Segunda Edição. Instituto do Açúcar e do Álcool. Rio de Janeiro, 1942, p. 327

- b) a deflagração do chamado "primeiro choque do petróleo", em 1973, que elevou abruptamente o preço do barril de petróleo então ao redor de três dólares, para o patamar de US\$ 12.

É ilustrativo lembrar que naquela ocasião as autoridades, envolvidas com a questão energética, ao estudarem alternativas de substituição à gasolina, propuseram a produção de álcool a partir das seguintes opções: cana-de-açúcar, mandioca e sorgo sacarino. No entanto, a pressão dos grupos da agroindústria canavieira conseguiu que a cana-de-açúcar fosse a matéria-prima escolhida para iniciar o programa.

A exposição de motivos do Decreto nº 76.593/75 que criou o Programa Nacional do Álcool definiu os seguintes objetivos do programa:

- a) poupar divisas através da redução das importações de petróleo;
- b) reduzir as disparidades na renda regional ;
- c) reduzir as desigualdades da renda individual;
- d) expandir a produção de bens de capital utilizados nas destilarias recém-ampliadas e recém-instaladas.³

No entanto, em função de mudança na conjuntura energética e do mercado internacional além da pressão política de grupos envolvidos no programa, os objetivos iniciais também foram se redefinindo. Dentre os principais fatos que motivaram as mudanças pode-se destacar a relativa estabilidade dos preços do petróleo após o primeiro choque em 1973 e a crise de super produção de açúcar da safra 1976/77, após um período de elevação acentuada dos seus preços. Tais circunstâncias fizeram com que tanto a maioria dos usineiros (com exceção de São Paulo) como o extinto IAA - Instituto do Açúcar e do Álcool, que até então eram cautelosos quanto ao apoio à política da mistura álcool-gasolina, passassem a exercer intenso *lobby* a favor dela.

Na verdade, tanto durante a sua primeira fase (mistura álcool-gasolina) como na segunda fase (carros movidos exclusivamente á álcool) três foram as finalidades sob as quais o programa se concentrou:⁴

³ Guerra, S.M.G. et al "Efeitos da implantação do PNA sobre a expansão da produção de bens de capital - 1976/84 in Revista Brasileira de Energia, vol. 1 n.º 1, 1989, pp. 85-98.

⁴ Santos (1994), op. cit. p.183.

- 1) melhorar a situação do balanço de pagamentos através da redução das importações de petróleo;
- 2) reduzir a dependência do país em relação á energia importada, em consonância com considerações de segurança nacional; e
- 3) criar uma válvula de segurança para as crises de superprodução de açúcar.

Muitos e variados foram os trabalhos já realizados sobre o Proálcool. Dentre eles encontram-se, desde simples e expeditos pareceres individuais, emitidos por diferentes agentes sociais; teses e dissertações acadêmicas; estudos e pesquisas desenvolvidos, quer por institutos de pesquisa ou órgãos de fomento; análises de projetos e/ou programas realizados por instituições financeiras, etc. Tais estudos caracterizam-se pelos mais diferentes níveis de abrangência e graus de profundidade. Assim, não é de surpreender que suas conclusões e/ou recomendações sejam contraditórias pois, mesmo aquelas que se apoiam em estudos julgados como os mais gabaritados e completos, são ainda assim limitadas, justamente porque decorrem de pesquisas também limitadas, na medida em que estas, ou não contemplaram dentro de seus respectivos âmbitos, todos os enfoques e interfaces da questão "Energia, Sociedade e Meio Ambiente" - sem dúvida de grande complexidade - ou, ainda que algumas tenham sido bem sucedidas nesse mister, não conseguiram consolidar os resultados de cada enfoque ou dimensão em uma única avaliação integrada.

Uma das mais completas e, pelo que se sabe, também a mais recente avaliação do Proálcool, foi feita com base em uma pesquisa realizada em conjunto pelo Centro Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento (IDRC – Canadá) e o Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ.⁵ Por esses motivos é conveniente que se examine, com maior detalhe, como foi feita tal avaliação.

Nesse estudo coordenado por Pinguelli Rosa, o Proálcool foi avaliado sob os seguintes aspectos e fatores: a) aspectos energéticos; b) fatores econômicos e conjunturais; c) fatores institucionais e corporativos; d) aspectos tecnológicos; e) aspectos ambientais; f) aspectos sociais.

Os resultados de cada um dos aspectos analisados no estudo foram classificados em pontos positivos, pontos negativos ou pontos controversos, conforme se discrimina a seguir.

Aspectos Energéticos

Pontos positivos

- a - Substituição de energia fóssil por energia renovável.
- b - Diversificação da matriz energética com a entrada do álcool e bagaço.
- c - Potencial de cogeração de eletricidade.

Pontos negativos

- a - Desequilíbrio entre os consumos de álcool e gasolina.

Fatores Econômicos e Conjunturais

Pontos positivos

- a - Existência de uma política de subsídios cruzados da gasolina para o diesel e GLP.

Pontos negativos

- a - Custos do álcool superiores ao da gasolina.
- b - Tendência à desregulação relacionada à globalização econômica exclui o álcool.
- c - A competição álcool x açúcar segue as flutuações do mercado internacional.
- d - Descontinuidade dos investimentos na produção de álcool.

Fatores Institucionais e Corporativos

Pontos positivos

- a - A Petrobrás desempenha importante papel na manutenção do programa.

Pontos negativos

- a - A política governamental relacionada ao petróleo, gás e álcool não tem sido muito efetiva.
- b - O Banco Mundial mantém posição contrária ao programa.

Pontos controversos

- a - Multinacionais do petróleo participam da distribuição do álcool apesar de não estarem envolvidas no programa.

⁵ International Development Research Centre (IDRC) and Energy Planning Program (COPPE) - The Fuel Alcohol Program in Brazil: The Present Crisis and Future Perspectives. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994.

- b - A indústria automobilística tem sido importante na produção de carros apesar de sua redução nos últimos anos.

Aspectos Tecnológicos

Pontos Positivos

- a - A produtividade de álcool e açúcar tem melhorado e a tendência é de crescimento.
- b - Existem perspectivas de cogeração de eletricidade, via ciclo combinado, com a utilização da gaseificação do bagaço.

Pontos controversos

- a - Permanecem em discussão questões sobre combustível padrão e o desenvolvimento de um motor específico para o álcool.

Aspectos Ambientais

Pontos positivos

- a - Redução da poluição ambiental em áreas urbanas com o uso do álcool.
- b - Durante o seu crescimento a cana-de-açúcar absorve as emissões de CO₂ que contribuem com o efeito estufa.
- c - A produção de álcool é compatível com a idéia de sustentabilidade.

Pontos controversos

- a - A vinhaça pode ser usada como fertilizante na agricultura.

Aspectos Sociais

Pontos positivos

- a - Em época de relativa escassez geral de empregos é elevada a absorção de mão-de-obra pela atividade alcooleira.

Pontos negativos

- a - As condições de trabalho na lavoura da cana são severas e difíceis.

Pontos controversos

- a - Os salários dos trabalhadores do setor não são piores que a média dos empregados na agricultura.
- b - A competição entre as lavouras da cana-de-açúcar e outras culturas alimentares é menos intensa do que foi considerada no passado.

c - As limitações do álcool como combustível exclusivamente para carros de passeio podem ser superadas por transformações de motores diesel para álcool.

Outra crítica mencionada no estudo, mas não sintetizada no resumo acima, diz respeito ao referido papel estratégico do álcool no caso de uma provável crise energética. Tal papel estratégico é questionado na medida em que esse combustível participa com apenas algo em torno de 4% na matriz energética brasileira. Se for considerada também a participação do bagaço da cana-de-açúcar a cifra sobe para aproximadamente 11,2% nos últimos anos.⁶ Quando se avalia sua contribuição ao setor de transportes verifica-se que ainda assim sua expressão é pequena pois, responde por apenas 20% do consumo do setor.

Combinando esses pontos, através de uma classificação ordinal, o estudo avalia o Proálcool da seguinte maneira:

- a - **muito positivo**, sob os aspectos ambiental e tecnológico;
- b - **positivo**, sob o aspecto energético;
- c - **controverso** sob os aspectos sociais, e
- d - **negativo**, sob os aspectos econômicos e institucionais.

Ao final do estudo, são feitas algumas considerações no sentido de que os resultados da avaliação não devem ser tomados como determinísticos, na medida em que deve ser considerada a interferência de alguns fatores dinâmicos na avaliação, por exemplo: a referida situação desfavorável do álcool frente aos preços do petróleo pode se alterar no futuro; aumentos na produtividade devido a melhorias tecnológicas podem também causar reduções de custo; as referidas condições de trabalho na lavoura canavieira podem ser melhoradas através da negociação sindical, etc. Assim sendo, tais conclusões devem ser restringidas ao período coberto pelo estudo.

Como já foi referido, a avaliação que se acabou discutir, se não for a mais completa, é sem dúvida uma das avaliações mais abrangentes e atuais já feitas sobre o Proálcool. Apesar de tudo isso, não chegou a "um veredicto" definitivo sobre o programa. O máximo que conseguiu foi analisar diversos de seus aspectos, aos quais atribuiu diferentes avaliações, denominando-as: pontos positivos, pontos negativos, e pontos controversos.

Por que isso ocorre? Por que ainda não se conseguiu chegar a uma avaliação mais conclusiva ou definidora?

A explicação para isso parece ser muito simples: por um lado, não se conhece ainda a metodologia que dê conta de tal empreitada! Por outro lado, as metodologias de que se dispõe para as avaliações das dimensões isoladas, estão condicionadas pela concepção antecedente (que está por trás) do "modelo de desenvolvimento" que se tem em mente. Por exemplo, no caso da dimensão econômica: o paradigma dominante da Economia considera aumento de bem estar ou desenvolvimento, a ampliação de capacidade produtiva per capita do sistema ou, simplesmente, apenas o aumento da quantidade de bens e serviços per capita. Basta que tal evento aconteça, não importando se este acréscimo decorre da criação ou ampliação de atividades que concorram para a poluição do meio ambiente, ou a sua própria degradação. Degradação que, inclusive, pode chegar ao ponto de comprometer a própria condição de reprodutibilidade da base de recursos sobre o qual se assenta o próprio sistema sócio-econômico.

Assim não se pretende aqui realizar **mais uma** avaliação do Proálcool, mesmo porque a avaliação que se considera muito mais relevante é a contribuição que o álcool da cana-de-açúcar (biomassa de natureza renovável), pode desempenhar no contexto de uma fase de transição energética rumo à construção de um novo modelo de desenvolvimento sustentável, conforme se discutiu no capítulo anterior. No entanto, para que se possa melhor orientar o papel do álcool carburante em tal fase de transição é importante que se explicitem e, eventualmente, se atualizem as reais implicações de um programa como o Proálcool, em seus diferentes aspectos, destacando suas principais vantagens e distorções. Disto se ocupará a segunda parte deste capítulo, tomando como ponto de partida ou referencial básico os resultados do estudo coordenado por Pingelli Rosa. Mas é importante ressaltar, reiterando o que as próprias conclusões do referido estudo também registraram que, em avaliações sobre aspectos conjunturais dinâmicos (tais como competitividade, custos e produtividade), do álcool frente ao petróleo ou mais apropriadamente à gasolina, os resultados não são perenes e muito menos definitivos. Ou seja, aquilo que foi possível concluir deve ser restrito ao âmbito e à época do estudo. Como se sabe tal estudo foi concluído no início de 1994, portanto trabalhou com um referencial do início da atual década. Em

⁶ Ver tabela 4.1 do capítulo 4.

1999, cinco anos depois, o referencial já é outro. Antes disso porém, na próxima seção, para que melhor se possa contextualizar o papel da indústria do álcool na economia brasileira, discorrer-se-á sobre os principais aspectos da evolução da agroindústria sucro-alcooleira no Brasil.

5.1 - Aspectos da Evolução da Agroindústria Sucro-Alcooleira no Brasil

Uma primeira questão a esclarecer quando se estuda a questão do álcool é que não parece adequado tratar apenas da sua produção isoladamente, mas sim da atividade sucro-alcooleira como um todo. Pois, assim como a gasolina é apenas um dos produtos de um complexo maior que é a atividade de exploração e refino de petróleo, o álcool carburante também é apenas uma das saídas possíveis do complexo sucro-alcooleiro. Tal complexo se inicia com as operações agrícolas, passa por diferentes fases de um processo industrial e pode se estender até um conjunto mais detalhado de atividades que conformam a chamada indústria alcoolquímica. Mais importante que tudo isso é a diferença fundamental entre os dois tipos de complexos. A gasolina é um combustível resultante da exploração de uma fonte energética não renovável, o petróleo, cujas reservas são finitas, decrescentes, com preços cada vez maiores e, cujos efeitos ao meio ambiente são nocivos crescentes e cumulativos.⁷ O álcool, no Brasil, provem de matéria-prima agrícola (cana-de-açúcar com amplas possibilidades de expansão de cultivo dada a sua pequena participação nas áreas ocupadas com culturas e/ou a existência de áreas ainda não aproveitadas na maioria das regiões brasileiras. Isso pode ser facilmente demonstrado ao se examinar de que forma são ocupadas as terras agrícolas no Brasil. De fato, apesar do significativo aumento experimentado pela área colhida com cana-de-açúcar no país como um todo (crescendo em média 4% ao ano e, em praticamente todos os últimos 23 anos), pois passou de apenas 1,9 milhões de ha em 1975 para 4,8 milhões de ha na última safra, e a previsão para a atual (1998/99) é de que atinja aproximadamente 5 milhões de ha, sua participação no total das terras atualmente

⁷ Falar de reservas decrescentes com preços cada vez maiores pode dar margem a confusão, pois como se sabe, as reservas podem aumentar, inclusive a preços constantes ou até mesmo decrescentes. Tudo vai depender do tipo da jazida descoberta e de suas condições de exploração. Por outro lado, na medida em que os preços do petróleo aumentem isso acaba viabilizando a exploração de reservas antes não compensadoras aos antigos preços. Portanto, com preços crescentes do óleo as reservas podem aumentar. O que se quer dizer com tal afirmação (reservas finitas, decrescentes, com preços cada vez maiores), é que independente de como se comportarem as novas descobertas, como a fonte é não renovável, **é portanto finita**. Assim, dure quanto durar o processo de descobertas, ele tem um fim que é inexorável podendo ser atingido mais, ou menos rapidamente, conforme varie o resultado líquido entre os fluxos de novas descobertas e o ritmo de consumo corrente. Mas, ao final desse processo, ao longo do tempo, seus preços só poderão se elevar refletindo o seu crescente grau de escassez.

utilizadas é ainda muito pequena. Conforme os dados de IBGE na safra 1995/96 foram utilizadas no Brasil 353,6 milhões de há em diferentes usos. Com lavouras de cana-de-açúcar, a média dos anos 1990, é de 4,3 milhões de hectares, portanto de apenas 1,2%. Comparando-se a referida média das áreas de cana-de-açúcar com outros diferentes usos tem-se as seguintes participações percentuais:

- a) em relação a áreas com pastagens plantadas, 4,3%;
- b) em relação a áreas com lavouras temporárias 12%;
- c) em relação ao total de terras produtivas não utilizadas, 26,2%.⁸

Mais elucidativa, no entanto, é a análise regional dessa questão. Nesse caso as situações são bastante distintas, conforme ver-se-á ao analisar o caso de dois Estados brasileiros com grande importância agrícola. O primeiro é São Paulo, o qual, além de ser o Estado onde mais se planta cana-de-açúcar no Brasil, vem aumentando sistematicamente a sua participação até assumir a cifra de aproximadamente 43% das lavouras de cana-de-açúcar nos últimos anos.⁹ Aí, as comparações com os diferentes usos que se fazem das terras revelam índices muito representativos. Com efeito, tomando-se a média das áreas colhidas com cana dos últimos anos (1994 a 1996) de 2.185 hectares e comparando-a com os diferentes usos verificados na safra 1995/96, tem-se as seguintes participações:

- a) em relação ao total das áreas ocupadas com todos os usos, 12,6%;
- b) em relação ao total das áreas ocupadas com lavouras temporárias, 56%;
- c) em relação ao total das áreas ocupadas com pastagens plantadas, 31%.

O Paraná caracteriza-se, tradicionalmente, como um dos principais produtores agrícolas do país e tem se destacado, invariavelmente, nas primeiras posições quanto a quantidades produzidas de diferentes culturas. Com base nos quadros 1 e 2 do anexo II, é fácil verificar que as lavouras de cana-de-açúcar apesar de apresentarem significativo crescimento nos últimos anos (5,4% a.a no período 1985/1996), respondem por aproximadamente 260 mil hectares atualmente, o que significa apenas 1,7% do total das áreas ocupadas pelos diferentes usos. Mesmo quando comparadas com as áreas das lavouras temporárias as lavouras de cana-de-açúcar representam

⁸ Ver quadros 1 e 2 do anexo II.

⁹ Ver quadro 1 do anexo II.

apenas 5,4%. Nesse Estado as principais ocupações de áreas acontecem com os cultivos de soja (2,2 milhões de ha), milho (1,9 milhões de há) e feijão com 472 mil hectares.¹⁰

Como se percebe, diferentemente do quadro nacional e do Estado do Paraná, as lavouras de cana-de-açúcar assumem um papel destacado na agricultura paulista quanto a área ocupada. É ilustrativo ressaltar também que ao se confrontar as áreas de cana-de-açúcar com as áreas das demais lavouras do Estado a atividade canavieira é, por larga margem, o principal uso que se faz do solo agrícola em São Paulo. Milho e laranja, também são atividades expressivas no tocante a área colhida pois, ocupam as segunda e terceira posições, com 851 mil ha e 718 mil ha, respectivamente. Na verdade, apenas as áreas ocupadas com pastagens plantadas são superiores às áreas de cana-de-açúcar.¹¹

De desenvolvimento ainda muito recente, oportunidades de aproveitamento econômico de uma série de subprodutos (antes considerados resíduos ou dejetos) começam a se revelar depois do Proálcool e, em boa parte, ainda estão para serem exploradas, constituindo-se assim em um grande potencial para aumento de receitas ou redução de custos. Ao contrário das atividades de produção e consumo de combustíveis fósseis sempre poluidores, a plantação da cana-de-açúcar é absorvedora do carbono emitido no meio ambiente, portanto, neste aspecto despoluidora. Dessa forma, a produção de álcool de cana-de-açúcar é uma atividade que faz parte de um complexo maior com importantes relações tanto intra como inter diversos setores que compõe a matriz insumo-produto da economia.

Uma característica que também merece ser ressaltada a respeito do complexo sucro-alcooleiro no Brasil é que, até o advento do Proálcool, o seu principal produto sempre foi a o açúcar e a produção de álcool era toda ela obtida através do aproveitamento de um resíduo da fabricação daquele, o chamado "mel residual". Toda a cana de açúcar era moída exclusivamente para a fabricação de açúcar, obtendo-se o álcool com o aproveitamento do "mel residual" através de destilarias anexas ao principal processo produtivo da usina, isto é, do açúcar. Para se ter uma idéia da representatividade do álcool no volume produzido pelas antigas usinas (da época anterior ao Proálcool) basta lembrar dos seguintes coeficientes técnicos (valores médios): para cada

¹⁰ Ver quadro 3 do anexo II.

tonelada de cana-de-açúcar moída obtém-se 100 kg de açúcar e, através do aproveitamento do mel residual (um sub-produto), 11,66 litros de álcool. Após o Proálcool, com a implantação das destilarias autônomas toda a matéria-prima (cana-de-açúcar) moída nesses estabelecimentos destina-se, única e exclusivamente, à fabricação de álcool, cujo coeficiente técnico (em média) é de 70 litros de álcool por tonelada de cana moída.

Em conseqüência disso, modificações importantes ocorreram quanto à evolução da composição do parque industrial sucro-alcooleiro. Antes do Proálcool, o parque era formado exclusivamente pelas chamadas Usinas de Açúcar, cuja finalidade era a fabricação do açúcar. Essas ao assim proceder, obtinham como conseqüência um resíduo denominado "mel residual" o qual para não ser desperdiçado era utilizado para a fabricação do álcool. Para isso, as empresas ampliaram o seu processo produtivo instalando equipamentos necessários à destilação. Por isso foram chamadas "Destilarias Anexas" já que eram justapostas aos equipamentos principais que compunham a fabricação do açúcar. Com o Proálcool, e o seu objetivo exclusivo de produzir álcool, muitas empresas se constituíram especialmente para esse fim, ou seja instalaram apenas os equipamentos necessários a obtenção do álcool e não mais ao açúcar. Por isso foram chamadas de Destilarias Autônomas e o parque sucro-alcooleiro passou a ter uma nova composição, qual seja:

- a) empresas que continuaram a se dedicar prioritariamente à fabricação de açúcar, obtendo o álcool apenas através do aproveitamento do mel residual;
- b) empresas que além de se comportarem como as anteriores, ampliaram seus negócios instalando outras destilarias para a produção do álcool, não mais apenas através do aproveitamento do mel residual, mas agora utilizando como matéria prima o caldo da cana-de-açúcar, ou seja produzindo álcool diretamente do caldo;
- c) empresas que se constituíram com o objetivo de produzir exclusivamente álcool através da instalação das chamadas "Destilarias Autônomas", ou seja, produzir apenas álcool a partir do caldo da cana-de-açúcar.

Com a evolução do programa, certamente para se aproveitarem das vantagens da diversificação industrial, parte de empresas do grupo (c) passou a se dedicar também à produção de açúcar. No Paraná este foi um fato marcante pois, há alguns anos (final dos anos 1980) existiam no Estado apenas quatro usinas que produziam açúcar. Atualmente, de acordo com os

¹¹ Ver quadros 2 e 3 do anexo II.

dados da Alcopar – Associação dos Produtores de Açúcar e Álcool do Paraná, das 28 indústrias que continuam operando, 14 delas (50%) produzem além do álcool também o açúcar.¹²

O Brasil é tradicionalmente não apenas um dos grandes produtores mundiais de açúcar mas também um de seus maiores exportadores. Nos anos iniciais da década de 1970, portanto antes da criação do Proálcool e início do período que interessa comparar aqui, a produção brasileira de açúcar oscilava entre cinco milhões a seis milhões de toneladas/ano enquanto a de álcool se situava no patamar dos seiscentos milhões de litros anuais. Essas cifras crescem continuamente até a estabilização do programa, em fins dos anos 1980, quando atingem, no caso do açúcar, aproximadamente 8 milhões de toneladas por safra e, no caso do álcool algo em torno de 12 bilhões de litros anuais.¹³

Na década atual (anos 1990), o comportamento foi o seguinte: a produção de açúcar continua a crescer passando de 8,6 milhões de toneladas em 1991 a 13,6 milhões de toneladas em 1997. Quanto ao álcool (apesar de existir a capacidade instalada de aproximadamente 16 bilhões de litros por safra, conforme se verá adiante), o volume produzido tem oscilado ao redor de 12 bilhões de litros anuais passando, no entanto, ao patamar de 14 bilhões de litros nas duas últimas safras, com a seguinte distribuição:

- a) o álcool do tipo anidro (utilizado na mistura à gasolina) vem crescendo continuamente, ano a ano, e atingiu a marca de 5,3 bilhões de litros na safra 1997/98;
- b) os volumes produzidos do álcool hidratado, ao contrário, vêm experimentando uma constante flutuação, que bem refletem as incertezas que se abatem sobre o Proálcool. Após atingir a produção *record* de 10,7 bilhões de litros na safra 1991/92, reduziram-se a 9,6 bilhões de litros na última safra.

Tal comportamento diferenciado nada mais é que o reflexo do crescimento da frota de veículos à gasolina, por um lado, e a progressiva redução da frota de veículos a álcool (hidratado) por outro. Nesse caso, tanto pela acelerada redução na produção de veículos novos (chegando a praticamente zero nos últimos anos), como pelo sucateamento da frota em circulação. (Ver quadro 5 no anexo II).

¹² Ver “Usineiros temem o sucateamento das destilarias em dois anos” por Antônio França in Jornal A Gazeta do Povo de 15 de agosto de 1999, p. 20.

¹³ Ver quadro 4 do Anexo II.

Para sustentar tais quantitativos de produção foi instalado um parque sucro-alcooleiro que, segundo informações da Copersucar chegou a contar com aproximadamente 400 unidades industriais. Nos últimos anos, em função da readequação por que passa o setor (falência e fechamento de algumas unidades, fusão e incorporação de outras), o parque instalado reduziu-se para 324 unidades industriais, distribuídas da seguinte forma: 26 usinas de açúcar, 160 destilarias anexas e 138 destilarias autônomas. No seu conjunto essas indústrias possuem uma capacidade instalada, no que diz respeito ao álcool, de aproximadamente 16 bilhões de litros por safra.

Diante desses números é fácil verificar que até a estabilização do Proálcool (final dos anos 1980), apesar da produção de açúcar ter aumentado significativamente, foi com o álcool que ocorreu o grande salto, pois sua produção aumentou quase vinte vezes ou, em média, aproximadamente 16,6% anuais. Já na década de noventa, até 1997, assiste-se ao expressivo crescimento da produção de açúcar que passa a absorver a maior parcela de toda a cana-de-açúcar moída pelo setor sucro-alcooleiro, enquanto a produção de álcool só não se reduz por causa do aumento da produção do álcool anidro destinado a abastecer, como mistura, a crescente frota de veículos à gasolina, pois tanto a produção como o consumo do álcool hidratado, como já se referiu, vem declinando nos últimos anos.

Com base no comportamento dos indicadores destacados até aqui não é difícil concordar que evolução da produção sucro-alcooleira foi extremamente significativa nesses últimos anos cobertos pela análise, com importantes impactos sob quaisquer óticas que se considere, sejam elas sociais, econômicas, tecnológicas, energéticas, ecológicas ou ambientais. Na próxima seção, procurar-se-á apresentar as principais evidências desses impactos.

5.2 - Análise das Principais Implicações do Proálcool

Conforme já se referiu não é mais uma avaliação que se pretende fazer sobre o Proálcool, mas sim retomar a discussão sob a ótica de modelo de desenvolvimento ou a um quadro de referência rumo ao desenvolvimento sustentável, em que o papel das fontes renováveis de energia e, dentro dela a cana-de-açúcar, parece ser uma opção que não deve ser desprezada. Então, para que melhor se possa orientar o papel do álcool carburante em tal fase de transição é importante

que se explicitem e, eventualmente, se atualizem as reais implicações de um programa como o Proálcool, em seus diferentes aspectos, destacando suas principais vantagens e distorções.

Na introdução deste capítulo já se discutiu um dos mais recentes e abrangentes estudos sobre tal programa cuja conclusão, através de uma classificação ordinal, avaliou o Proálcool da seguinte maneira:

- a) **negativo**, sob os aspectos econômicos e institucionais.
- b) **controverso** sob os aspectos sociais, e
- c) **positivo**, sob o aspecto energético;
- d) **muito positivo**, sob os aspectos ambiental e tecnológico;

Seguindo esse mesmo roteiro, comentar-se-á cada uma dessas conclusões enfatizando seus aspectos mais importantes, eventualmente atualizando alguns deles para afinal, confirmá-los ou reformulá-los e oferecer uma nova interpretação não apenas do Proálcool mas uma nova reflexão sobre a alternativa de se produzir parte de nossas necessidades de combustíveis líquidos a partir da cana-de-açúcar num contexto de transição energética.

5.2.1 - A viabilidade econômico-financeira da produção do álcool de cana-de-açúcar

Antes de mais nada é importante lembrar que muitos foram os estudos já elaborados com a intenção de se definir a matéria prima mais adequada para a produção de álcool carburante. O próprio Proálcool, em suas etapas iniciais, previa a utilização de mandioca e sorgo sacarino mas acabou se fixando na cana-de-açúcar, entre outras razões, por ser a alternativa mais interessante quanto aos aspectos econômico-financeiros. Por exemplo, em relação a custos de produção de álcool um desses estudos chegou a diferentes estimativas conforme as seguintes matérias primas: a) cana-de-açúcar = US\$ 0,155/litro; b) mandioca US\$ 0,366/litro; c) sorgo sacarino US\$ 0,400/litro; d) madeira (eucalipto) US\$ 0,520/litro.¹⁴ Assim, embora se questione a competitividade do álcool de cana-de-açúcar frente a gasolina, deve ser ressaltado que das principais opções estudadas essa é que oferece as maiores vantagens.

¹⁴ Ver Zampieri, D. et all – “Perspectivas de oferta e demanda de álcool e açúcar no Paraná”. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná – SEAB. Curitiba, outubro/1989.

Dentre as conclusões do estudo que se está comentando aquela que diz que sem subsídios o álcool não é uma alternativa viável em termos econômicos à gasolina, explica-se pelos seguintes motivos. Inicialmente foram coletados os resultados de diversos estudos anteriores que calcularam o custo do litro álcool. Esses resultados variaram desde US\$ 0.165 até US\$ 0.46 por litro de álcool, números tais que multiplicados pelos 159 litros de um barril, perfazem US\$ 26,23 e US\$ 73,14 respectivamente. A explicação dada pelos autores (e aqui corroborada) para tão grande diferença entre as estimativas, é que além de eventuais equívocos de análise e/ou qualidade das informações utilizadas, está também na escolha dos parâmetros adotados nas respectivas avaliações. Assim, é evidente que uma avaliação feita essencialmente sob a ótica dos custos privados apresentará diferenças quando comparada a outras avaliações realizadas sob a ótica social (ou avaliações sob preços públicos) nas quais se trabalhe por exemplo com preços sombras, custos de oportunidade da mão de obra e/ou da terra, e/ou ainda, diferentes taxas de juros, diferentes coeficientes da produtividade agrícola e/ou industrial, etc. De forma que, embora não explicitassem os motivos, o estudo acaba adotando as seguintes estimativas para os custos do álcool conforme se discrimina no quadro abaixo.

Quadro 5.1 – Custos de um barril de álcool equivalente

Referência	De álcool hidratado – US\$	De álcool anidro – US\$
Fundação Getúlio Vargas – (1990)	49	54
Borges (1990)	32	36

Fonte: Adaptada das tabelas II.9 e II.10 do estudo em discussão.

Tais estimativas, que convertidas em litros equivalem a US\$ 0.339 e US\$ 0.201, embora estreitem a amplitude das diferenças reveladas pelos estudos antes coletados, ainda assim revelam uma grande diferença dos custos do álcool com os preços do petróleo da época (US\$ 15/barril). Por isso, os autores passam a trabalhar com alguns cenários de preços futuros do petróleo afim de verificar a que distância ainda se encontraria a viabilidade do álcool. Tais cenários de preços do barril de petróleo no mercado internacional de US\$25, US\$30 e US\$40, tomados de estimativas consideradas na época pelas previsões da Copersucar, foram acrescidos ainda dos seguintes custos adicionais: a) custo de refino = 9% sobre o custo do barril de petróleo; b) custo de

transporte = US\$ 5/barril,¹⁵ para que se pudessem estimar os custos do barril de gasolina equivalentes. O quadro abaixo apresenta essas cifras

Quadro 5.2 – Custos de um barril de gasolina

Cenários	Custo US\$/barril
Baixo	32.25
Básico	37.70
Alto	48.60

Como se percebe os números são auto eloquentes. Ainda que os preços do petróleo atingissem o cenário mais alto, o custo do álcool ainda seria maior que o custo da gasolina se aplicadas as estimativas da Fundação Getúlio Vargas (1990). Se a comparação for feita com as estimativas de Borges (1990), no entanto, bastaria que o preço do barril de petróleo chegasse aos US\$ 25 para que o álcool anidro se tornasse competitivo com a gasolina.¹⁶ No caso do álcool hidratado a competitividade só se estabeleceria com o petróleo chegando a US\$ 28,44/ barril.

Apenas a título de conclusão de etapa, alguns comentários sobre a questão da competitividade do álcool com a gasolina podem ser oferecidos para reflexão.

1 – Em primeiro lugar, se forem tomadas como corretas as estimativas de custo elaboradas o álcool só será competitivo com a gasolina quando o barril de petróleo atingir o patamar de US\$ 49 o barril, no caso das estimativas da Fundação Getúlio Vargas, ou de US\$ 28,44 a US\$25, no caso das estimativas de Borges (1998). Portanto, antes que isso acontecesse é evidente que em um sistema de livre mercado o álcool não teria lugar. Ou, alternativamente, só em um cenário de mercado com regulação específica poder-se-á pensar em algum espaço para o álcool como combustível competindo com a gasolina.

2 – Mas, é interessante notar que se comparações semelhantes fossem feitas tanto com os preços da época da realização do estudo (1994) quando o petróleo estava a US\$ 15/barril ou mesmo nos meses finais de 1998, quando o preço chegou a menos de US\$ 10/barril a distância

¹⁵ International Development Research Centre (IDRC) et al (1994), op. cit. p. 35.

¹⁶ Conforme se verá logo abaixo, os preços atuais (setembro de 1999) do barril de petróleo no mercado internacional já atingiram esse patamar.

seria ainda muito maior.¹⁷ Para informações mais detalhadas sobre as flutuações do preço do petróleo nos últimos anos, ver quadro 8 do anexo a este capítulo.

3 - No entanto, desde o início de 1999 os preços vêm apresentando elevações mensais sistemáticas e atingiram em dezembro do mesmo ano, cifras próximas a US\$ 26 por barril, conforme os pregões de Nova Iorque para o petróleo tipo WTI, ou de Londres para o petróleo tipo Brent.¹⁸ Acrescentando a esse preço os custos de refino e transporte conforme a magnitude das cifras acima referidas (9% para o refino + US\$5.00 para o transporte por barril) chega-se ao custo de US\$33/barril. Ou seja, atualmente, a “distância” que ainda resta para o álcool anidro se tornar competitivo com a gasolina é de US\$ 21 (63%) se a comparação for feita com as estimativa de custo da Fundação Getúlio Vargas (1990) ou de US\$ 3,00 (9%) quando a comparação é feita segundo as estimativas de BORGES (1990).

Como se vê, analisado por esse caminho, duas conclusões são possíveis a respeito da competitividade **privada** do álcool: se a comparação for feita com as estimativas de custo da Fundação Getúlio Vargas o álcool ainda está muito distante de ser competitivo; mas se as estimativas de Borges forem aceitas, falta muito pouco para que o álcool se torne competitivo com a gasolina. No entanto, é importante enfatizar, essas seriam as conclusões que os estudos de Borges e da Fundação Getúlio Vargas obteriam se os preços de mercado do petróleo da época (final da década de 1980), fossem substituídos pelo preço do petróleo atual!

Mas se a questão for analisada por outro ângulo, ou seja, se forem tomadas para comparação, não as estimativas do custo do álcool feitas há dez anos, mas, o custo da produção atual do álcool, conforme as declarações dos seus próprios produtores, e não a alternativa de importar o petróleo, refiná-lo transformando-o em gasolina para só então comparar o custo de tudo isso com o álcool, mas comparando-o diretamente com o preço da gasolina no mercado externo, será que as conclusões serão as mesmas?

Antes que isso seja feito, no entanto, é preciso ressaltar que os custos de produção do álcool variam significativamente de unidade produtiva para unidade produtiva em função de uma série

¹⁷ Ou seja, basta que se compare o último preço fixado pelo governo em maio de 1997 (R\$0,41/litro) de álcool anidro ou o equivalente a R\$ 65,19/barril com o preço do petróleo no final de dezembro de 1998 (US\$9,28 x R\$ 1,70/US\$) R\$ 15,77. Como se vê, uma diferença de mais de quatro vezes!

¹⁸ Ver exemplares do Jornal Gazeta Mercantil dos dias iniciais de dezembro de 1999.

de fatores, entre os quais, podem ser destacados: processos de produção conjunto com o açúcar ou apenas álcool, internalização ou não, de uma série de benefícios decorrentes do aproveitamento de subprodutos e/ou resíduos; diferenças de produtividade agrícola e/ou industrial. Feita essa ressalva e compiladas as declarações (colhidas na imprensa recentemente) de vários produtores, pode-se dizer que o custo atual do álcool situa-se dentro da faixa de R\$ 0,30 a R\$ 0,378 por litro, equivalentes de US\$ 0,156 a US\$ 0,197. (Cotações do início de setembro).

Especificando-se mais detalhadamente algumas dessas declarações sabe-se que: a) De acordo com um dos organizadores da Brasil Álcool S.A. (empresa criada por empresários do setor sucroalcooleiro com a finalidade de funcionar como um “fundo regulamentador privado do mercado” para empresas filiadas e negociar melhores preços após a liberalização do mercado), os custos de produção do álcool são de R\$ 0,30 por litro; b) um diretor da mesma organização também indica como custo médio R\$ 0,30 por litro; c) no Paraná, um dos maiores produtores nacionais, segundo o presidente da Coopcana – Cooperativa dos Produtores de Cana de Paraíso do Norte, considerada a maior destilaria paranaense, o custo de produção do álcool anidro está a R\$ 0,30 por litro. A mesma cifra é divulgada por proprietários ou dirigentes de outras unidades industriais do norte do Paraná. d) De acordo com o presidente da Alcopar – Associação dos Produtores de Açúcar e Álcool do Paraná, os custos de produção variam de R\$ 0,30 a R\$ 0,35 para o álcool hidratado e de R\$0,324 a R\$ 0,378 no caso do álcool anidro.¹⁹

Como se vê, em que pesem as informações serem de datas diferentes (ver notas de rodapé), tem-se que os custos de produção, em termos de pontos médios, informados pelos próprios empresários dirigentes do Setor, são **de R\$0,351** por litro, no caso do **álcool anidro**, e de **R\$ 0,325** por litro, no caso do **álcool hidratado**. É importante ressaltar que todas essas informações discutidas sobre os custos de produção do álcool referem-se aos estados do Paraná e São Paulo. No Nordeste, as estimativas de custo além de serem significativamente superiores apresentam

¹⁹ Ver por exemplo a) “Usinas vão criar uma empresa para controlar o álcool” por Edson Álvares da Costa in Jornal Gazeta Mercantil de 29 a 31 de janeiro de 1999, p. B-19. b) “Usinas forçam alta de 67% no preço do álcool” por Edson Álvares da Costa et alii. in Jornal Gazeta Mercantil de 27 de maio de 1999, folha B-22; c) “Coopcana poderá suspender o corte de cana neste mês” por Sílvio Oricolli in Gazeta Mercantil de 4 a 6 de junho de 1999 folha B-19; d) “Setor sucroalcooleiro otimista” por Newton Chagas in Jornal Gazeta Mercantil de 09.09.1999 – Caderno Paraná, p. 3.

uma amplitude de variação também maior.²⁰ No estado de Alagoas, por exemplo, um dos mais eficientes na atividade sucroalcooleira da região, os custos de produção do álcool anidro se situam em R\$ 0,47 por litro em média, enquanto o hidratado gira em torno de R\$ 0,43. Tal circunstância, inclusive, vem motivando a migração de empresários nordestinos em direção às regiões Sudeste, Centro-Oeste ou Centro-Sul do país, conforme aliás, palavras de próprios empresários:

“O grupo nasceu no Nordeste, mas estamos transferindo nossas operações para o Centro-Sul, cujas condições de clima são mais favoráveis e a fertilidade dos solos é maior”.²¹

Para concluir essa discussão sobre custos de produção do álcool, não se pode deixar de fazer duas observações fundamentais. A primeira delas é de que tais estimativas de custo foram fornecidas pelos próprios empresários do setor. A segunda é de que apesar desses níveis de custo, os compradores, conforme declarações dos mesmos, vêm pagando preços bem menores. O próprio governo quando adquiriu o álcool nos leilões que promoveu, pagou também preços bem menores. Assim, existem evidências suficientes para se concluir que, de fato, na realidade atual, os custos de produção do álcool devem ser menores do que as cifras declaradas, e aqui tomadas para comparação.

Quanto aos preços da gasolina, conforme já se demonstrou para o caso do petróleo, seus preços também vêm apresentando, desde o início deste ano, elevações mensais sistemáticas e atingiram nestes últimos dias (meados de setembro de 1999), cifras US\$ 0,6932 por galão, no mercado de derivados da Nymex, para entrega em outubro de 1999.²² Acrescentando a esse preço os custos de transporte de US\$5.00 por barril, conforme já discutido (ver quadro 4.2) e, convertendo-se esse valor para reais ao câmbio de US\$1 = R\$1,88 (cotação de 14.09.1999), chega-se ao valor de R\$ 0,403 por litro. Isto é, **atualmente**, o custo da gasolina importada é de R\$0,403 por litro, enquanto o custo do álcool anidro, segundo os seus próprios fabricantes, é de **R\$0,351** por litro enquanto o hidratado é **de R\$ 0,325** por litro. Como se vê, o custo do álcool hidratado já é de apenas 80% do custo da gasolina importada. Assim, corrigindo-se o custo do

²⁰ Ver “Safrá de Cana deve ser 10% menor no estado de São Paulo” por Luciana Franco et al in jornal Gazeta Mercantil de 25 de agosto de 1999, p. B-20.

²¹ Ver 1) “Usineiros do Nordeste migram para o sul” por Patrícia Raposo in jornal Gazeta Mercantil de 9 de setembro de 1999, página B-18. 2) “Usina lucra com biotecnologia” por Alex Branco in Jornal Gazeta Mercantil de 23 de dezembro de 1997, p. C-7.

álcool para torná-lo equivalente à gasolina em termos de conteúdo energético, ou seja 1 litro de gasolina = 1,2 litros de álcool hidratado ($R\$ 0,325 \times 1,2 = R\$ 0,39$), verifica-se que mesmo assim o custo do álcool já é menor. Diante dessas cifras é fácil concluir que:

a) o álcool já é competitivo com a gasolina importada, pois o seu preço na refinaria, segundo os próprios produtores para o tipo anidro é de R\$ 0,35 por litro, e de R\$ 0,39 para o hidratado, enquanto que o preço da gasolina importada seria de R\$ 0,403 por litro.

b) Raciocinando-se de forma a permitir uma remuneração aos produtores, o governo pode viabilizar a produção de **álcool anidro** repassando aos produtores os R\$0,045 de subsídio por litro que redefiniu a partir de fevereiro de 1999, pois nesse caso tal transferência já garantiria uma remuneração de aproximadamente 12% sobre os custos.²³

É importante notar que nessa comparação não estão considerados os impostos de importação e outros eventuais gravames sobre a gasolina, da mesma forma que não se consideram também aqueles que poderiam incidir acima dos custos de produção do álcool, nem os de distribuição, para ambos os casos. Por esse raciocínio, não é difícil concluir que para os produtores mais eficientes o álcool já é competitivo com a gasolina importada, embora para outros ainda existam diferenças a serem superadas.

Essas diferenças, que dependem e variam em cada caso, poderão ser eliminadas de várias maneiras, por exemplo: a) na medida em que forem internalizados os benefícios do aproveitamento da variedade de subprodutos da agroindústria canavieira; b) se forem conseguidos os altos níveis de eficiência obtidos por algumas das melhores instalações; c) quando forem aproveitadas as diferentes possibilidades de redução do custo de produção.

Para ilustrar as possibilidades quanto a esse último fator, discrimina-se na tabela 5.1 uma estimativa quanto às potencialidades de redução de custos.

²² Ver estatísticas do Centro de Informações da Gazeta Mercantil em exemplares do mesmo jornal de meados do mês de setembro de 1999.

²³ "Usinas forçam alta de 67% no preço do álcool" por Edson Alvares da Costa et al in jornal Gazeta Mercantil de 27 de maio de 1999, p. B-22.

Tabela 5.1 - Estimativas potenciais de redução de custos na produção de álcool.

S e t o r e s	R e d u ç õ e s - (e m %)
Produção da cana de açúcar	19,1
Seleção de variedades e manejo	9,8
Calagem	1,6
Adubação fluída	0,7
Aplicação de vinhaça	1,0
Erradicação de ervas daninhas	2,1
Transporte de matéria prima	0,5
Planejamento da lavoura	3,4
Produção do álcool	6,4
Moagem	1,3
Fermentação	3,3
Destilação	0,3
Energia	1,5
Total	25,5

Fonte: Macedo, I.C. "Production and Use of Sugar Cane for Energy" in International Symposium on Environmentally Sound Energy Technologies, ESETT, 91 - Milan, Italy, 1991. Apud Pinguelli, R.L, et al. "The Fuel Alcohol Program in Brazil; The Present Crisis an Future Perspectives". International Development Research Centre -IDRC and Energy Planning Program (COPPE). Rio de janeiro, 1994.

Assim, diante da hipótese de que tais reduções potenciais possam, de fato, ser alcançadas o custo de produção do álcool poderá ser reduzido dos atuais R\$ 0,35 por litro para R\$ 0,28 por litro. Todavia, enquanto essas potencialidades não se materializam por completo, alguns outros fatos devem ser levados em consideração. Por exemplo, não se pode esquecer que enquanto para o álcool a tendência é de redução continuada de seus custos, no caso da gasolina ou do petróleo a tendência é diametralmente oposta. Ainda mais quando se constata que os seus preços praticados no mercado internacional, em termos reais, são mais baixos do que aqueles que passaram a vigorar logo após ao primeiro choque em 1972/73. Ou seja, como já se discutiu, o preço do barril de petróleo neste corrente mês de setembro de 1999 está na casa dos US\$ 23,48 o barril. Tal preço, apesar das significativas oscilações no último ano, é de apenas 1,95 vezes aquele que vigorou após o primeiro choque em 1973 (quando passou de US\$ 2 para US\$ 12 o barril), ou seja, seu crescimento médio daquela época até hoje foi de apenas 2,72% ao ano, quando a inflação do dólar no período de 1972 a 1997 foi de 5,54% médios anuais. Os quadros 6 e 7 (no anexo II), apresentam uma série de informações referentes às importações brasileiras de petróleo nos últimos anos e seus respectivos preços pagos, que bem ilustram as oscilações dessas variáveis. As expectativas do mercado segundo analistas no Brasil e Estados Unidos da América do Norte é de que o barril supere o patamar de US\$25 por barril. Mas, a médio prazo, deverá se

estabilizar nesse nível. Como se vê, embora a curto prazo o mercado possa oscilar em torno dos US\$25 por barril, não parece ser despropositada a estimativa de que a mais longo prazo ele continue a subir. Para o caso do álcool, entretanto, como já se discutiu, as expectativas são de redução de seu custo de produção.²⁴

Outra consideração importante que deve ser feita quando se analisam aspectos econômicos e financeiros da produção de álcool é a estimativa do volume de divisas que foram poupados em razão da existência do Proálcool. Assim, com base nas estatísticas fornecidas pelo quadro 7 (constante do anexo II), foi possível elaborar uma estimativa a respeito da economia que o país fez deixando de importar a gasolina que seria necessária se não houvesse a produção interna do álcool. De acordo como os procedimentos descritos no referido quadro, no período compreendido pelos anos 1976 a 1997, estima-se que o Brasil economizou US\$ 30,4 bilhões. Mas isso ainda não seria tudo, pois, a essa cifra dever-se-iam acrescentar também as receitas provenientes das exportações de gasolina que se tornaram possíveis em razão da sua substituição pelo uso do álcool. Assim, com base nas informações disponíveis do quadro 7 do anexo II (que abrange apenas o período de 1980 a 1997), tem-se que, além dos US\$ 30,4 bilhões economizados com o uso do álcool, o Brasil obteve também uma economia adicional de divisas de US\$ 9,3 bilhões proveniente das receitas com as exportações de gasolina que se tornaram excedentes na estrutura de refino interna, em razão do uso do álcool.

Ainda em relação aos aspectos econômico-financeiros outro raciocínio pode ser oferecido para reflexão. Refere-se a aspectos da comercialização da gasolina. Para tanto, é interessante comparar a estimativa do custo da gasolina importada com o preço ao consumidor final. A estimativa que aqui se fez, com base nos preços internacionais, é de que a gasolina importada custa atualmente R\$ 0,393. Quanto aos preços na bomba, embora variem em função da liberalização de preços em que atua o setor, não se acredita estar incorrendo em grande erro ao adotar a cifra de R\$ 1,10 por litro, como uma moda aceitável. Então, como se vê o preço na bomba ao consumidor é de quase três vezes o custo do produto! O que explica tamanha discrepância? Sem entrar no mérito dessa discussão, é suficiente para os propósitos que aqui se tem, identificar apenas seus dois grandes componentes, que são os custos de distribuição e os

²⁴ Ver "Petróleo ganha fôlego neste fim de ano" por Francisco Góes in Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana de 27.09.99 a 03.10.99, p.3.

tributos. Estes estão sendo objeto de discussão no Congresso Nacional que pretende reduzi-los a apenas um único imposto, já que atualmente são múltiplos e variados.

Atualmente existem 19 tributos das diferentes esferas governamentais que incidem em cascata sobre os combustíveis. A reforma tributária que se encontra em discussão prevê a sua substituição por apenas um imposto único que seria arrecadado apenas uma vez, na saída da unidade produtora, inibindo a grande sonegação que atualmente se verifica. Outra vantagem seria a mudança da incidência que se concentraria apenas na gasolina, óleo Diesel e álcool.²⁵

Como já se referiu, não são só os tributos que explicam a grande defasagem entre o custo da gasolina e os seus preços cobrados do consumidor na bomba. Embora sujeita a possíveis correções, em razão das alterações que vem se verificando no mercado de combustíveis, é possível formar uma idéia aproximada da estrutura de preços da gasolina com base nas informações da tabela a seguir.

Tabela 5.2 – Estrutura do preço da gasolina com base nos preços vigentes em julho de 1997.

Componentes do preço na bomba ao consumidor	Em US\$/barril	Em percentual
1. Preço refinaria	19,3	18,0037
2. Frete (coleta e distribuição do álcool das destilarias até os centros de mistura)	3,3	3,0783
3. Margens (distribuição e revenda)	20,0	18,6567
4. FUP (fundo de unificação de preços)	11,8	11,0074
5. Subsídio cruzado (para permitir a diferenciação de preços entre derivados)	16,8	15,6716
6. Impostos	36,0	33,5821
Total	107,2	100,0000

Fonte: SINDUSCOM – Apud Elizabete Torres Seródio.²⁶

Como se vê, diversos são os componentes passíveis de discussão e reformulação com vistas a uma política de regulação por parte do governo. Várias são as críticas e ou proposições que podem feitas. Ainda mais se for considerado que apesar da maior parcela do preço ao consumidor

²⁵ Ver “Demes apresenta imposto de combustíveis” por Patrícia Oliveira in Jornal Gazeta Mercantil de 26 de agosto de 1999, folha A-17.

²⁶ Ver “A viabilização do álcool num cenário de livre mercado” in Anais do Seminário, O futuro do Álcool Num Cenário de Livre Mercado. Associação Brasileira de Engenharia Automotiva. São Paulo, 10 de junho de 1997. pp. 39-44.

(33,5%), serem correspondentes a impostos é preciso observar que se tal cifra for comparada aquelas de vários países da Europa, ela é ainda muito pequena, pois em tais países, a carga de impostos chega a ultrapassar 70% do preço final ao consumidor. A tabela a seguir apresenta o preço da gasolina para um grupo de países selecionados, na qual são discriminadas as parcelas de preços antes e depois dos impostos.

Em síntese, o que se quer enfatizar é que existe grande margem de manobra ou espaço nos atuais preços que são praticados com a gasolina no Brasil, dada a sua estrutura, para que se estudem políticas de regulação de preços, inclusive, se for o caso, até para subsídios ao álcool. Em outras palavras, já existe um sistema de preços de combustíveis no Brasil que incorpora a prática de subsídios cruzados entre um ou outro tipo de combustível e mesmo de um mesmo combustível entre diferentes regiões produtoras, como é o caso do álcool. Ocorre no entanto, que nem sempre isso é claramente explicitado. Por outro lado, com exceção dos EUA onde o preço de gasolina é um dos mais baixos do mundo desenvolvido, o preço da gasolina praticado no Brasil é suficientemente menor que o da maioria dos países desenvolvidos, para permitir que se incorpore parcela adicional com a finalidade, por exemplo, para um subsídio ambiental à produção de álcool, **quando e onde** for o caso.

Tabela 5.3 – Preços da gasolina em países selecionados – (US\$/barril).

Países	<u>Antes dos impostos</u>		<u>Impostos</u>		<u>Total</u>
	Abs.	(%)	Abs.	(%)	Abs.
França	42.61	22.54	146.44	77.46	189.05
Itália	51.20	27.22	136.90	72.78	188.10
Holanda	53.11	28.47	133.40	71.52	186.51
Bélgica	49.77	27.01	134.51	72.99	184.28
Alemanha	45.95	27.16	123.22	72.84	169.17
Reino Unido	41.02	24.69	125.13	75.31	166.15
Uruguai	69.80	42.95	92.70	57.05	162.50
Argentina	56.61	37.32	95.08	62.68	151.69
Brasil	59.31	55.34	35.93+11.93*	44.66	107.17
Bolívia	79.02	86.13	12.72	13.87	91.74
Paraguai	44.84	49.92	45.00	50.01	89.83
Chile	40.54	45.37	48.81	54.62	89.36
Estados Unidos	44.84	74.81	15.10	25.19	59.94

Fonte: SINDUSCOM/SEAE – Apud Elizabete Torres Seródio²⁷

(*) Refere-se a parcela do FUP – Fundo de unificação de preços

²⁷ Op. cit. p. 44.

Como considerações finais sobre a viabilidade econômico-financeira da produção do álcool de cana-de-açúcar os seguintes pontos devem ainda ser lembrados.

É possível avaliar projetos ou empreendimentos desde os pontos de vista privado e social. A avaliação do ponto de vista privado consiste em medir o retorno de um projeto ou empreendimento segundo a perspectiva do investidor privado, ou seja, onde os custos e benefícios são estimados de acordo com os preços de mercado. A avaliação social mede o retorno de um projeto desde a perspectiva da sociedade ou da economia como um todo. Nesse caso, avalia os benefícios advindos do projeto para a sociedade, e os custos sociais do deslocamento de fatores e recursos de seu melhor uso alternativo para o novo projeto.

Em toda a discussão feita nessa seção, as considerações se restringiram à ótica privada, e mesmo aí se explicitaram vários argumentos para se sustentar que o álcool já é competitivo com a gasolina. Portanto, a principal desvantagem do Proálcool sempre ligada à sua inviabilidade econômico-financeira, parece não mais se verificar.

5.2.2 - As implicações sociais

Os aspectos que mais se destacam quando se fala das implicações sociais da atividade sucroalcooleira dizem respeito à sua capacidade de gerar empregos e as precárias condições de trabalho que se verificam na colheita da cana de açúcar. A questão da geração de empregos, encarada como um dos principais desafios com que a humanidade terá que defrontar no próximo milênio, já está desafiando a capacidade e criatividade tanto de líderes políticos, como de cientistas e pesquisadores em todo o mundo. Como se sabe, esse não é um problema apenas das nações menos desenvolvidas ou de determinados setores da economia, mas sim uma questão planetária que embora em graus diferentes, afeta todos os ramos da atividade humana. Diante desse desafio, é de extrema importância que os investimentos sejam orientados para aquelas atividades que possuam o maior efeito multiplicador em empregos.

Em recente estudo elaborado pelo BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social foi montado um modelo que permite aferir quais são os setores que mais geram empregos. A tabela 5.4 apresenta os resultados para alguns setores selecionados.

Tabela 5.4 – Quantidade de empregos assegurados a partir de R\$ 1 milhão de aumento de produção.

SETORES	DIRETOS	INDIRETOS	TOTAL
Agropecuária	144	38	182
Artigos do vestuário	146	31	177
Abate de animais	12	120	132
Serviços prestados à família	96	27	123
Indústria do café	11	109	120
Indústria de laticínios	7	112	119
Beneficiamento de produtos vegetais	15	103	118
Madeira e mobiliário	56	56	112
Fabricação de óleos vegetais	4	107	111
Fabricação de açúcar	15	91	105
Construção civil	30	18	48
Químicos Diversos	9	25	34
Automóveis, caminhões e ônibus	4	24	28
Petróleo e gás	6	19	25
Refino do Petróleo	1	13	14

Fonte: Matriz Insumo-Produto do IBGE de 1999. Contas Nacionais 1996 e atualização para 1997. Apud Lorena Aubrift Klenk.²⁸

Dos dez primeiros setores do *ranking*, sete se referem a atividades relacionadas à agroindústria. Além da própria agropecuária, os setores da indústria de alimentos recebem destaque pelo grande encadeamento produtivo com a agricultura tornando-se os grandes geradores de empregos indiretos. Os setores que potencialmente asseguram maior demanda por mão-de-obra são os seguintes: **agropecuária**; artigos de vestuário; abate de animais; serviços prestados à família; indústria do café; indústria de laticínios; beneficiamento de produtos vegetais; madeira e mobiliário; fabricação de óleos vegetais e **fabricação de açúcar**. Para que se tenha idéia dos efeitos diferenciados, segundo o estudo do BNDES, para cada R\$ 1 milhão aplicado na agropecuária, são gerados 144 empregos diretos e 38 indiretos, enquanto na indústria de automóveis, ônibus e caminhões, por exemplo, o mesmo investimento gera, apenas, 4 empregos diretos e 24 indiretos. Na construção civil são gerados 30 empregos diretos e 18 indiretos; no comércio, 86 diretos e 15 indiretos; **no setor de Petróleo e Gás, 6 diretos e 19 indiretos; no setor de Refino de Petróleo, 1 direto e 13 indiretos.**

Como se viu é no setor agropecuário que se encontram as maiores potencialidades para a geração de empregos. Mas não é só essa a potencialidade do setor, pois, se a ele forem associados todos os seus encadeamentos para a frente e para trás na cadeia produtiva, definindo o que mais recentemente se tem referido como complexo *agribusiness*, a expressão de seus negócios é notavelmente maior. Dentro dessa nova visão, o *agribusiness* engloba não apenas os que trabalham diretamente com a terra, mas também pessoas e empresas que fornecem os insumos, processam os produtos agropecuários, manufaturam os alimentos e fibras, transportam e vendem esses produtos aos consumidores. Em síntese, o *agribusiness* pode ser entendido como um sistema compreendido por três grandes setores: o setor de suprimentos agropecuários, o setor de produção agropecuária propriamente dito e, o setor de processamento, manufatura e distribuição, todos interrelacionados e interdependentes. Pois bem, esse setor compreendendo o segmento de alimentos, fibras e energia renovável (cana-de-açúcar e álcool), pode ser considerado o maior negócio da economia brasileira, uma vez que responde por:

- a) mais de um quarto de seu produto interno bruto (PIB);
- b) cerca de 40% das receitas de exportação;
- c) quase 40% do total do emprego gerado no país e,
- d) a utilização de mais da metade da frota nacional de caminhões.

Em resumo, estima-se que o valor agregado do *agribusiness* brasileiro esteja ao redor de US\$ 200 bilhões para um PIB de US\$ 900 bilhões.²⁹

Dentro desse setor, a cultura da cana-de-açúcar se destaca como a atividade que, depois do Café e do Algodão, é a que mais emprega mão de obra, sendo que em todas as demais culturas o emprego de mão e obra é menor. As informações do quadro 5.3, referentes à safra atual no Estado do Paraná, ilustram esse destaque.

²⁸ Ver “Atividades relacionadas ao campo dão mais empregos” por Lorena Aubrift Klenk in Jornal Gazeta Mercantil de 19 de maio de 1999, p. D-5.

²⁹ Ver “O maior negócio da economia” por Judas Tadeu Grassi Mendes in Jornal Gazeta Mercantil de 23 de dezembro de 1998 – Caderno Paraná, p. 4.

Quadro 5.3 – Coeficientes de utilização de mão-de-obra de culturas selecionadas no Estado do Paraná na safra 1999/2000.

Culturas	Área (há)	Mão-de-obra (homens)	Mão-de-obra por unidade de área
Café	131.000	44.540	0,34
Algodão	49.000	15.680	0,32
Cana-de-açúcar	327.308	73.353	0,22

Fonte: SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná “O setor sucroalcooleiro como gerador de empregos” por D. Zampieri e G.M. Cirio. Curitiba, out/1999.

No entanto, deve-se observar que essa importância destacada da cultura de cana-de-açúcar quanto a geração de empregos é reduzida quando se introduz a colheita mecanizada. Nesse caso, o coeficiente se reduz consideravelmente na medida em que cada colheitadeira substitui, em média, 80 trabalhadores. Todavia, não se deve esquecer que a adoção da colheita mecanizada requer determinadas condições muito específicas, que não podem ser generalizadas a todo tipo de propriedade e/ou região, por exemplo: topografia do terreno, espaçamento dos talhões, elevados investimentos em maquinaria, entre outras. Deve-se considerar também que esse procedimento só se viabiliza economicamente em canaviais com área de 500 hectares e que revelem elevados coeficientes de produtividade. De forma que, apesar da significativa penetração em algumas grandes regiões produtoras do Estado de São Paulo, a prática da colheita mecanizada deverá se restringir àquelas áreas que atendam as pré condições exigidas. Nas demais áreas a colheita deverá continuar sendo manual.³⁰

Na verdade, a questão do corte da cana-de-açúcar é um pouco mais complexa pois não é tão simples generalizar um ou outro procedimento como o mais adequado. Para que se tenha idéia de tal questão basta que se confronte as diferentes alternativas de corte com suas respectivas conseqüências. Ou seja:

- a) se a prioridade for a geração de empregos o corte manual é preferível ao mecanizado, mas, ao pressupor a queima anterior dos canaviais (o que é inclusive uma conquista da categoria porque facilita o trabalho dos cortadores), a queima possui a desvantagem da poluição ambiental e, portanto, deve ser evitada;

³⁰ Informações obtidas em entrevistas com técnicos do Setor da Secretaria da Agricultura do Paraná, e da Associação dos Produtores de Açúcar e Alcool do Paraná – Alcopar em setembro de 1999.

b) se o corte for mecanizado, o emprego de mão de obra é significativamente reduzido, mas, além dos inegáveis benefícios ambientais (eliminação da poluição pela queima e incorporação da massa verde ao solo), os custos são reduzidos tanto pela economia de mão de obra como pelos ganhos no teor de sacarose (que não são reduzidos quando a cana é queimada).³¹

c) A redução de custos com a tendência da colheita mecanizada, pode ser avaliada com base nos seguintes dados. Nos anos setenta a colheita mecanizada custava quase o dobro da manual, mas atualmente, devido a evolução tecnológica das máquinas, ao preparo adequado do solo, às novas variedades de cana desenvolvidas e ao aumento do custo da mão de obra, a colheita mecanizada é de 30% a 40% mais barata do que a tradicional.³²

Todavia, seja qual for o potencial de geração de empregos da produção de álcool ou do setor sucroalcooleiro, ele deveria ser comparado com os indicadores da produção de seus substitutos, ou seja deve-se comparar a geração de empregos da a produção de álcool com a geração de empregos da produção da gasolina. Se a comparação é feita com a gasolina importada a vantagem é evidente e dispensa comentários. No caso de se comparar com os empregos gerados na produção nacional de gasolina, a produção do álcool (considerando todo o complexo desde a matéria prima) também gera muito mais empregos, pois como se sabe, a quantidade de empregos gerados por recursos investidos de acordo com o já citado estudo do BNDES apresenta as seguintes cifras para os setores em análise:

- a) total de empregos gerados na fabricação de açúcar = 105
- b) total de empregos gerados no setor de químicos diversos = 33
- c) total de empregos gerados no setor de petróleo e gás = 25
- d) total de empregos gerados no setor de refino de petróleo = 14

Assim, apenas se ilustrar qual o montante de empregos gerados pelas atividades sucroalcooleiras no Brasil, pode-se recorrer a duas fontes principais: os vários estudos que já foram feitos sobre o Proálcool, e as declarações mais recentes de diferentes agentes envolvidos de uma maneira ou de outra com a questão.

³¹ Ver "Mercado de trabalho do setor sucroalcooleiro no Brasil". IPEA, Brasília, 1994, pp. 117-118.

³² Ver "Balanço Anual, 98 - São Paulo" Publicação anual da Gazeta Mercantil, p. 50

Um dos estudos que resenhou diferentes pesquisas a respeito dos empregos gerados pela criação do Proálcool foi realizado por Magalhães et alii (1991).³³ O quadro abaixo apresenta um resumo dessas pesquisas e suas respectivas estimativas dos empregos relacionados ao Proálcool.

Quadro 5.4 - Resumo de estimativas sobre os empregos gerados pelo Proálcool

Responsáveis pela estimativa	Data do estudo	Empregos gerados
1 – OIT-PREALC	Set/1981	511 a 598 mil (dir+ind) ^A
2 – Estimativas do Banco Mundial	Set/1981	450 mil (diretos)
3 – Júlio Martins Borges	Abril/1982	450 mil (diretos) ^B
4– Júlio Martins Borges	Set/1983	1 milhão (diretos) ^C
5 – Confederação Nacional da Indústria	Abril/1985	814 mil (diretos) ^D
6 – CENAL	Mar/1985	722 mil (dir+ind)
7 – Magalhães et alii	1991	828 mil (dir+ind) ^E

Fonte: Apud Magalhães et alii (1991), pag.67-78

(^A) Para uma produção de 10,7 bilhões de litros

(^B) Para uma produção de 10,7 bilhões de litros

(^C) Para uma produção de 16 bilhões de litros

(^D) Para uma produção de 14,3 bilhões de litros na safra 1987/88

(^E) Exceto os do setor automobilístico. Com esses incluídos a cifra sobe para 1,325 milhões.

Além das estimativas mencionadas no quadro 5.4, pode ser também referenciada a posição de Guerra (1986, p.211-229). Podem ser encontradas nesse trabalho, referências analíticas às formas de quantificação propostas por outros pesquisadores.³⁴

Além dessas informações derivadas de estudos e pesquisas, diferentes autoridades e/ou agentes e empresários do setor também têm se manifestado a respeito dos empregos gerados pelas atividades ligadas ao setor sucroalcooleiro. As cifras apresentadas são as seguintes.

- a) para um deputado federal do Paraná, por exemplo, seriam aproximadamente 1,325 milhões de postos de trabalho, distribuídos da seguinte maneira: 625 mil empregos diretos nas atividades agrícolas e industriais; 202 mil empregos (diretos e indiretos) vinculados à produção dos insumos demandados e, mais algo em torno de 500 mil gerados no complexo automobilístico.
- b) Segundo o presidente da Alcopar – Associação dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado do Paraná, o setor responde por 1,2 milhões de empregos em todo o país, além

³³ Magalhães, J.P de Almeida et alii. “Proálcool – Uma Avaliação Global”. ASTEL – Assesores Técnicos Ltda./ Xenon Editora e Produtora Cultural Ltda. Rio de Janeiro, 1991. 223 p.

³⁴ Guerra, S.M.G “La Politique Énergétique Brésilienne: Transfert de Revenu – Le Plan Nacional d’Alcool, 1968-1984; Thèse de Doctoract, IHEAL – Université Paris III. Paris, 1986. 386 p.

de movimentar US\$ 17 bilhões. Só no Estado do Paraná as 28 unidades industriais responderiam por aproximadamente 3% do PIB estadual.

- c) Segundo o secretário executivo do Conselho Interministerial do Açúcar Álcool – Cima, seriam 1,1 milhão de empregos em todo o país.
- d) Conforme o ministro da Indústria e Comércio o Setor canavieiro emprega 1,1 milhão de pessoas em todo o país e envolve mais de 300 empresas.³⁵

Diante de todas essas referências e considerando que nas últimas safras a produção de álcool tem se situado na faixa de 14 a 15 bilhões de litros, parece haver suficiente evidência de que a produção de álcool no Brasil ocupe uma massa de empregados da ordem de 1 milhão a 1,2 milhões de pessoas. Deve-se notar que se a essas estimativas forem incluídos os empregos e demais impactos do restante do complexo sucroalcooleiro, as cifras serão bem maiores e mais significativas, conforme aliás, já se comentou anteriormente quando de tratou do setor chamado de *agribusiness* brasileiro.

Quanto a questão da competição da cana-de-açúcar com outras culturas é importante reconhecer que se em determinadas regiões do Estado de São Paulo isso de fato não só aconteceu como pode até se intensificar, em outras regiões do país ainda há muito espaço para a expansão de ambos os tipos de cultivo. O caso do Paraná, atualmente o segundo produtor nacional do setor sucroalcooleiro é uma eloqüente demonstração dessa possibilidade, conforme já se discutiu na primeira seção deste capítulo.

5.2.3 - As implicações energéticas

Avaliada sob o ponto de vista energético a produção de álcool da cana-de-açúcar apresenta grandes vantagens em relação à gasolina. A primeira e mais importante delas, se o que se busca é o desenvolvimento sustentável, é que o álcool aqui tratado é uma fonte de energia renovável, enquanto a gasolina derivada do petróleo é de fonte fóssil não renovável. Além disso, a sua produção promove a diversificação da matriz energética não apenas com a entrada do álcool mas

³⁵ Ver a) “Proálcool: soberania nacional” por Rubens Bueno in Jornal Gazeta Mercantil de 16 de agosto de 1999. Caderno Paraná, p. 2; b) “Só a volta do carro a álcool pode salvar o setor” por Ermeto Barea in jornal Gazeta Mercantil de 5 de janeiro de 1999 – Caderno Paraná, p. 2. c) “Usinas forçam alta de 67% no preço do álcool” por Edson Alvares da Costa et all in jornal Gazeta Mercantil de 27 de maio de 1999, p. B-22.

também com a utilização do bagaço da cana-de-açúcar. A esse respeito, é ilustrativo enfatizar (como se demonstrou no terceiro capítulo), que em função do Proálcool o setor sucroalcooleiro aumentou sua participação no balanço energético brasileiro de 4,7% em 1970 para 11,2% em 1997. Mais significativo ainda foi o aumento da participação absoluta, no tocante a energia equivalente ao petróleo, pois nesse caso a contribuição que era de apenas 3,5 milhões de tEP em 1970 passou a 25,5 milhões de tEP em 1997. Essa expressão tende a aumentar ainda mais na medida em que se intensifique o aproveitamento do bagaço para cogeração, o que na verdade se constitui em outra vantagem importante, ou seja a potencialidade de se obter energia elétrica a partir da queima do bagaço. O aspecto que ainda permanece favorável à gasolina diz respeito ao desequilíbrio entre os consumos de álcool e gasolina pois, em relação a potência e desempenho já não há mais vantagem. Outros problemas que marcaram o início da experiência do carro a álcool no Brasil, tais como a dificuldade do motor “pegar” nos dias frios, a corrosão de determinadas peças, entre outros, já foram eliminados. De acordo com a Fiat e a Volkswagen (montadoras que não interromperam a fabricação de veículos a álcool nos últimos anos), a tecnologia chegou a tal ponto que atualmente não há mais diferença de potência e desempenho entre eles. Todavia, a diferença de consumo entre eles ainda permanece. Isto é, ainda se consome mais álcool do que gasolina para a realização do mesmo serviço. Isso se explica pelo fato do álcool ter uma taxa de compressão 40% maior que a da gasolina e, como conseqüência, seu consumo é mais alto, mas os fabricantes conseguem mantê-lo entre 25% e 30%.³⁶ Portanto, quanto a equivalência energética o álcool ainda é mais pobre que a gasolina pois, só possui de 80% a 75% de sua energia.

Duas reflexões, no entanto, merecem ser feitas em relação a essa desvantagem. A primeira delas chega a ser curiosa pois, compara-se o consumo energético de combustíveis diferentes em motores de ciclo Otto, ou seja, **em motores desenvolvidos há quase cem anos para utilizar gasolina!** Por outro lado, ainda que o desenvolvimento tecnológico confirme vantagens da gasolina em motores de ciclo Otto frente ao álcool em motores exclusivos para o seu uso, restaria estudar se existem de fato opções mais interessantes que o álcool da cana-de-açúcar como sucedâneo da gasolina. Noutros termos, se é a sustentabilidade que se persegue a gasolina precisa ser substituída. E, para isso, existe substituto, que seja sustentável, mais adequado que o álcool da cana-de-açúcar?

³⁶ Ver “O governo tenta criar mercado para o álcool” por Laura Knapp in Jornal Gazeta Mercantil de 15 de junho de 1999, p. A-6.

Uma outra forma de avaliação energética da produção sucroalcooleira pode ser realizada através do seu balanço energético, ou seja, comparando-se o total de energia que é requerida (ou que entra) para a produção do setor com aquela que é efetivamente produzida (aquela que sai) pelo mesmo setor. Um desses balanços foi realizado recentemente pelo Centro de Tecnologia da Copersucar dentro de um estudo maior denominado “Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool”. Os resultados se referem a dois conjuntos de uma amostra de unidades industriais da agroindústria brasileira de açúcar e álcool representadas por todas as usinas e destilarias associadas à Copersucar.³⁷ O primeiro dos conjuntos refere-se a média da amostra como um todo e o segundo, a média dos melhores valores encontrados, ambos considerados representativos para a produção brasileira do Centro-Sul. A tabela 5.5 resume os principais resultados do balanço energético da produção da cana-de-açúcar e álcool.

Antes de analisar os seus resultados é oportuno esclarecer alguns aspectos de sua metodologia. Assim, conforme seus autores:

“Na análise energética, o sistema considerado deve ser selecionado em função do objetivo proposto. Sistemas suficientemente amplos levarão sempre a uma energia líquida nula, o que é correto, mas não tem interesse prático. Por exemplo, para produzir 6 barris (equivalentes) de gasolina, com petróleo do Golfo, gasta-se 1 barril (exploração, extração, processamento); dependendo de considerarmos ou não as reservas como parte do sistema, o balanço é negativo (produz 6 barris, gastando 7). Portanto, no início da análise os fluxos de energia a serem considerados devem ser identificados, sendo a sua escolha justificada pelos objetivos. Outra causa freqüente de divergências é a não separação da energia em suas diversas formas. Todos os combustíveis líquidos, assim como toda a eletricidade de centrais térmicas. São produzidos em processos com balanços negativos de energia; eles são justificados porque a forma final de energia (gasolina, Diesel, energia elétrica) é mais conveniente que a inicial (petróleo, carvão). Novamente em função dos objetivos é conveniente separar as formas de energia. Não há, em geral, necessidade de fazer esta separação de modo completo (seria possível trabalhar com a energia livre de Gibbs) para as análises energéticas; o conceito de disponibilidade termodinâmica é mais útil em uma análise complementar para identificação das irreversibilidades. O objetivo deste estudo é verificar, nas condições atuais de produção das usinas cooperadas, o consumo de energia oriunda do petróleo necessária para a produção de álcool. Em outras palavras, quanto petróleo é utilizado para produzir um litro de etanol. A avaliação é feita para todo o processo (produção de cana e produção de álcool) e envolve todas as formas de energia, não apenas as de petróleo.”³⁸

³⁷ Ver COPERSUCAR, Centro de Tecnologia. “Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool.” São Paulo, 1996.

³⁸ Op. cit. p. 15.

Tabela 5.5 – Energia na produção da cana de açúcar e álcool - 1995^A

Itens	Médias (MJ/t de cana)	Melhores valores (MJ/t de cana)		
Produção de Cana-de-açúcar – Total	189,87	175,53		
Operações agrícolas	30,10	30,10		
Transporte da cana	34,92	31,87		
Fertilizantes	66,96	56,09		
Calcário, herbicidas, etc.	19,06	19,06		
Sementes	5,76	5,34		
Equipamentos	33,07	33,07		
Produção de álcool – Total^B	46,08	36,39		
Eletricidade (adquirida)	0,00	0,00		
Produtos químicos e lubrificantes	7,34	7,34		
Edificações	10,78	8,07		
Equipamentos	27,96	20,98		
Fluxos externos de energia (agricultura + indústria)^C	Insumo	Produção	Insumo	Produção
Agricultura	189,87		175,53	
Indústria	46,08		36,39	
Álcool produzido		1.996,37		2.045,27
Excedente de bagaço		175,14		328,54
Totais - (fluxos externos)	235,95	2.171,51	211,92	2.373,81
Produção/Insumos		9,2		11,2

Fonte: COPERSUCAR, Centro de Tecnologia. “Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool.” São Paulo, 1996.

^A Três níveis de “utilização de energia” são considerados: utilização direta de combustível e utilização de eletricidade (externa, energia usada para a produção de produtos químicos, lubrificantes, calcário, etc.; energia usada para a produção e manutenção de equipamentos e edificações.

^B Somente energia “externa”: não inclui energia a partir do bagaço utilizado na usina de açúcar como vapor ou eletricidade.

^C Insumos energéticos externos provêm principalmente de combustíveis fósseis (óleo combustível, Diesel); embora no Brasil, a maior parte dos insumos de eletricidade sejam renováveis (hidrelétrica), ela é considerada aqui como um componente de edificações, equipamentos, produtos químicos, etc.

Como se pode observar, analisando os dados da referida tabela referentes às médias, a relação entre o somatório da energia que entra como insumo na produção do setor sucroalcooleiro e a energia produzida pelo mesmo setor, assume o coeficiente 9,2. Isto significa que o balanço energético da produção sucroalcooleira é significativamente superavitário pois, para cada unidade de energia que ele utiliza ele devolve ou gera como produto 9,2 unidades de energia. Apesar deste confortável balanço, os dados indicam que ele ainda pode ser melhorado pois, quando de analisa o coeficiente revelado pela média da amostra referente aos melhores valores, verifica-se que a magnitude do coeficiente sobe para 11,2. Isto significa que o balanço pode aumentar o seu superávit de energia líquida gerada em aproximadamente 20%.

5.2.4 - As implicações ambientais ou ecológicas

Conforme se comentou anteriormente (na introdução a esta seção), o Proálcool foi considerado **muito positivo** sob os aspectos ambientais pelo trabalho tomado como base e roteiro para este capítulo.³⁹ Dentre os fatores responsáveis por tal avaliação destacam-se os seguintes: a) o uso do álcool em substituição à gasolina reduz a poluição do ar, principalmente nas grandes cidades; b) as plantações da cana-de-açúcar necessárias para a produção do álcool, desempenham o importante papel de absorvedoras das emissões de CO₂ que contribuem para a intensificação do efeito estufa; c) originário da cana-de-açúcar, o álcool constitui-se em fonte de energia renovável, portanto, compatível com a política de desenvolvimento sustentável; d) alguns de seus subprodutos, como a vinhaça e o bagaço de cana, que anteriormente eram tratados como dejetos ou resíduos problemáticos implicando em custos adicionais, atualmente converteram-se em recursos que podem ser utilizados economicamente proporcionando benefícios.

No entanto, não se pode esquecer que a atividade sucroalcooleira também gera efeitos ambientais adversos ou negativos, os quais podem ser abordados sob dois ângulos distintos. No caso do álcool, do ponto de vista da sua produção e do ponto de vista de seu consumo. No primeiro caso, a atividade produtiva do álcool causa impactos ambientais negativos, pelo menos nas seguintes etapas: a) quando a colheita é precedida da queima da cana-de-açúcar; b) na etapa da lavagem da cana-de-açúcar; c) na etapa do destino da torta de filtro e principalmente do vinhoto, dependendo da forma com que sejam tratados; d) na queima do bagaço.

Do ponto de vista do consumo, a situação do álcool quando comparada à gasolina, por exemplo, é amplamente favorável. No entanto, o álcool possui uma particularidade que ainda não está suficientemente esclarecida e que consiste na emissão de um elemento poluidor diferente da gasolina que são os aldeídos.

³⁹ Ver International Development Research Centre (IDRC) and Energy Planning Program (COPPE) - The Fuel Alcohol Program in Brazil: The Present Crisis and Future Perspectives. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1994, p. 65.

Não é intenção deste trabalho, convém que se reitere, fazer a avaliação de nenhum desses aspectos mas, apenas explicitar e enfatizar algumas características mais importantes de avaliações já feitas e, eventualmente, atualizar reflexões sobre algumas delas, com o objetivo de contextualizá-las dentro de um novo enfoque de análise, qual seja: o do desenvolvimento sustentável. Diante disso, assumem especial relevância os fatores acima enumerados como (a), (b) e (d). É sobre eles, portanto, que se pretende explicitar alguns elementos adicionais para reflexão.

Recentemente, alguns estudos tem revelado resultados muito significativos e eloqüentes sobre a questão da poluição ambiental que se relacionam diretamente com a iniciativa de se substituir a gasolina pelo álcool. Uma amostra deles pode ser colhido através dos registros de um seminário que foi promovido pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado São Paulo em março de 1998, denominado “Cidades, Saúde e Mudança Climática Global”. Se não, veja-se:

“A poluição do ar já mata, nos Estados Unidos, tanto quanto o vírus da Aids ou os acidentes de trânsito. Em todo o mundo, 8 milhões de vidas poderiam ser salvas até o ano 2020 se houvesse um corte imediato de 15% no consumo de combustíveis fósseis nos países ricos e de 10% nos países em desenvolvimento. Tais conclusões fazem parte de um amplo estudo coordenado pela Organização Mundial da Saúde e pela organização não governamental World Resources Institute – WRI, com sede em Washington... A poluição por material particulado pode aumentar em até 17% as taxas de mortalidade e reduz drasticamente a produtividade dos trabalhadores... Um estudo único no gênero, produzido pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA, mostra que, na década de 80, a cidade de São Paulo perdia cerca de US\$ 2,2 milhões anuais devido aos excessos de material particulado na atmosfera.... A metade dessas perdas referia-se à queda de produtividade decorrente de doenças dos trabalhadores. O resto do prejuízo ficava por conta e internações e serviços ambulatoriais decorrentes... Nos Estados Unidos... o impacto sobre da poluição do ar sobre a economia tem sido monitorado pela American Lung Association, entidade que congrega médicos pneumologistas. Num de seus levantamentos, conclui-se que a cidade de Denver gastava pelo menos US\$ 112,8 milhões anuais com tratamentos de saúde associados à poluição.... Estudo similar realizado pelo Banco Mundial na China ... estima que o país perde cerca de 8% do Produto Interno Bruto, ou US\$ 50 bilhões anuais, devido à poluição do ar”⁴⁰.

É evidente que as conseqüências da poluição retratadas acima não são devidas exclusivamente ao uso da gasolina, no entanto, elas justificam a necessidade e urgência de que os combustíveis fósseis sejam substituídos. Em relação à gasolina, no entanto, é possível apresentar uma idéia acerca da quantidade de poluição que seria reduzida com a sua substituição pelo álcool

⁴⁰ Ver “Corte da poluição salvaria 8 milhões” por Regina Scharf in Jornal Gazeta Mercantil de 4 de março de 1998, folha A-4.

carburante. Uma estimativa nesse sentido foi realizada pelo Centro de Tecnologia da Copersucar⁴¹ e suas cifras são apresentadas na tabela abaixo.

Tais estimativas, podem receber críticas na medida que provem de entidade interessada em capitalizar, ao máximo, os efeitos benéficos da substituição da gasolina pelo álcool, também quanto às emissões evitadas de CO₂. Por isso, é importante que as mesmas sejam confrontadas com estimativas de outras fontes. Assim, com base em pesquisa realizada pelo Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ algumas informações podem ser adotadas para a comparação.⁴² Essa pesquisa fez as estimativas da quantidade de CO₂ que seriam evitados com a substituição da gasolina pelo álcool no período de 1995 a 2010, em dois cenários. As estimativas foram de 293 milhões de toneladas de CO₂ num caso e, 461 milhões de toneladas de CO₂ no outro. Como se vê, nesse último caso, a média anual seria de aproximadamente 31 milhões de toneladas de CO₂, cifra essa, de ordem de grandeza semelhante àquela estimada pelo Centro de Tecnologia da Copersucar. Para aferir a relevância dessa estimativa a, pesquisa relacionou-a com a estimativa do total das emissões do setor energético no Brasil em 1990 que foram de 257 milhões de toneladas, além das emissões totais no mesmo ano: a) na Índia que foram de 166 milhões de CO₂; b) na Holanda, 157 milhões de CO₂; e, c) na Dinamarca, 56,2 milhões de CO₂.⁴³

Tabela 5.6 – Estimativas das emissões evitadas de CO₂ no ano de 1995 com a substituição da gasolina pelo álcool combustível.

Combustíveis	Produção (10 ⁶ m ³ /ano)	Gasolina substituída (10 ⁶ m ³ /ano) ¹	Óleo combustível Substituído ² (10 ⁶ t/ano)	Emissão de CO ₂ evitada (10 ⁶ t/ano)
Álcool anidro	4,27	4,44		12,38
Álcool hidratado	9,47	7,58		21,11
Bagaço	6,76 ³		1,18	3,71
Total				37,20

(1) 0,76 kg C/litro de gasolina; 0,86 kg C/kg de óleo combustível

(2) Bagaço úmido: 7,74 MJ/kg, LHV; eficiência da caldeira de 74% (bagaço) e 82% (óleo combustível), relacionado ao LHV.

(3) Em (10⁶ t)

Fonte: Adaptada da tabela 3, da página 7, do referido estudo do Centro de Tecnologia da Copersucar.

⁴¹ Centro de Tecnologia da Copersucar – Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool. São Paulo, 1998.

⁴² Ver “O Papel do Álcool Automotivo na Redução de Emissão de CO₂ no Contexto Internacional das Mudanças Climáticas” por Suzana Kahn Ribeiro in Revista Brasileira de Energia vol. n° 5 n° 1 – 1° semestre/1996.

⁴³ Op. cit. p. 69.

Como se vê, as estimativas realizadas pelo estudo da COPPE revelam-se muito significativas, tanto quando comparadas com àquela da COPERSUCAR, quanto com aquelas de outros países.

Relacionando-se as cifras da produção de álcool com a emissão evitada de CO₂ verifica-se que para cada litro de álcool consumido em substituição da gasolina, evitam-se 2,7 quilos de emissão de CO₂. Deve-se ressaltar que essas quantidades de emissões evitadas já são líquidas, isto é, é o que se deixaria de poluir depois de serem descontadas as diferentes quantidades de poluição que também ocorrem com a atividade alcooleira. Além disso, para chegar a esses resultados o referido estudo converteu todos outros tipos de poluição do álcool em CO₂, uma vez que seu objetivo era uma estimativa desse elemento químico para ser levada a discussão na Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática.

A esse respeito, deve ser lembrado que já existe um mercado funcionando no sentido de promover a redução das emissões de carbono sobre o planeta terra. Tal mercado deverá movimentar US\$ 10 bilhões até 2005 pois pelo protocolo do Kyoto assinado em dezembro de 1997 por 159 nações, os países desenvolvidos se comprometeram a cortar, em média, 5,2% de suas emissões de carbono, sobre os valores registrados em 1990. Eles tem um prazo até 2005 para poluir menos e amenizar o efeito estufa. A meta do protocolo é reduzir em um sexto a poluição despejada na atmosfera – 6 bilhões de toneladas de carbono anuais. Assim o carbono converteu-se numa espécie de moeda de troca entre ricos e pobre do mundo. As empresas que estejam disposta a retirá-lo da atmosfera, via adoção de tecnologias menos poluentes receberiam uma remuneração pelo esforço. Tal remuneração tem sido cotada em US\$ 10 a tonelada de carbono evitada mas segundo alguns especialistas esse valor poderia subir até US\$ 50.⁴⁴ Diante dessas cifras e, apenas a título de exercício, é fácil verificar que só com a substituição da gasolina pelo álcool carburante o Brasil se habilita a um crédito no mercado internacional do carbono no valor de US\$ 372 milhões a US\$ 1,86 bilhões anuais.

⁴⁴ Ver “Cresce briga pelo bilionário mercado de carbono” por Regina Scharf in Jornal Gazeta Mercantil de 25 de maio de 1999, p. A-9.

5.2.5 - As implicações tecnológicas

Embora sob o aspecto tecnológico a experiência do Proálcool tenha sido considerada **muito positiva** pela avaliação do estudo que aqui se tomou como referência, convém enfatizar determinadas particularidades relacionadas ao âmbito tecnológico da atividade alcooleira. As considerações sobre a evolução tecnológica bem como acerca das potencialidades que ainda existem para serem aproveitadas nesse setor, podem ser tratadas sob diferentes abordagens, quer pertençam às etapas do processo produtivo na fase agrícola e industrial, quer relacionem-se à fase da utilização dos produtos, seja o álcool, o bagaço ou a variedade de subprodutos que decorrem do complexo agro-industrial.

Algumas considerações iniciais a respeito da evolução da atividade da produção de álcool no Brasil já foram feitas na seção 1 deste capítulo (Aspectos da Evolução da Agroindústria Sucro-Alcooleira no Brasil). Aqui, é o momento de ressaltar que no período 1975 a 1997 houve um progresso notável quanto aos indicadores de rendimento agrícola da cultura de cana de açúcar, tanto na média brasileira como naquela do Estado de São Paulo, esse reconhecidamente, o espaço econômico mais avançado do Brasil. No país como um todo, o rendimento passou de 46,5 t/ha colhido para 57,3 t/ha colhido, o que corresponde a um crescimento da produtividade agrícola de 23%; enquanto em São Paulo o coeficiente se elevou de 63,8 t/ha colhido para 72,8 t/ha colhido, revelando um crescimento mais modesto, mais ainda assim significativo de 14%. É importante notar que tal desempenho se refere a médias e não às melhores performances pois, nesse caso, dependendo do tipo de variedade da cana-de-açúcar e da região plantada, os coeficiente de rendimento podem chegar a cifras superiores a 100 t/ha, considerando-se a média de quatro cortes. No que concerne ao rendimento industrial o coeficiente técnico normalmente usado nos projetos é de 70 litros de álcool por tonelada de cana moída, mas sabe-se que embora não sejam muito fáceis de encontrar tais índices já são muito maiores. De acordo com Mazzone (1989), dos 2.663 litros/ha produzidos na safra 1977/78 o rendimento passou para aproximadamente quatro mil litros/há na safra 1988/89, em termos médios nacionais. Mais

recentemente para o Estado de São Paulo, de acordo com Bajay et al, (1992), encontraram-se casos de rendimentos acima de seis mil litros /há.⁴⁵

Para se ter uma idéia do potencial ainda existente de evolução tecnológica da atividade alcooleira é suficiente que se recorde dos dados apresentados anteriormente na tabela 5.1. Como lá se demonstra, de acordo com estimativas realizadas, existe um potencial de redução de custos de 19,1% na fase da produção da cana-de-açúcar e 6,4% na etapa da produção de álcool. Embora nem todos os fatores de redução possam ser imputados a melhorias tecnológicas, é inegável que a grande parcela tem a ver com a otimização tanto do manejo e busca de novas variedades de matéria prima, quanto de processo de produção do álcool propriamente dito. Por outro lado, como será discutido mais adiante, o complexo sucroalcooleiro já oferece uma gama de oportunidades de investimento, que vêm se materializando a partir do desenvolvimento e consolidação de novos processos e procedimentos tecnológicos. A esse respeito vale a pena recuperar algumas indicações levantadas por Lopes (1996):

“...existem vários estudos que tratam de internalizar benefícios ao processo produtivo, através da utilização de recursos disponíveis na atividade sucroalcooleira. Alguns desses, inclusive, há pouco tempo eram considerados resíduos ou rejeitos. Os estudos mais atraentes, do ponto de vista econômico, parecem ser aqueles que tratam do aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar. Um deles (Bajay e Walter, 1992) estima que existe, com o atual parque sucroalcooleiro já instalado, um potencial de geração de dois a três GW de eletricidade no Brasil, através da queima de bagaço excedente nas usinas e destilarias. Nesse caso, a principal dificuldade a resolver estaria apenas na compatibilização do interesse dos agentes envolvidos (setor elétrico, setor sucroalcooleiro e autoridades governamentais), através do estabelecimento de tarifas adequadas. Outro estudo (Zylberstajn e Coelho, 1992) que também estimou o potencial de utilização do bagaço de cana-de-açúcar para geração de eletricidade, agora através de sua gaseificação, concluiu ser possível a instalação de 15 GW adicionais de potência instalada, aproveitando parte dos excedentes atualmente disponíveis. É interessante notar a representatividade dessas cifras, já que, como se sabe, a capacidade de geração elétrica, atualmente instalada no Brasil, é de algo em torno de 53 GW. Além disso, em relação aos demais recursos disponíveis no complexo sucroalcooleiro (ponta e palha de cana, levedura, torta de filtro, vinhaça, etc.), outros estudos sugerem, no mínimo, importantes indicações de vantagem do seu aproveitamento, não só de ordem econômica, mas também ambiental ou ecológica.”⁴⁶

É importante notar que se na etapa produtiva do álcool existem diferentes experiências e inovações acontecendo, na fase da utilização do álcool como energético as experiências e inovações tecnológicas, embora também existam, não são tão difusas. Entretanto, não se pode deixar de mencionar que com a introdução da injeção eletrônica nos automóveis o rendimento

⁴⁵ Apud Lopes, L.A. “Vinte Anos de Proálcool: Avaliações e Perspectivas” in Revista Economia & Empresa, vol. 3 n° 2 – abri/jun.1996, p.51.

⁴⁶ Op. cit. pp. 51-52.

energético do álcool carburante aumentou significativamente, a ponto de técnicos considerarem que, praticamente, não há mais diferença quanto ao desempenho, entre os motores a álcool e os a gasolina. Além da potencialidade natural do álcool no desenvolvimento de todo o complexo alcoolquímico outras possibilidades interessantes que vêm sendo estudadas quanto a diversificação de sua utilização. Entre elas, conforme será comentado adiante, está a sua utilização como aditivo em novas misturas chamadas de biocombustíveis e a sua adição para consumo junto com o óleo Diesel.

A busca incessante e contínua do aperfeiçoamento tecnológico é meta que não pode ser negligenciada em todo o complexo sucroalcooleiro. Por todas as razões que se está discutindo e pretendendo justificar neste trabalho, a produção de álcool deve ser defendida e incentivada por toda a sociedade. Mas, esta mesma sociedade também deve insistir e cobrar de todos os agentes envolvidos o contínuo aumento da produtividade em todas as etapas da atividade sucroalcooleira, internalizando tanto quanto a evolução tecnológica permitir todas as suas externalidades positivas e negativas. Noutras palavras, não bastam as medidas de incentivo e os subsídios, e estes se necessários, devem ser eventuais e transitórios até que o complexo em sua totalidade se viabilize em todos os sentidos, tornando-se efetivamente auto sustentável, econômica, social e ecologicamente.

Uma sugestão de política que parece ser de bom senso seria a de que apenas aquelas unidades produtivas que de fato se engajem nessa diretriz, vale dizer, reduzam seus custos de produção, reforcem o seu papel de empresas sociais e minimizem ou mesmo eliminem seus impactos ambientais negativos devam receber assistência ou incentivos do poder público. Mais especificamente, terão tratamento diferenciado (eventual e transitório) aquelas unidades produtivas que se comprometerem a se “modernizar”, entendendo-se este termo como a atitude direcionada a atingir a sustentabilidade o mais rápido possível. Aquelas que não se enquadrarem serão deixadas ao sabor do mercado. Ou seja, há que promover a reestruturação do setor em que só deverão ser apoiados aqueles que caminham rumo à sustentabilidade.

É evidente que muitas dessas ações possam já existir mas elas devem ser revistas e atualizadas, conformando o que se poderia chamar de “A Política Brasileira para o Setor

Sucroalcooleiro”. Apenas como um exemplo de atualização tecnológica que todas as empresas deveriam buscar, sugere-se que as mesmas implantem sistemas informatizados para o gerenciamento de seus negócios, o que tem permitido substanciais ganhos de eficiência na sua atividade. Ou seja, algumas empresas estão implantando programas de gestão empresarial que lhes permite acesso via computadores a informações do tipo, volume de cana moída; produção de açúcar e álcool; gastos com compras em todos os departamentos da empresa; fluxo de caixa e até mesmo o custo da produção de determinado lote de um ou outro produto, tudo isto em tempo real.⁴⁷

Embora já tenham sido discutidos os aspectos que se programou considerar na introdução deste capítulo, a respeito das principais implicações da atividade sucroalcooleira, parece ser relevante aduzir ainda algumas reflexões sobre oportunidades de investimento e redução de custos que o setor oferece, além de algumas medidas ao seu incentivo.

5.2.6 - Considerações sobre oportunidades de investimento, reduções de custo e medidas de incentivo ao complexo sucroalcooleiro.

A grande oportunidade para a viabilização do álcool está dentro do próprio setor sucroalcooleiro. Dentre as várias possibilidades potenciais de se internalizarem benefícios está a mudança quanto a forma de se considerar a atividade sucroalcooleira, isto é, não como atividades isoladas e independentes mas sim como um complexo integrado interdependente. Ou seja, é preciso que o Brasil aproveite a vantagem de produzir o açúcar mais barato do mundo e transfira parte dela para subsidiar o álcool frente a gasolina, ou mesmo frente a outras alternativas energéticas. No Brasil existem disparidades de custo entre as várias regiões produtoras pois, enquanto as regiões Norte/Nordeste são necessários US\$ 200 por tonelada de açúcar e, na região Centro/Sul US\$ 176 o Estado de São Paulo produz por US\$ 160 a tonelada. Mas, a diferença de custo frente a outros países é muito grande já que, por exemplo, nos Estados Unidos o custo é de US\$560 por tonelada e de US\$ 600 a US\$ 700 na União Européia.⁴⁸ O grande entrave para se ampliar a penetração do açúcar brasileiro nos mercados externos, como se sabe, são as tarifas

⁴⁷ Ver “Da cana ao álcool, em um clicar de mouse” por Edson Álvares da Costa in Jornal Gazeta Mercantil de 20 de julho de 1999, p. 11.

⁴⁸ Ver “Exportação de açúcar cresce 171% - Custo de produção é o mais baixo” por Rosana Hessel et alii in Jornal Gazeta Mercantil de 25 de agosto de 1999, folha B-20.

aduaneiras impostas pelos países afim de proteger, subsidiando pesadamente suas produções locais de sucedâneos. Para que se tenha uma idéia da ordem de grandeza de tais subsídios basta lembrar que a própria União Européia admitiu subsidiar a exportação de 66,5 mil toneladas de açúcar da safra de 1998 em US\$ 599,56 por tonelada, o que se confrontado com os custos acima referidos, significa um subsídio de aproximadamente 100%.⁴⁹

As oportunidades oferecidas pelo mercado externo para o caso do álcool também não podem ser negligenciadas. Se há poucos anos o uso do álcool como aditivo à gasolina era uma exclusividade brasileira, atualmente ele começa a ganhar espaço além fronteiras, seja na América Latina, Estados Unidos da América ou Europa. Recentemente, seminário realizado em São Paulo discutiu as potencialidades de penetração do álcool brasileiro em tais mercados. As oportunidades surgem em função de dois fatores principais: em primeiro lugar devido às restrições ao uso do aditivo MTBE derivado do petróleo e, em segundo, porque o custo de produção do álcool de cana-de-açúcar é muito menor do que os seus sucedâneos obtidos a partir do milho ou beterraba. Na Europa, por exemplo, a França já usa na gasolina 5% de álcool de beterraba enquanto outros países também estudam adotar porcentagem semelhante. Estudos realizados pelo GEPLACEA – Grupo de Países Latino-americanos e do Caribe Exportadores de Açúcar estimam um mercado de 7 bilhões de litros de álcool, apenas na Europa. Na América Latina, o Paraguai, após um intervalo de dez anos vem retomando o uso do álcool como aditivo à gasolina e dois Estados mexicanos devem seguir o mesmo caminho. Neste país, é importante notar, o grande empecilho é o preço da cana de cana-de-açúcar que atualmente é de US\$ 25 por tonelada, mais do que o dobro da cotação no Brasil. Todavia, o grande mercado, sem dúvida, é o americano onde já se produzem 300 mil veículos bi-combustíveis por ano, e o consumo de álcool já é de 6 bilhões de litros por ano.⁵⁰

Os Estados Unidos da América do Norte já estão misturando o álcool à gasolina na proporção de 5%. Nesse caso o álcool é proveniente do milho que os americanos produzem em grande quantidade. Mas, além de ter um custo de produção muito alto, o cereal é destinado basicamente a satisfazer a demanda interna de rações e uma pequena parte é exportada. Assim, se

⁴⁹ Ver “União Européia subsidia exportação de açúcar” por Bloomberg News in Jornal Gazeta Mercantil de 6 a 11 de novembro de 1998, p. B-23.

os americanos quiserem, de fato, adicionar álcool à gasolina, deverão enfrentar dificuldades com a opção a partir do milho. Daí, surgem as oportunidades para o álcool da cana-de-açúcar, opção em que o Brasil possui vantagens já consagradas.

Apenas para ilustrar a dimensão desse mercado para o álcool anidro é suficiente apenas lembrar que o consumo americano de gasolina é de 560 bilhões de litros/ano. Mesmo que a proporção da mistura ficasse apenas nos 5% teríamos só aí uma necessidade de 28 bilhões de litros de álcool. Na Europa, em geral, a tendência é a mesma. A Suécia, por exemplo, já vem utilizando o álcool de madeira para abastecer a frota de caminhões e ônibus.⁵¹

De outro lado, deve ser registrado que a Brasil Álcool S.A., empresa já referida anteriormente, vem firmando contratos de exportação de álcool para empresas do Caribe que posteriormente o colocarão nos Estados Unidos, Europa, Extremo Oriente e Ásia. No entanto, são operações visando “desovar” os estoques que se acumularam das últimas safras em função dos problemas enfrentados no Brasil, e por isso os preços estão bem abaixo dos custos.⁵² Novamente, aqui também o grande desafio é enfrentar o protecionismo que tais países exercem contra a entrada do álcool brasileiro, que a exemplo do açúcar também desfruta de custos de produção muito mais baixos. É oportuno ressaltar que essa questão do protecionismo dos países ricos não é exclusiva para o álcool ou açúcar, mas sim para uma série de produtos não só agrícolas como também industriais. Para melhor ilustrar a ordem de dificuldades que os países produtores de tais produtos enfrentam no mercado internacional, basta lembrar que na XIX Reunião do Grupo dos Cairns (Associação dos principais países exportadores do planeta) realizada em Buenos Aires, o grupo fechou questão em torno da remoção dos elevadíssimos subsídios e práticas protecionistas que inibem ou virtualmente impedem o acesso de seus produtos agroindustriais, nos países desenvolvidos, como condição para a discussão dos demais temas em pauta na Rodada do

⁵⁰ Ver “Álcool combustível ganha terreno fora do Brasil – Estados Unidos já consomem 6 bilhões de litros por ano”, por Regina Scharf et all, in *Jornal Gazeta Mercantil* de 29 de julho de 1999, folha A-14.

⁵¹ Ver “Exportação de excedente pode ser opção para o Proálcool” in *Jornal Gazeta do Povo* de 15 de agosto de 1999, p. 20

⁵² Ver “Brasil Álcool S.A. exportará hidratado” por Edson Álvares da Costa in *Jornal Gazeta Mercantil* de 29 de abril de 1999, folha B-20.

Milênio da Organização Mundial do Comércio, que deverá se realizar em Seattle nos Estados Unidos, em novembro de 1999.⁵³

Uma outra oportunidade que está surgindo para o açúcar é o seu aproveitamento como matéria prima para a fabricação do polímero “poli(3-hidroxi-butilato)”, ou PHB que se transforma em plástico biodegradável depois de 180 dias de contato com a terra. Pesquisadores da Copersucar, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas –IPT, da Universidade de São Paulo – USP, em parceria com a Usina da Pedra, do município de Serrana em São Paulo, vêm desenvolvendo há cinco anos, a partir de uma bactéria que se alimenta de açúcar, o polímero “poli(3-hidroxi-butilato)”, ou PHB, que se transforma em plástico e que se degrada depois de 180 dias de contato com a terra. Algumas propriedades da resina, como peso molecular e índice de pureza, ainda precisam ser melhoradas mas, segundo pesquisadores do Centro Tecnológico da Copersucar, dentro de um ano o polímero terá condições de ser produzido em escala industrial com custos competitivos.

Embora esse nicho de mercado seja considerado irrisório quando comparado ao setor de plásticos petroquímicos, na medida em que ele movimentaria apenas 15 mil toneladas de resinas em comparação com as 200 milhões de toneladas dos petroquímicos poliestireno e polipropileno, ele promete ser bastante disputado pelos grupos gigantes do setor petroquímico, em função do apelo ecológico que possui, já que é biodegradável.

Estimativas da International Biodegradable Products Manufacturers Association – IBPMA, indicam que o plástico biodegradável tem um potencial de mercado de 30 milhões de toneladas anuais. O grande trunfo do Brasil é contar com o açúcar de cana mais barato do planeta, além do setor sucroalcooleiro do Brasil ser auto suficiente na produção de energia e vapor, insumos de maior peso na fabricação do polímero.⁵⁴

⁵³ Ver “Derrubar práticas protecionistas” por Luiz Fernando Ferreira Levy em Editorial do Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana de 6 a 12 de setembro de 1999, p. 2.

⁵⁴ Ver “Plástico biodegradável chega ao mercado dentro de um ano” por Edson Alvares da Costa in Jornal Gazeta Mercantil de 15 a 17 de fevereiro de 1998, p. A-6.

Assim, não parece haver dúvida de que se tais problemas forem enfrentados e convenientemente equacionados nos fóruns competentes, além da maior abertura dos mercados internacionais aos produtos agroindustriais brasileiros, partes expressivas das receitas adicionais com a expansão das exportações tanto de açúcar como de álcool, ou até mesmo do referido polímero biodegradável, poderiam contribuir ou mesmo resolver a questão da viabilidade econômico-financeira do álcool, e/ou de todo o complexo sucroalcooleiro.

Enquanto essas grandes oportunidades alternativas de abertura de mercados para os produtos do complexo sucroalcooleiro não se materializam é mister que os esforços se intensifiquem na concretização das oportunidades já conhecidas.

O aproveitamento do bagaço ganhou novo impulso com o anúncio do Ministério das Minas e Energia de um programa de cogeração de eletricidade no setor sucroalcooleiro. O governo vai assegurar a compra da energia gerada e também permitirá o acesso das usinas às linhas de transmissão sem pagamento de tarifas. O programa será implantado inicialmente em São Paulo, onde a produtividade é maior e depois será estendido a outras regiões canavieiras do país. Segundo o Ministério das Minas e Energia, hoje a cogeração permite a produção de 1 GW de energia através do bagaço, com o novo programa serão acrescentados mais 3 GW.⁵⁵

Embora seja uma questão controversa, pelos impactos que provoca no emprego da atividade alcooleira, uma alternativa de barateamento de custos que vem sendo introduzida no setor é a terceirização da colheita **mecanizada** da cana-de-açúcar. Deve ser lembrado que segundo os empresários do setor sucroalcooleiro a tendência é de que esse serviço cresça ano a ano. Os principais argumentos que vem sendo colocados pelos defensores de tal prática são os seguintes: as empresas cobram entre R\$ 4,00 a R\$ 4,50 pelo corte e transbordo por tonelada da cana o que representa uma economia de mais de 10% em comparação com o custo das usinas. O preço é ainda menor que o corte manual que custa entre R\$ 5,50 a R\$ 6,00 por tonelada.⁵⁶

⁵⁵ Ver “ Setor sucroalcooleiro gera eletricidade” por Mauricio Corrêa e Kátia Guimarães in Jornal Gazeta Mercantil de 20 de maio de 1999, folha A-8.

⁵⁶ Ver “Usinas terceirizam colheita da cana” por Edson Alvares da Costa in Jornal Gazeta Mercantil de 14 a 16 de maio de 1998, folha B-20

Uma outra oportunidade econômica oferecida pelas atividades do complexo sucroalcooleiro que não pode ser esquecida é a possibilidade de integração, via fornecimento de diversos de seus insumos ou subprodutos, à atividade pecuária. Várias experiências tem revelado interessantes resultados econômicos promissores através do aproveitamento, por exemplo, das pontas de cana, do bagaço hidrolizado, da torta de filtro e do vinhoto.

Desde o final de 1998, o governo federal e alguns governos estaduais decidiram adotar várias medidas para estimular o consumo de álcool. Dentre elas, foi criada a frota verde para veículos da administração pública e foi elevado o percentual da mistura do álcool anidro na gasolina de 22% para 24%. Atualmente, estuda-se a ampliação dessa percentagem para 26%, e a eliminação do aditivo importado MTBE que ainda é misturado na gasolina no Estado do Rio Grande do Sul. Além disso encontra-se em fase de estudos e testes a mistura do álcool anidro no óleo Diesel usado na frota de ônibus urbanos. Segundo técnicos do governo, os resultados preliminares são bons, pois como acontece com a mistura na gasolina, o álcool anidro “limpa” o Diesel, transformando a fumaça negra, provocada pelo dióxido de enxofre, em fumaça branca.⁵⁷

Para se ter idéia do impacto de mais medidas, basta lembrar que: a) no caso da substituição do aditivo MTBE pelo álcool cria-se automaticamente um mercado de aproximadamente mais 400 milhões de litros por ano do Rio Grande do Sul; b) o consumo de óleo Diesel no Brasil é da ordem de 30 bilhões de litros por ano,⁵⁸ portanto a adição da parcela de 3% de álcool que está sendo testada, criaria um mercado de aproximadamente um bilhão de litros anuais de álcool.

As experiências de mistura ao óleo Diesel estão sendo realizadas no estado do Paraná. Trata-se de novas misturas que vem sendo testadas em ônibus de uma empresa concessionária de transporte urbano na cidade de Curitiba. Uma delas, que interessa aqui discutir, tem a seguinte composição: 86,2% de óleo Diesel + 11,2% de álcool + 2,6% de aditivo AEP 102.

O AEP 102, é um aditivo biodegradável obtido a partir de subprodutos do óleo de soja, oleaginosa com altos índices de produção nacional. Existem outros aditivos que também permitem a mistura de álcool e óleo Diesel, mas eles são fabricados a partir de derivados do

⁵⁷ Ver “Governo pode voltar a comprar produto” por Aldo Renato Soares in jornal Gazeta Mercantil de 20 de maio de 1999, p. A-4.

petróleo, matéria-prima limitada e altamente poluente. Outra vantagem dessa mistura, além do menor impacto ambiental, é a possibilidade do combustível poder ser utilizado normalmente em motores de ciclo Diesel, sem que seja necessário fazer qualquer tipo de adaptação das peças. Embora ainda não definitivos, os resultados são bastante animadores já que, até agora, as seguintes conclusões são possíveis:

- a) o aditivo AEP 102, permite a homogeneização da mistura dos componentes óleo Diesel, óleo de soja e álcool;
- b) os resultados preliminares dos testes mostram que o combustível alternativo não provoca prejuízos ao motor e reduz 50% da emissão de fumaça dos ônibus. Com isso, reduziu-se em 8% a emissão dos óxidos de enxofre, em 16% o monóxido de carbono e em 32% as partículas e a fuligem.⁵⁹
- c) quanto aos aspectos energéticos e econômico-financeiros, os resultados dos testes com a mistura foram mais modestos, embora não desestimulantes pois, comparativamente à utilização do óleo Diesel, revelaram:
 - c.1) um acréscimo de consumo de 3,4%;
 - c.2) um aumento de custo de 13,98%.

Diante disso, e considerando que na época da experiência o combustível participava com 10% no valor da tarifa, o uso da nova mistura teria um o impacto na tarifa cobrada da população da ordem de 1,45%.⁶⁰

Uma idéia do impacto potencial da eventual adoção de tal mistura, pode ser obtida relacionando-se o coeficiente de álcool na mistura com o consumo de óleo Diesel no Brasil. Como se sabe, o Brasil consome atualmente um volume da ordem de 30 bilhões de litros de óleo Diesel por ano. Então, a adição criaria um mercado adicional de 3,36 bilhões de litros de álcool + 0,78 bilhões de litros de aditivo e uma redução de 4,14 bilhões de litros de óleo Diesel.⁶¹

⁵⁸ Ver Anuário Estatístico da Indústria Brasileira do Petróleo – Agência Nacional do Petróleo, 1998 p. 54.

⁵⁹ Ver “Aditivo reduz 50% da fumaça dos ônibus” por Silvio Oricolli in jornal Gazeta Mercantil de 12 de janeiro de 1999 – Caderno Paraná, folha D-5.

⁶⁰ Ver “Combustível biológico começa a ser produzido” por Silvio Oricolli in Jornal Gazeta Mercantil de 18 de agosto de 1998 p. D-7.

⁶¹ Em bilhões de litros a equação da nova mistura teria a seguinte composição:

$30 = 30 [1 - (0,112 + 0,026)] + (30 \times 0,112) + (30 \times 0,026) = 25,86$ de óleo Diesel + 3,36 de álcool + 0,78 de aditivo.

Outras questões também de grande interesse para os negócios do setor sucroalcooleiro referem-se às mudanças quanto ao tratamento fiscal de seus produtos. Dentre elas, encontram-se em estudos várias propostas de redução tributária, tais como, a isenção total do Imposto sobre produtos industrializados – IPI, para a frota de veículos a álcool, e a redução geral do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços – ICMS, para o álcool. Discutem-se também, o que alguns empresários do setor sucroalcooleiro chamam de “a moralização” do comércio do álcool e açúcar, ou seja, pretende-se reduzir as elevadas margens de comercialização, que no do caso do açúcar podem ser avaliadas pelos preços ao produtor, que são de R\$ 160 a tonelada enquanto no varejo atinge R\$ 250 a tonelada. No caso do álcool, isto em junho de 1999, enquanto o produtor encontrava dificuldades para vender o álcool a R\$ 0,22 o litro, o mesmo era vendido nos postos a R\$0,68.⁶² Atualmente, como se sabe, a conjuntura de preços e margens tem oscilando bastante, e não se chegou ainda, a uma acomodação.

Algumas dessas questões, de fato, já estão sendo encaminhadas conforme pode-se depreender das notícias abaixo.

O Ministério das Minas e Energia informou que a partir de outubro de 1999 o governo limitará a isenção do Imposto sobre Produtos industrializados – IPI, dos táxis, somente para os veículos movidos a álcool. Outras medidas em estudos são: a criação da frota verde do governo, e a mistura de um percentual médio de 3% do álcool no óleo Diesel, após avaliação da experiência que vem sendo testada em ônibus também em Santa Catarina. A Petrobras será a responsável pela compra do produto para formação de estoques reguladores do governo sem nenhum desembolso de recursos orçamentários do governo.⁶³

Mais recentemente, o presidente da república anunciou sua decisão de aumentar a mistura do álcool à gasolina de 24% para 26%, além da adição de 3% de álcool ao óleo Diesel. Com isso espera-se enxugar algo como 1 bilhão de litros de álcool do mercado e garantir maior remuneração aos produtores. Além disso, determinou ao ministro da agricultura que acelere o processo de revitalização do Proálcool, reiterando dentre outras, as seguintes medidas:

⁶² Ver “Álcool e açúcar pedem incentivo ao consumo” por Adir Nasser Júnior in jornal Gazeta Mercantil de 21 de junho de 1999 – Caderno Paraná, p. 6.

⁶³ Ver “ Governo cria mais incentivos para o álcool, diz Lafer” por Eliane Velloso in Jornal Gazeta Mercantil de 21 a 23 de maio de 1999 folha A-9.

- a) implementação definitiva da “frota verde” no governo federal ainda restrita a alguns governos estaduais e,
- b) a redução das alíquotas de ICMS apenas para os carros movidos a álcool hidratado nos estados de Pernambuco, Alagoas, Goiás, São Paulo e Paraná.⁶⁴

Outra notícia dá conta de que representantes do governo federal, do governo do Estado de São Paulo, das montadoras de veículos e do setor sucroalcooleiro assinaram recentemente (17/08/1999) o que chamaram “Pacto pelo emprego no Agronegócio Sucroalcooleiro” o qual, além da adição do álcool combustível à gasolina dos atuais 24% para 26%, prevê também as seguintes providências:

- a) pelo governo do Estado de São Paulo:
 - a.1) redução do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços– ICMS, para o álcool combustível;
 - a.2) prorrogação do ICMS reduzido para veículos a álcool e isenção por um ano do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, para veículos novos em troca da garantia de empregos para 1,2 milhões de empregados diretos na cadeia produtiva da cana-de-açúcar no país.
- b) o governo federal participará do acordo criando um dispositivo para minimizar a perda de arrecadação do Estado de São Paulo, com as referidas medidas:
- c) as montadoras declararam que garantirão a produção de veículos a álcool num volume adequado para atender a demanda.⁶⁵

A respeito dessa última questão, é ilustrativo recordar que a produção de veículos a álcool que em meados dos anos 1980 chegou a representar mais de 90% do total da produção, não chega, atualmente, a representar sequer 1%. (Ver quadro 5 do anexo a este capítulo). No entanto, em razão de acordos recentes, a perspectiva é de aumento gradativo dessa participação, na medida em que tanto a *Fiat* como a *Volkswagen*, duas grandes montadoras, continuam

⁶⁴ Ver “Planalto promete aumentar mistura de álcool na gasolina” por Mauro Zanatta in *Jornal Gazeta Mercantil* de 13 a 15 de agosto de 1999, p. B-19.

⁶⁵ Ver “Acordo incentiva o carro a álcool” por Cindy Corrêa et all in *Jornal Gazeta Mercantil* de 18 de agosto de 1999, folha A-6.

produzindo veículos a álcool, enquanto a *General Motors* e a *Ford*, outras duas grandes montadoras, declaram que a partir do mês de setembro de 1999 voltarão a fabricá-los.⁶⁶

Tais tipos de encaminhamento tendem a se generalizar por todas as unidades da federação que produzem o álcool combustível, conforme já está acontecendo, por exemplo, no Estado do Paraná.⁶⁷

Uma grande oportunidade para que se encaminhe uma solução de caráter mais duradouro para a viabilização do álcool combustível está para ser utilizada no âmbito da reforma tributária que se discute atualmente no Congresso Nacional. Já se comentou anteriormente a respeito da proposta que prevê a substituição da série de impostos que incidem atualmente sobre os combustíveis, por um único e seletivo que ocorreria sobre a gasolina, o óleo Diesel e o álcool.⁶⁸

Além da continuada busca de redução dos custos de produção do álcool que vem se defendendo como uma das alternativas para torná-lo ainda mais atrativo economicamente, há que aproveitar também as oportunidades que já existem em determinadas regiões, como por exemplo, aquelas próximas à hidrovía Tietê-Paraná. Nesse caso já existem empresas se beneficiando da substituição do transporte rodoviário com reduções de frete da ordem de 75%, já que os atuais R\$ 59 cobrados por metro cúbico de álcool transportado se reduzem à apenas R\$ 15 quando utilizando a hidrovía.⁶⁹ É evidente que tal tipo de benefício não pode ser generalizado para toda a atividade de distribuição do álcool produzido no Brasil, mas é um exemplo bastante eloqüente das oportunidades que existem em determinadas regiões para a redução de custos. O relevante é que cada empreendimento procure internalizar ao máximo aqueles benefícios eventualmente existentes no sentido de reduzirem os seus custos, sejam eles de que natureza, tipo, ou característica forem.

⁶⁶ Ver “Ford e GM fabricarão veículos a álcool” por Paulo Soares in *Jornal Gazeta Mercantil* de 22 de junho de 1999 folha A-7.

⁶⁷ Ver “Paraná debate incentivo para veículos a álcool” por Adir Nasser Júnior *Jornal Gazeta Mercantil* de 18 de agosto de 1999 – Caderno Paraná, p. 4.

⁶⁸ Ver nota de rodapé nº 18.

5.2.7 - Comentários sobre a questão da regulação

Uma questão que também não se pode deixar de ressaltar refere-se a necessidade de haver certo grau de regulação por parte do governo em determinadas atividades do complexo sucroalcooleiro. Por algumas de suas próprias características intrínsecas, por exemplo, a produção de um combustível de caráter renovável como é o álcool, ou por suas reconhecidas vantagens ambientais, é inarredável que o governo estabeleça determinados parâmetros, quer quanto a sua qualidade; proporções de sua mistura em outros combustíveis; ou determinação de seu uso como combustível exclusivo; não apenas em motores adaptados a seu uso (como se fez até agora) mas, preferencialmente, em motores especificamente destinados a tal fim; entre outros. E, se em determinadas circunstâncias, o álcool carburante ainda se mantenha ou se revele não competitivo financeiramente, com outros combustíveis sucedâneos, por exemplo a gasolina), cabe ao governo estabelecer políticas de preços dos combustíveis que o viabilizem, se necessário, até mesmo com subsídios à produção da sua matéria-prima (cana-de-açúcar). Sobre este último aspecto é conveniente deter-se um pouco mais. Se por um lado, parece bastante claro que não devam ser dados subsídios na fase industrial da produção do álcool, uma vez que seus custos já são competitivos com os da gasolina, o mesmo ainda não se aplica à etapa da produção de sua matéria-prima, a cana-de-açúcar. Em primeiro lugar porque os seus custos efetivos de produção são muito diferentes entre as regiões brasileiras. Como já se discutiu, enquanto no chamado centro-sul do Brasil produz-se a matéria-prima a custos que permitem a produção de um dos açúcares mais baratos do mundo, no nordeste brasileiro (que deve produzir a cana-de-açúcar para o álcool, se se pretende o desenvolvimento sustentável), a atividade só se sustentará se continuar sendo subsidiada, simplesmente porque os seus custos de produção são muito mais elevados que os do centro-sul. Por outro lado, a produção do centro-sul, ou mais especificamente a do Estado de São Paulo, precisa ser contida, senão, até mesmo desconcentrada, pois, como também já se discutiu (ver tabela 3 do anexo II), não há dúvida de que o crescimento das lavouras de cana-de-açúcar em São Paulo provocou significativas transformações e conseqüências na ocupação do solo agrícola dessa região do país. De outra parte, é evidente, não apenas por razões ecológicas e de sustentabilidade, mas também por argumentos sociais e, talvez até econômicos (se a avaliação for suficientemente rigorosa e aprofundada), que a produção de álcool deva ser regionalmente

⁶⁹ Ver “Frete do álcool cai 75% com hidrovía” por Silvana Mautone in *Jornal Gazeta Mercantil Latino-Americana* de 30.11.98 a 6.12.98, p. 13.

bem distribuída, sob pena de assim não acontecer, continuar-se com a chamada “estupidez energética, econômica, ambiental,” de se transportar álcool carburante com meios de transporte abastecidos com derivados de petróleo. A propósito desse tema, deve ser ressaltado que o governo, ao mesmo tempo que acaba com os subsídios ao álcool, eleva aqueles da cana-de-açúcar aos produtores do nordeste brasileiro, dos atuais R\$ 5,07 por tonelada de cana moída para R\$ 9,40 para a mesma quantidade.⁷⁰ Em síntese, não parece despropositado reiterar (conforme discutido no capítulo 1), que não se pavimentará o caminho ao desenvolvimento sustentável, deixando todas as decisões ao sabor do livre mercado, ou seja, algum tipo de regulação é imprescindível. Todavia, é importante enfatizar, isso não significa que subsídios devam ser mantidos indefinidamente. Ao contrário, eles só devem vigorar até que a busca contínua de redução de custos seja possível, quer através da adoção de novas tecnologias quer incorporando outras externalidades positivas.

5.3 - Conclusões

Para finalizar toda essa discussão sobre as implicações da produção de álcool e açúcar ou, como aqui se defendeu, dos produtos do complexo sucroalcooleiro, é oportuno ressaltar que não se tinha como objetivo proceder a nenhuma avaliação particularizadora, mas sim, apenas refletir sobre diferentes questões já apontadas sobre o Proálcool, em especial sobre aquele estudo tomado como roteiro para este capítulo. No entanto, com esse mister, procurou-se aprofundar e/ou atualizar alguns aspectos das avaliações já feitas utilizando informações e dados mais recentes, sem a pretensão, é conveniente reiterar, de avaliação ou juízo definitivo. Com isso, atualizaram-se alguns indicadores já conhecidos reunindo-se outros ainda não contemplados em análises anteriores, oferecendo elementos adicionais à reflexão. Isso permite afirmar a importância e a oportunidade de se reestudar a produção do álcool da cana-de-açúcar como uma alternativa que não deve ser desprezada quando se pensa em opções energéticas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

⁷⁰ Ver “Gasto cai R\$ 350 mi com o fim do subsídio ao álcool” in jornal Gazeta Mercantil de 22.10.99, p. B-22.

As conclusões mais específicas sobre os aspectos analisados neste capítulo, serão tratadas juntamente com aquelas de outras partes deste trabalho, no último capítulo que compreende, o resumo da tese, as conclusões finais e recomendações.

Capítulo 6

Resumo, Conclusões Finais e Recomendações

6.1 – Resumo

Tratou-se nesta tese da discussão de uma alternativa energética para combustíveis líquidos ao transporte na fase de transição. Como se argumentou, na introdução, o mundo passa atualmente por uma fase de transição energética em que a sua matriz de energia até então dominada pelo petróleo, tende a ser substituída por uma nova estrutura que não está ainda suficientemente clara. As evidências, todavia, apontam no sentido de uma maior diversificação de sua composição, com a ampliação e incorporação de outras fontes. Isso, ocorre num momento histórico em que o modelo ou estilo de desenvolvimento até então adotado pelas sociedades contemporâneas começa a esbarrar em algumas dificuldades que parecem comprometer e/ou ameaçar as suas próprias condições de reprodutibilidade. Apenas duas ou três características dessas dificuldades são suficientes para qualificar o problema. Trata-se, em primeiro lugar, da escala que a produção econômica corrente (“necessária”?) para a sobrevivência da humanidade (ou mais especificamente para apenas parte dela), atingiu para satisfazer seus anseios de “progresso” e bem-estar. É preciso observar que em nenhum outro período da história da humanidade se produziu tamanha e variada quantidade de bens e serviços de todo tipo, natureza, espécie ou seja lá a classificação que se lhe queira atribuir. Intrínseca ou intimamente associada a tudo isso, está a escala da energia produzida e utilizada. É indevido ignorar também, a inédita quantidade de habitantes que o mundo hospeda atualmente, ou seja, algo em torno de seis bilhões de pessoas! Enquadram-se como características principais de outra ordem de dificuldades, os impactos e conseqüências adversas que o tal estilo de desenvolvimento até então adotado, começa a manifestar de maneira contundente e cumulativa, e que pode ser sintetizado no seu

caráter de insustentabilidade. Em síntese, já existem evidências suficientes à sugerir que a sobrevivência e evolução da humanidade dependerá das formas que ela for capaz de engendrar para vencer o desafio de se desenvolver sustentavelmente. Noutras palavras, parece ser imprescindível que a sociedade encontre novas formas de produção, circulação e consumo que, ao invés de ameaçar ou colocar em risco a sua reprodução, permitam-lhe, ao contrário, gerar e distribuir as riquezas necessárias ao bem estar da humanidade, como um todo, de forma intra e intergeracional com um novo estilo de integração e harmonia com a natureza.

Com tal quadro referencial de base em mente, procurou-se estudar nesta tese a substituição dos combustíveis líquidos derivados do petróleo (recurso não renovável) notadamente a gasolina, por uma alternativa como o álcool de cana-de-açúcar (recurso renovável), num novo contexto de desenvolvimento ou seja de desenvolvimento sustentável. A hipótese que se fez foi a seguinte: em tal contexto de transição energética, o Brasil não deve se dar ao luxo de desprezar a potencialidade oferecida pelo álcool da cana-de-açúcar, ainda que como solução parcial no atendimento de suas necessidades de combustíveis líquidos para o transporte. Para respondê-la, idealizou-se e cumpriu-se o seguinte roteiro de estudo, análise e reflexão. Num primeiro momento, tratou-se da discussão da sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável que é a questão teórica de fundo da tese, contemplando questões de conceitos e definições, na visão tanto de instituições como de estudiosos e pesquisadores, suas implicações multidisciplinares e multidimensionais, bem como se especulou sobre a necessidade de um novo "estilo de desenvolvimento". Disto, se ocupou capítulo 2. No capítulo 3, fez-se uma análise de como se encontra a situação mundial de energia, examinando-se como ela vem sendo utilizada historicamente, e quais são as possibilidades e as perspectivas de continuidade do atual padrão de utilização, com base na discussão de alguns cenários propostos. Em seguida, em caráter mais detalhado compreendendo o capítulo 4, análise semelhante dedicou-se a estudar a matriz brasileira de energia, contemplando suas principais características, seus recursos, potencialidades e limitações. No mesmo capítulo, fez-se também uma reflexão sobre a necessidade de se pensar sobre os aspectos da demanda e consumo da energia, isto é, sobre a alternativa de se enfrentar a questão, modificando as estruturas e os padrões socioculturais de utilização de energia. Com tal referencial em mente, discutiu-se então, no capítulo 5, a experiência de utilização do álcool carburante no Brasil, em duas etapas. Na primeira delas, recorrendo-se sobre os principais aspectos da evolução da agroindústria sucro-alcooleira, com ênfase a partir da criação do

Proálcool. Numa segunda seção, procurou-se destacar as principais implicações dessa experiência sob diferentes aspectos, principalmente, os econômico-sociais, energéticos e ambientais. Convém ressaltar, não se pretendeu fazer mais uma avaliação. Mas sim, partindo de uma de suas mais abrangentes e recentes avaliações, procurou-se atualizar e aprofundar alguns dos seus aspectos mais importantes, fornecendo assim novos elementos para reflexão sobre a relevância da produção de álcool de cana-de-açúcar em substituição a derivados de petróleo, notadamente a gasolina, num novo contexto de desenvolvimento, isto é de **desenvolvimento sustentável**.

6.2 – Conclusões Finais

As conclusões desta tese confirmam a hipótese formulada, isto é, de que o Brasil não deve renunciar a opção que tem no álcool combustível da cana-de-açúcar como uma alternativa energética para a fase de transição de sua matriz energética. Vários são os argumentos que podem ser arrolados nesse sentido, sob diferentes enfoques de análise, conforme já explicitados em cada um dos capítulos antecedentes. Aqui, procurar-se-á resumi-los, destacando os mais importantes.

6.2.1 - Desenvolvimento Sustentável – Revisão Teórica.

A questão da sustentabilidade não pode ser tratada isoladamente, por mais completa que seja a consideração de disciplinas científicas na sua discussão. A questão é como integrar todos os saberes em uma única disciplina integradora. Por outro lado, há que considerar também que no discurso atual em que se procura avançar nessa direção encontram-se alguns paradoxos. Senão, como exemplo, veja-se: o desenvolvimento sustentável ou a sustentabilidade assume importância precisamente no momento em que os centros de poder mundial declaram a falência do estado como motor do desenvolvimento e propõem sua substituição pelo mercado, ao mesmo tempo em que declaram também a falência da regulação e do planejamento governamental. No entanto, ao revisarmos o que há de mais comum nas definições identificadas na revisão de literatura relacionadas com a área da economia, verificamos que a sustentabilidade requer, a manutenção do estoque de recursos naturais e da qualidade ambiental para a satisfação das necessidades básicas das gerações atuais e futuras. Mas, para isto parece ser necessária a existência de um mercado regulado e de um horizonte de longo prazo para as decisões públicas, entre outros

motivos porque: atores e variáveis como "gerações futuras" ou "longo prazo" são estranhas ao mercado, cujos sinais respondem a alocação ótima dos recursos no curto prazo. Por outro lado, mesmo que se admita que a escassez de recursos naturais possa, ainda que imperfeitamente, ser enfrentada pela ação das forças de mercado (como propugnam os adeptos do *mainstream economics*), aspectos como a manutenção do equilíbrio climático, da camada de ozônio, da biodiversidade ou da capacidade de recuperação dos ecossistemas, transcendem, sem dúvida, a ação do mercado. Então, como é fácil concluir, está-se diante de um paradoxo. Será que com a economia funcionando apenas segundo as leis de mercado será possível tratar de problemas alheios à sua esfera de preocupação? Parece então que para tratar, efetivamente, dos desafios da sustentabilidade é imprescindível a construção de um novo paradigma, como defendem vários dos autores estudados no capítulo primeiro. Ou seja, se realmente se pretende justiça social e equidade distributiva tanto inter como intrageracionalmente, parece não haver saída para a civilização com a continuidade do atual estilo de desenvolvimento. Em termos energéticos, a complexidade e escala que o sistema atingiu, com todas as desigualdades e disparidades regionais, só foi possível com a apropriação de energia armazenada há milhões de anos. Em termos ambientais ou ecológicos, a consequência foi o aparecimento de uma série de problemas que, se não forem contornados, ameaçam as condições de reprodutibilidade do próprio sistema. A principal proposta freqüentemente aventada como solução por alguns estudiosos centra-se na intensificação do uso de energias renováveis. Segundo outros, no entanto, isto apenas não basta para sustentar o funcionamento do atual aparelho produtivo econômico-social da humanidade, já que a fonte básica de toda a energia que é a radiação solar, é insuficiente, não na escala, mas na velocidade necessária para atingir as quantidades requeridas em tempo hábil.

Diante de tudo isso, parece que o encaminhamento da questão deverá se dar por fases ou etapas, na esperança de que se possa alcançar a "solução", no futuro. Assim, no intervalo de transição não há dúvida de que, em termos de política energética, ela deva se orientar progressivamente para as fontes renováveis ao mesmo tempo em que se restrinja o uso das não renováveis (alongando assim o período de sua disponibilidade), ou postergando ao máximo o seu esgotamento. Nessa empreitada, desempenhará papel fundamental o desenvolvimento tecnológico, tanto no sentido de se descobrir e colocar em uso novas alternativas energéticas, renováveis, como no esforço de extrair o máximo de energia das fontes não renováveis que estão se exaurindo, além de intensificar as práticas de racionalização e conservação quanto ao uso da

energia, em geral. Deve ficar claro, entretanto, que todas essas ações são de caráter intermediário, cujos resultados uma vez obtidos com sucesso, permitirão que se estenda ao máximo tal fase de transição, criando assim tempo "suficiente", para que um novo modo de produção se instaure, paulatinamente, em substituição ao modo de produção capitalista preponderante.

A importância do álcool de cana-de-açúcar está no fato de poder servir como parte da solução dessa fase de transição, fundamentalmente, por se tratar de um combustível de fonte renovável. Mas também, como se concluiu nos outros capítulos, por ser uma atividade agroindustrial geradora emprego agrícola, ser um combustível menos poluente que seus atuais sucedâneos e ser menos oneroso, economicamente, frente à outras opções já conhecidas.

6.2.2 - Panorama da Situação Energética Mundial.

Nos últimos anos, como se sabe, os derivados de petróleo, gás natural e carvão, todos combustíveis fósseis, tem sido responsáveis por mais de 80% do suprimento energético mundial. As perspectivas quanto aos padrões de consumo energético futuro ainda não são suficientemente claras, pois tais padrões dependerão dos rumos que a sociedade escolher quanto a forma de crescimento econômico e dos estilos de desenvolvimento que vier a adotar. Não é tarefa fácil chegar a um consenso global sobre como se conformará a nova matriz energética, pois as políticas energéticas variam consideravelmente de país a país, os quais, em razão dos diferentes níveis de padrão de vida alcançados, possuem diferentes objetivos. No entanto, uma tendência vem se reforçando cada vez mais e começa a indicar que dificilmente o mundo poderá continuar a depender maciçamente das fontes não renováveis, principalmente os combustíveis fósseis. Conforme os vários cenários discutidos tal tendência é resultado de duas circunstâncias que se complementam. A primeira delas é explicada pela desproporção que vem assumindo os níveis de consumo corrente de energéticos frente as suas respectivas reservas atualmente conhecidas e, a segunda, deve-se ao crescente grau de incompatibilidade que se manifesta entre o aumento de consumo das fontes energéticas não renováveis (com seus danos e riscos ecológicos decorrentes), e a necessidade de se buscar um novo estilo de desenvolvimento.

A matriz energética mundial passa atualmente por uma fase de transição e o Brasil, evidentemente, não escapa a essa contingência. Os combustíveis fósseis, embora finitos, deverão contribuir ainda por vários anos na matriz energética mundial pois, de acordo com os cenários estudados as reservas atualmente conhecidas permitiriam sua utilização por um período que varia entre 30 a 80 anos, dependendo do ritmo em que continue a ser consumido.

6.2.3 - A Matriz Energética Brasileira

O horizonte de apropriação dos recursos energéticos no Brasil, em geral, parece ser ainda mais restrito do que o examinado no panorama da situação mundial, com algumas especificidades. No que concerne à duração das reservas de recursos energéticos não renováveis no Brasil a situação não pode ser considerada confortável, muito pelo contrário. Nas várias simulações discutidas fica evidente a reduzida disponibilidade de tais recursos uma vez que, se permanecerem as atuais tendências e formas de utilização de energia, as reservas se esgotarão em prazos cujas unidades são de apenas décadas. Em determinados casos, com alguns anos a mais, em outros, com alguns anos a menos, dependendo das hipóteses adotadas. É importante ressaltar também que mesmo diante da difícil hipótese de perfeita substitutibilidade de uma fonte de energia não renovável por outra não renovável, e, ainda que o consumo permanecesse constante aos níveis atuais, tais reservas brasileiras durariam apenas **27,4 anos!** Ao se admitir crescimentos moderados de 2,0% médios ao ano, ou mais elásticos de 4,2% médios ao ano, a duração se reduziria para **23,6 anos e 18,6 anos**, respectivamente! Deve ser ressaltado, que tais conclusões referem-se aos níveis de reservas atualmente conhecidos. Evidentemente que, na medida em que novas reservas venham a ser descobertas tais horizontes de utilização se ampliarão. De qualquer maneira, as cifras analisadas servem para mostrar a importância e ordem de grandeza do potencial de recursos não renováveis no Brasil.

Quanto ao potencial atualmente conhecido tanto em relação aos recursos não renováveis em geral, mas também no que respeita ao potencial hidrelétrico em particular, a situação está longe de ser confortável, pois o horizonte de esgotamento está a apenas algumas décadas. Há mais longo prazo, portanto, as perspectivas de ampliação do suprimento energético deverão se concentrar no aproveitamento das chamadas fontes não tradicionais, especialmente as renováveis,

embora não se desconheça que a sua efetiva incorporação à matriz energética do futuro, dependa não apenas de questões referentes a viabilização econômica a níveis competitivos com outras fontes, mas também em muitos casos dependa também de soluções tecnológicas ou tecnologias apropriadas, ainda não disponíveis.

Em síntese, pode-se dizer que: dadas as atuais reservas conhecidas no Brasil e a maneira como as mesmas são consumidas o cenário futuro traria como principais conseqüências, além do esgotamento, em prazo relativamente curto, dos principais recursos energéticos de origem nacional atualmente utilizados na matriz energética, imponderáveis implicações para o meio ambiente e o aprofundamento das desigualdades sociais quanto a distribuição de energia. É importante enfatizar que tal quadro poderá ser amenizado, fundamentalmente, por dois fatores, os quais podem ser concomitantes, complementares e associados. São eles: a descoberta de novas reservas e o desenvolvimento tecnológico. No caso dos recursos não renováveis, mesmo que tais fatores venham a ocorrer o efeito será de apenas postergar o mesmo fim. Já no caso dos recursos renováveis, dependendo de sua especificidade, é possível que o desenvolvimento tecnológico confira diferentes graus de perenidade aos mesmos. De qualquer maneira, não parecem restar muitas dúvidas de que ao desenvolvimento tecnológico caberá possibilitar e até mesmo promover significativas mudanças e alterações comportamentais quanto a forma e estilo de se utilizar os recursos energéticos. Finalmente, várias outras alternativas deverão ser estudadas. Tudo indica que o encaminhamento da solução se concentre pelo lado da demanda, ou seja, na mudança do padrão de consumo da energia. Porém, isto só se consegue com a mudança no modelo de desenvolvimento, alternativa que embora a mais "inteligente" é de difícil implantação a curto prazo. Assim, enquanto se constrói a transição para um novo modelo sustentável, o papel da cana-de-açúcar como fonte primária de energia para o álcool carburante não pode ser desprezado, embora se entenda tal papel apenas como parte da solução de uma etapa da transição.

6.2.4 - Implicações Socioeconômicas, Energéticas e Ambientais do Proálcool.

Esse capítulo teve como principal finalidade: destacar, atualizar e aprofundar alguns aspectos julgados mais importantes de avaliações já realizadas sobre o Proálcool. A maioria dessas avaliações, é importante ressaltar, se interpenetram e se interdependem. Portanto, ao se

tentar resumi-las separadamente conforme o principal aspecto a que estejam vinculadas, pode-se incorrer em repetições e até redundâncias. Apesar disso, optou-se por apresentá-las separadamente com o objetivo de destacar suas especificidades.

6.2.4.1 - A questão da viabilidade econômico-financeira.

A principal crítica quanto a inconveniência da produção de álcool como substituto da gasolina tem sido a sua alegada inviabilidade econômico-financeira, ou mais simplesmente, de que os custos de produção do álcool são mais elevados dos que os custos de produção do petróleo e/ou da gasolina. Por isso é que, em primeiro lugar, serão expostas as conclusões mais relevantes a esse respeito, e também porque talvez seja este o aspecto em que se encontrem mais elementos para polemizar. De fato, dependendo das fontes de dados e informações utilizadas na comparação diferentes respostas são possíveis. Por exemplo, se forem tomadas como referência (como aqui foram), as pesquisas da Fundação Getúlio Vargas (1990) ou a de Borges (1990), ver-se-á que o custo de produção do álcool ainda é maior que o da gasolina obtida de petróleo importado, mas as diferenças entre uma e outra comparação são muito significativas. No primeiro caso tem-se que o álcool só seria competitivo com o petróleo a **US\$ 49 o barril**, mas de acordo com as estimativas de Borges isso já passaria a ocorrer com o petróleo a partir de **US\$ 25 o barril**.

Ora, considerando-se que os preços do petróleo no mercado internacional (portanto ainda sem o frete até o Brasil) embora oscilando nos últimos meses (agosto e setembro), já chegaram ao patamar dos **US\$ 25 por barril**, verifica-se que segundo as estimativas de Borges o álcool já é competitivo. Confrontados com a estimativa da FGV vê-se que a diferença, embora ainda existente, reduziu-se significativamente. Contudo, é importante enfatizar: essas seriam as conclusões que os estudos de Borges e da Fundação Getúlio Vargas indicariam com as estimativas que ambos fizeram dos custos do álcool da época (final da década de 1980). Assim, se forem tomadas para comparação, não as estimativas do custo do álcool feitas a dez anos atrás, mas, o custo da produção atual do álcool, conforme as declarações dos seus próprios produtores, e não a alternativa de importar o petróleo, refiná-lo transformando-o em gasolina para só então comparar o custo de tudo isso com o álcool, mas comparando-o diretamente com o preço da gasolina no mercado externo, a conclusão é que o álcool já é competitivo com a gasolina

importada, pois o seu preço na refinaria, segundo os próprios produtores, para o tipo anidro é de R\$ 0,35 por litro e, de R\$ 0,39 para o hidratado, enquanto que o preço da gasolina importada seria de R\$ 0,403 por litro.

Como conclusões finais sobre a viabilidade econômico-financeira da produção do álcool de cana-de-açúcar os seguintes pontos devem ainda ser lembrados. Em primeiro lugar, em toda a discussão feita sobre a viabilidade, as considerações se restringiram à **ótica privada** e, mesmo aí, se explicitaram vários argumentos para se sustentar que o álcool já é competitivo com a gasolina quando se comparam os seus preços no mercado internacional com o custo interno de produção do álcool. E isso, mesmo quando a estimativa deste custo é fornecida pelos seus próprios produtores. Por outro lado, a viabilidade está muito próxima de ser alcançada quando a comparação é feita com a gasolina refinada de petróleo importado. Em segundo lugar, mas não menos importante, é que os tais custos do álcool podem ser reduzidos na medida em que se internalizem os benefícios de varias alternativas geradoras de renda do complexo sucroalcooleiro. Em síntese, existem evidências suficientes para se apostar na tendência declinante dos custos do álcool, enquanto que em relação aos custos ou preços do petróleo e da gasolina importados, a tendência é de alta. Diante disso, portanto, a principal desvantagem do Proálcool sempre ligada à sua inviabilidade econômico-financeira, parece não mais se verificar, a não ser em casos muito específicos e isolados. Nessas circunstâncias, é muito provável que uma avaliação criteriosa, sob a ótica social, incorporando benefícios econômicos potencialmente aproveitáveis a partir de alguns subprodutos, também aí o álcool se confirme competitivo com a gasolina, com folgas.

Em relação aos demais aspectos econômicos e financeiros da atividade sucro-alcooleira ao longo do período do Proálcool, quer se relacionem com a geração de renda ou divisas, dentre outros impactos discutidos, são notáveis o seu significado e importância. Em relação a geração de divisas basta lembrar que apenas no período de 1980 a 1997, além dos US\$ 30,4 bilhões economizados com o uso do álcool, o Brasil obteve também uma economia adicional de divisas de US\$ 9,3 bilhões proveniente das receitas com as exportações de gasolina que se tornaram excedentes na estrutura de refino interna, em razão do uso do álcool.

Por outro lado, como se detalhará mais adiante, é no setor agropecuário que se encontram as maiores potencialidades para a geração de empregos. Mas não é só essa a potencialidade do

setor, pois, se a ele forem associados todos os seus encadeamentos para a frente e para trás na cadeia produtiva, definindo o que mais recentemente se tem referido como complexo *agribusiness*, a expressão de seus negócios é notavelmente maior. Pois, como se discutiu, esse setor compreendendo o segmento de alimentos, fibras e energia renovável (cana-de-açúcar e álcool), pode ser considerado o maior negócio da economia brasileira, uma vez que responde por:

- a) mais de um quarto de seu produto interno bruto (PIB);
- b) cerca de 40% das receitas de exportação;
- c) quase 40% do total do emprego gerado no país e,
- d) a utilização de mais da metade da frota nacional de caminhões.

Em resumo, estima-se que o valor agregado do *agribusiness* brasileiro esteja ao redor de e US\$ 200 bilhões para um PIB de US\$ 900 bilhões.

6.2.4.2 - As implicações sociais

Os aspectos que mais se destacam quando se fala das implicações sociais da atividade sucro-alcooleira dizem respeito à sua capacidade de gerar empregos e as precárias condições de trabalho que se verificam na colheita da cana de açúcar. A questão da geração de empregos, encarada como um dos principais desafios com que a humanidade terá que defrontar no próximo milênio, já está desafiando a capacidade e criatividade tanto de líderes políticos, como de cientistas e pesquisadores em todo o mundo. Como se sabe, esse não é um problema apenas das nações menos desenvolvidas ou de determinados setores da economia, mas sim uma questão planetária que embora em graus diferentes, afeta todos os ramos da atividade humana. Diante desse desafio, é de extrema importância que os investimentos sejam orientados para aquelas atividades que possuam o maior efeito multiplicador em empregos.

Em recente estudo elaborado pelo BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social foi montado um modelo que permite aferir quais são os setores que mais geram empregos. Dos dez primeiros setores do *ranking*, sete se referem a atividades relacionadas à agroindústria. Além da própria agropecuária, os setores da indústria de alimentos recebem destaque pelo grande encadeamento produtivo com a agricultura tornando-se os grandes geradores de empregos indiretos. Os setores que potencialmente asseguram maior demanda por

mão-de-obra são os seguintes: **agropecuária**; artigos de vestuário; abate de animais; serviços prestados à família; indústria do café; indústria de laticínios; beneficiamento de produtos vegetais; madeira e mobiliário; fabricação de óleos vegetais e **fabricação de açúcar**. Para que se tenha idéia dos efeitos diferenciados, segundo o estudo do BNDES, para cada R\$ 1 milhão aplicado na agropecuária, são gerados 144 empregos diretos e 38 indiretos, enquanto na industria de automóveis, ônibus e caminhões, por exemplo, o mesmo investimento gera, apenas, 4 empregos diretos e 24 indiretos. Na construção civil são gerados 30 empregos diretos e 18 indiretos; no comércio, 86 diretos e 15 indiretos; **no setor de Petróleo e Gás, 6 diretos e 19 indiretos; no setor de Refino de Petróleo, 1 direto e 13 indiretos.**

Assim, é no setor agropecuário que se encontram as maiores potencialidades para a geração de empregos e, dentro dele, a cultura da cana-de-açúcar se destaca como a atividade que, depois do Café e do Algodão, é a que mais emprega mão de obra, sendo que em todas as demais culturas o emprego de mão e obra é menor.

No entanto, deve-se observar que essa importância destacada da cultura de cana-de-açúcar quanto a geração de empregos é reduzida quando se introduz a colheita mecanizada. (Note-se, que a fase da colheita é exatamente a outra questão lembrada quando se fala das implicações sociais da atividade sucroalcooleira dadas as difíceis condições de trabalho a que são submetidos os seus empregados). Nesse caso, o coeficiente se reduz consideravelmente na medida em que cada colheitadeira substitui, em média, 80 trabalhadores. Todavia, não se deve esquecer que a adoção da colheita mecanizada requer determinadas condições muito específicas, que não podem ser generalizadas a todo tipo de propriedade e/ou região, por exemplo: topografia do terreno, espaçamento dos talhões, elevados investimentos em maquinaria, entre outras. Deve-se considerar também que esse procedimento só se viabiliza economicamente em canaviais com área mínima de 500 hectares e que revelem elevados coeficientes de produtividade. De forma que, apesar da significativa penetração em algumas grandes regiões produtoras do Estado de São Paulo, a prática da colheita mecanizada deverá se restringir àquelas áreas que atendam às pré condições exigidas. Nas demais áreas a colheita deverá continuar sendo manual.

Na verdade, a questão do corte da cana-de-açúcar é um pouco mais complexa pois não é tão simples generalizar um ou outro procedimento como o mais adequado. Para que se tenha idéia de

tal questão basta que se confronte as diferentes alternativas de corte com suas respectivas conseqüências. Ou seja:

a) se a prioridade for a geração de empregos o corte manual é preferível ao mecanizado. Mas, ao pressupor a queima anterior dos canaviais (o que é inclusive uma conquista da categoria porque facilita o trabalho dos cortadores), a queima possui a desvantagem da poluição ambiental e, portanto, deve ser evitada.

b) Se o corte for mecanizado, o emprego de mão de obra é significativamente reduzido mas, além dos inegáveis benefícios ambientais (eliminação da poluição pela queima e incorporação da massa verde ao solo), os custos são reduzidos tanto pela economia de mão de obra como pelos ganhos no teor de sacarose (que não são reduzidos quando a cana é queimada).

c) A redução de custos com a tendência da colheita mecanizada, pode ser avaliada com base nos seguintes dados. Nos anos 70 a colheita mecanizada custava quase o dobro da manual, mas atualmente, devido a evolução tecnológica das máquinas, ao preparo adequado do solo, às novas variedades de cana desenvolvidas e ao aumento do custo da mão de obra, a colheita mecanizada é de 30% a 40% mais barata do que a tradicional.

Mas, seja qual for o potencial de geração de empregos da produção de álcool ou do Setor sucroalcooleiro, ele deveria ser comparado com os indicadores da produção de seus substitutos, ou seja deve-se comparar a geração de empregos da produção de álcool com a geração de empregos da produção da gasolina. Se a comparação é feita com a gasolina importada a vantagem é evidente e dispensa comentários. No caso de se comparar com os empregos gerados na produção nacional de gasolina, a produção do álcool (considerando todo o complexo desde a matéria prima) também gera muito mais empregos, pois como se sabe, a quantidade de empregos gerados por recursos investidos de acordo com o já citado estudo do BNDES apresenta as seguintes cifras para os setores em análise:

- a) total de empregos gerados na fabricação de açúcar = 105
- b) total de empregos gerados no setor de químicos diversos = 33
- c) total de empregos gerados no setor de petróleo e gás = 25
- d) total de empregos gerados no setor de refino de petróleo = 14

Finalmente, apenas para se ilustrar qual o montante de empregos gerados pelas atividades sucroalcooleiras no Brasil, viu-se que de acordo com os vários estudos que já foram feitos sobre o Proálcool, as cifras variam de 450 mil a 1 milhão, conforme sejam os períodos adotados pelos

respectivos estudos. Já, de acordo com depoimentos de diferentes agentes envolvidos com o setor, este empregaria atualmente algo entre 1,3 milhões a 1,1 milhões de trabalhadores. Deve-se notar que se a essas estimativas forem incluídos os empregos e demais impactos do restante do complexo sucroalcooleiro, as cifras serão bem maiores e mais significativas, conforme aliás, já se comentou anteriormente quando de tratou do setor chamado de *agribusiness* brasileiro.

Quanto a questão da competição da cana-de-açúcar com outras culturas é importante reconhecer que se em determinadas regiões do Estado de São Paulo isso de fato não só aconteceu como pode até se intensificar, em outra regiões do país ainda há muito espaço para a expansão de ambos os tipos de cultivo. O caso do Paraná, atualmente o segundo produtor nacional do setor sucroalcooleiro é uma eloqüente demonstração dessa possibilidade, conforme já se discutiu na primeira seção deste capítulo.

6.2.4.3 - As implicações energéticas

Avaliada sob o ponto de vista energético a produção de álcool da cana-de-açúcar apresenta grandes vantagens em relação à gasolina. A primeira e mais importante delas, se o que se busca é o desenvolvimento sustentável, é que o álcool aqui tratado é uma fonte de energia renovável, enquanto a gasolina derivada do petróleo é de fonte fóssil não renovável. Além disso, a sua produção promove a diversificação da matriz energética não apenas com a entrada do álcool mas também com a utilização do bagaço da cana-de-açúcar. O aspecto que ainda permanece favorável à gasolina diz respeito ao desequilíbrio entre os consumos de álcool e gasolina pois, em relação a potência e desempenho já não há mais vantagem. Outros problemas que marcaram o início da experiência do carro a álcool no Brasil, tais como a dificuldade do motor “pegar” nos dias frios, a corrosão de determinadas peças, entre outros, já foram eliminados. De acordo com a Fiat e a Volkswagen, montadoras que não interromperam a fabricação de veículos a álcool nos últimos anos, a tecnologia chegou a tal ponto que atualmente não há mais diferença de potência e desempenho entre eles. Todavia, a diferença de consumo entre eles ainda permanece. Isto é, ainda se consome mais álcool do que gasolina para a realização do mesmo serviço. Isso se explica pelo fato do álcool ter uma taxa de compressão 40% maior que a da gasolina e, como consequência, seu consumo é mais alto, mas os fabricantes conseguem mantê-lo entre 25% e

30%. Portanto, quanto a equivalência energética o álcool ainda é mais pobre que a gasolina pois, só possui de 80% a 75% de sua energia.

Duas reflexões, no entanto, merecem ser feitas em relação a essa desvantagem. A primeira delas chega a ser curiosa pois, compara-se o consumo energético de combustíveis diferentes em motores de ciclo Otto, ou seja, **em motores desenvolvidos há quase cem anos para utilizar gasolina!** Por outro lado, ainda que o desenvolvimento tecnológico confirme vantagens da gasolina em motores de ciclo Otto frente o álcool em motores exclusivos para o seu uso, restaria estudar se existem de fato opções mais interessantes que o álcool da cana-de-açúcar como sucedâneo da gasolina. Noutros termos, se é a sustentabilidade que se persegue a gasolina precisa ser substituída. E, para isso, existe substituto, que seja sustentável, mais adequado que o álcool da cana-de-açúcar?

Uma outra forma de avaliação energética da produção sucroalcooleira pode ser realizada através do seu balanço energético, ou seja, comparando-se o total de energia que é requerida (ou que entra) para a produção do setor com aquela que é efetivamente produzida (aquela que sai) pelo mesmo setor. Conforme um desses balanços realizado recentemente pelo Centro de Tecnologia da Copersucar, cujos resultados se referem a dois conjuntos de uma amostra de unidades industriais da agroindústria brasileira de açúcar e álcool representadas por todas as usinas e destilarias associadas à Copersucar, os dados revelaram que:

- 1) a relação entre o somatório da energia que entra como insumo na produção do setor sucroalcooleiro e a energia produzida pelo mesmo setor, assume o coeficiente 9,2. Isto significa que o balanço energético da produção sucro-alcooleira é significativamente superavitário pois, para cada unidade de energia que ele utiliza ele devolve ou gera como produto 9,2 unidades de energia;
- 2) apesar deste confortável balanço, os dados indicam que ele ainda pode ser melhorado pois, quando se analisa o coeficiente revelado pela média da amostra referente aos melhores valores, verifica-se que a magnitude do coeficiente sobe para 11,2. Isto significa que o balanço pode aumentar o seu superávit de energia líquida gerada em aproximadamente 20%.

6.2.4.4 - As implicações ambientais ou ecológicas

Em geral, sob os aspectos ambientais ou ecológicos, a atividade sucro-alcooleira é avaliada por grande parte dos analistas como muito positiva. Dentre os fatores responsáveis por tal avaliação destacam-se os seguintes: a) o uso do álcool em substituição à gasolina reduz a poluição do ar, principalmente nas grandes cidades; b) as plantações da cana-de-açúcar necessárias para a produção do álcool, desempenham o importante papel de absorvedoras das emissões de CO₂ que contribuem para a intensificação do efeito estufa; c) originário da cana-de-açúcar, o álcool constitui-se em fonte de energia renovável, portanto, compatível com a política de desenvolvimento sustentável; d) alguns de seus subprodutos, como a vinhaça e o bagaço de cana, que anteriormente eram tratados como dejetos ou resíduos problemáticos implicando em custos adicionais, atualmente converteram-se em recursos que podem ser utilizados economicamente, proporcionando benefícios.

No entanto, não se pode esquecer que a atividade sucro-alcooleira também gera efeitos ambientais adversos ou negativos, os quais podem ser abordados sob dois ângulos distintos. No caso do álcool, do ponto de vista da sua produção e do ponto de vista de seu consumo. No primeiro caso, a atividade produtiva do álcool causa impactos ambientais negativos, pelo menos nas seguintes etapas: a) quando a colheita é precedida da queima da cana-de-açúcar; b) na etapa da lavagem da cana-de-açúcar; c) na etapa do destino da torta de filtro e principalmente do vinhoto, dependendo da forma com que sejam tratados; d) na queima do bagaço.

Do ponto de vista do consumo, a situação do álcool quando comparada à gasolina é amplamente favorável, embora aquele diferentemente desta emita um elemento poluidor, os aldeídos, cujas conseqüências não estão ainda suficientemente esclarecidas.

A principal vantagem ambiental da substituição da gasolina pelo álcool está na imensa quantidade de poluição que é evitada. Segundo pesquisas realizadas **37,2 milhões de toneladas de CO₂ por ano** são evitadas com a existência da atividade sucro-alcooleira no Brasil (Centro de Tecnologia da Copersucar, 1998); de acordo com outro cenário, no período 1995 a 2010, **serão evitados 31 milhões de toneladas de CO₂ por ano** (COPPE, 1996). Para aferir a relevância

dessas estimativa basta compará-las com o total das emissões do setor energético no Brasil em 1990 que foram de 257 milhões de toneladas.

Outra vantagem dessa substituição deve ser lembrada. É que já existe um mercado funcionando no sentido de promover a redução das emissões de carbono sobre o planeta terra, o qual deverá movimentar US\$ 10 bilhões até 2005. Assim o carbono converteu-se numa espécie de moeda de troca entre ricos e pobres do mundo. As empresas que estejam disposta a retirá-lo da atmosfera, via adoção de tecnologias menos poluentes receberiam uma remuneração pelo esforço. Tal remuneração tem sido cotada em US\$ 10 a tonelada de carbono evitada mas segundo alguns especialistas esse valor poderia subir até US\$ 50. Diante dessas cifras e, apenas a título de exercício, é fácil verificar que só com a substituição da gasolina pelo álcool carburante o Brasil se habilita a um crédito no mercado internacional do carbono no valor de US\$ 372 milhões a US\$ 1,86 bilhões anuais.

6.2.4.5 – As implicações tecnológicas

As considerações sobre a evolução tecnológica bem como acerca das potencialidades que ainda existem para serem aproveitadas nesse setor, podem ser tratadas sob diferentes abordagens, quer pertençam às etapas do processo produtivo na fase agrícola e industrial, quer relacionem-se à fase da utilização dos produtos, seja o álcool, o bagaço ou a variedade de subprodutos que decorrem do complexo agro-industrial.

Quanto à fase agrícola, no período 1975 a 1997, houve um progresso notável quanto aos indicadores de rendimento agrícola da cultura de cana de açúcar, tanto na média brasileira como naquela do Estado de São Paulo. No país como um todo, o rendimento passou de 46,5 t/ha colhido para 57,3 t/ha colhido, o que corresponde a um crescimento da produtividade agrícola de 23%; enquanto em São Paulo o coeficiente se elevou de 63,8 t/ha colhido para 72,8 t/ha colhido, revelando um crescimento mais modesto, mais ainda assim significativo de 14%. É importante notar que tal desempenho se refere a médias e não às melhores performances pois, nesse caso, dependendo do tipo de variedade da cana-de-açúcar e da região plantada, os coeficiente de rendimento podem chegar a cifras superiores a 100 t/ha, considerando-se a média de quatro

cortes. No que concerne ao rendimento industrial, o coeficiente técnico normalmente usado nos projetos é de 70 litros de álcool por tonelada de cana moída mas, sabe-se que (embora não sejam muito fáceis de encontrar, porque não são usualmente divulgados), tais índices conforme alguns autores já são muito maiores, atingindo a faixa de 80 a 90 litros por tonelada de cana moída.

Mais importante, entretanto, é a possibilidade de evolução tecnológica que ainda existe na atividade alcooleira, representada por potenciais de redução de custos de 19,1% na fase da produção da cana-de-açúcar e 6,4% na etapa da produção de álcool. Por outro lado, o complexo sucroalcooleiro oferece uma gama de oportunidades de investimento, que vêm se materializando a partir do desenvolvimento e consolidação de novos processos e procedimentos tecnológicos. Já existem vários estudos que tratam de internalizar benefícios ao processo produtivo, através da utilização de recursos disponíveis na atividade sucro-alcooleira, tais como a utilização do bagaço, quer para a queima em processos de cogeração, quer para aproveitamento em ração animal. Em relação aos demais recursos disponíveis no complexo sucroalcooleiro (ponta e palha de cana, levedura, torta de filtro, vinhaça), outros estudos sugerem, no mínimo, importantes indicações de vantagem do seu aproveitamento, não só de ordem econômica, mas também ambiental ou ecológica. Algumas delas serão resumidas no próximo item.

6.2.4.6 - Outras oportunidades de investimento ou negócios

Além das conclusões já enumeradas a respeito dos diferentes aspectos analisados sobre as implicações do Proálcool, foram examinadas também no capítulo quatro diferentes oportunidades de negócio que existem dentro do setor sucroalcooleiro. Algumas delas serão listadas a seguir, com eventuais qualificações onde couber.

- 1 - Dentre as várias possibilidades potenciais de se internalizarem benefícios está a mudança quanto a forma de se considerar a atividade sucroalcooleira, isto é, não como atividades isoladas e independentes mas, sim, como um complexo integrado interdependente.
- 2 - A potencialidade natural do álcool no desenvolvimento de todo o complexo alcoolquímico.

- 3 - A diversificação da utilização do álcool para outros fins, dentre eles, como aditivo em novas misturas chamadas de biocombustíveis e a sua adição para consumo junto com o óleo Diesel.
- 4 - A ampliação do mercado externo para o açúcar brasileiro (um dos mais baratos do mundo), e a conquista do mercado externo para o álcool anidro como aditivo à própria gasolina. Apenas para ilustrar a dimensão desse mercado para o álcool anidro é suficiente lembrar que o consumo americano anual de gasolina é de 560 bilhões de litros. Mesmo que a proporção da mistura ficasse apenas nos 5%, teríamos, só aí, uma necessidade de 28 bilhões de litros de álcool.
- 5 - Outra oportunidade econômica do complexo sucroalcooleiro ainda pouco aproveitada é a possibilidade de integração, via fornecimento de diversos de seus insumos ou subprodutos, à atividade pecuária. Várias experiências tem revelado interessantes resultados econômicos promissores através do aproveitamento, por exemplo, das pontas de cana, do bagaço hidrolizado, da torta de filtro e do vinhoto.
- 6 - Um novo mercado está surgindo para o açúcar. Trata-se de seu aproveitamento como matéria prima para a fabricação do polímero “poli(3-hidroxi-butilato)”, ou PHB que se transforma em plástico biodegradável depois de 180 dias de contato com a terra.
- 7 - Além da continuada busca de redução dos custos de produção do álcool que vem se defendendo como uma das alternativas para torná-lo ainda mais atrativo economicamente, há que se aproveitar também as oportunidades que já existem para a redução dos custos de distribuição do produto em determinadas regiões, como por exemplo, aquelas próximas da hidrovía Tietê-Paraná, ou através de outros meios de transporte mais baratos. O relevante é que cada empreendimento procure internalizar ao máximo todos os benefícios eventualmente existentes no sentido de reduzirem os seus custos, sejam eles de que natureza, tipo, ou característica forem.

Assim, não parece haver dúvida de que se tais problemas forem enfrentados e convenientemente equacionados nos fóruns competentes, além da maior abertura dos mercados internacionais aos produtos agroindustriais brasileiros, partes expressivas das receitas adicionais com a expansão das exportações tanto de açúcar como de álcool, ou até mesmo do referido

polímero biodegradável, poderiam contribuir ou mesmo resolver a questão da viabilidade econômico-financeira do álcool, e/ou de todo o complexo sucroalcooleiro.

6.3 – Recomendações e sugestões

A busca incessante e contínua do aperfeiçoamento tecnológico é uma meta que não pode ser negligenciada em todo o complexo sucroalcooleiro. Por todas as razões que se está discutindo e pretendendo justificar neste trabalho a produção de álcool deve ser defendida e incentivada por toda a sociedade. Mas, esta mesma sociedade também deve insistir e cobrar de todos os agentes envolvidos o contínuo aumento da produtividade em todas as etapas da atividade sucroalcooleira, internalizando tanto quanto a evolução tecnológica permitir, todas as suas externalidades positivas e negativas. Noutras palavras, não bastam as medidas de incentivo e os subsídios, e estes se necessários, devem ser eventuais e transitórios até que o complexo em sua totalidade se viabilize em todos os sentidos, tornando-se efetivamente auto sustentável, econômica, social e ecologicamente.

Assim todas as medidas e ações que contribuam nesse sentido devem ser incentivadas, desde as etapas de estudos ou pesquisas até a etapa de definição e formulação de políticas específicas por parte das autoridades responsáveis, sejam elas da iniciativa privada ou do governo.

Uma sugestão de política que parece ser de bom senso seria a de que apenas aquelas unidades produtivas que de fato se engajem nessa diretriz, vale dizer, reduzam seus custos de produção, reforcem o seu papel de empresas sociais e minimizem ou mesmo eliminem seus impactos ambientais negativos devem receber assistência ou incentivos do poder público. Mais especificamente, devem receber tratamento diferenciado (eventual e transitório) aquelas unidades produtivas que se comprometerem a se “modernizar”, entendendo-se este termo como a atitude direcionada a atingir a sustentabilidade o mais rápido possível. Aquelas que não se enquadrarem devem deixadas ao sabor do mercado. Ou seja, há que se promover uma reestruturação do setor em que só deverão ser apoiados aqueles que caminham rumo à sustentabilidade.

Uma grande oportunidade para que se encaminhe uma solução de caráter mais duradouro para a viabilização do álcool combustível está para ser utilizada no âmbito da reforma tributária que se discute atualmente no Congresso Nacional. Já se comentou anteriormente a respeito da proposta que prevê a substituição da série de impostos que atualmente incidem sobre os combustíveis, por um único imposto seletivo que incidiria apenas sobre a gasolina, o óleo Diesel e o álcool. Por que não aproveitar a oportunidade e estudar a incidência diferenciada do tal novo imposto sobre os diferentes combustíveis conforme os seus diferentes graus de poluição ou, dependendo de estudos mais aprofundados, até mesmo de subsídios para aqueles que poluem menos?

É evidente que muitas dessas ações possam já existir, conforme os exemplos ilustrados no item 4.8 do capítulo quarto, mas elas devem ser revistas e atualizadas, conformando o que se poderia chamar de “A Política Brasileira para o Setor de Energia visando o Desenvolvimento Sustentável” onde seriam contemplados especificamente os papéis do setor sucroalcooleiro.

Referências Bibliográficas

A hora e a vez do petróleo? *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 19/25 abr. 1999, p. 4.

Agência Nacional do Petróleo. *Anuário Estatístico 1998*. Brasília, 1998.

Alencar, José Roberto de. Uma História tão antiga como a Terra. *Gazeta Mercantil*, 24 nov. 1998, p. 6.

Altvater, E. *O Preço da Riqueza: pilhagem ambiental e a nova (des)ordem mundial*. São Paulo: UNESP 1995. P.333.

Balanço Anual 98. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 1998. p. 50.

Banco Mundial. *Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 1992 : Desenvolvimento e Meio Ambiente: Indicadores do Desenvolvimento Mundial*. Rio e Janeiro: FGV, 1992. p. 27.

Barbeli, M. C. *Análise do uso e das possibilidades do gás metano fóssil e de biodigestão nas frotas de veículos em São Paulo e outras regiões, nos anos 90*. Campinas, 1998. Tese (Mestrado). Departamento de Energia. FEM/UNICAMP .

Barbier, Edward. The concept of sustainable economic development. *Environmental Conservation*, v.14, n. 2, p.101-10, 1987.

_____. *Economics, Natural Resources, Scarcity and Development*. Londres: Earthscan, 1989.

- Barea, Ermeto. Só a volta do carro a álcool pode salvar o setor. *Gazeta Mercantil*, 5 jan. 1999, p.2. , Caderno Paraná.
- Baroni, Margaret. Ambigüidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 15, abr./jun.1992.
- Bloomberg News “União Européia subsidia exportação de açúcar. *Gazeta Mercantil*, 6/11 nov. 1998, p. B-23.
- Boa Nova, A.C. *Energia e Classes Sociais no Brasil*. São Paulo : Loyola, 1985. p. 247.
- Boff, Leonardo. *Ecologia Mundialização Espiritualidade: a emergência de um novo paradigma*. São Paulo : Ática, 1996. 180 p.
- Borgstrom, Georg. *Too Many: An Ecological Overview os Earth's Limitations*. New York: Collier Books, [199-].
- Branco, Alex . Usina lucra com biotecnologia. *Gazeta Mercantil*, 23 dez. 1997, p. C-7.
- Brasil tem potencial para mais 22,5 bilhões de barris. *Revista Brasil Energia*, p. 18-22 , nov. 1998.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. Brasília. (vários números).
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Eletrobrás. *Plano 2010*. Brasília,1986.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Eletrobrás. *Plano 2015*. Brasília,1993.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Combustíveis. *Anuário Estatístico 1995*. Brasilia, 1996.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. *Matriz Energética Nacional*. (vários anos).

Brower, Michael. *Cool Energy. Renewable Solutions to Environmental Problems*. Massachusetts : MIT Press, 1994.

Brown, L.R. et al. O Planejamento de uma sociedade sustentável. *Salve o Planeta! Qualidade de vida*, p. 217-293, 1990.

Brüseke, F.J. O Problema do Desenvolvimento Sustentável. In : Cavalcanti, C. (org.) *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. Recife: Cortez 1995. p. 29-40.

Buarque, C. O Fetichismo da Energia . *Texto para Discussão Universidade de Brasília*, n.66, nov.1980. p. 59

Buarque, C. *O Fetichismo da Energia*. Brasília: Universidade de Brasília, 1990. Mimeo. p. 38.

Bueno, Rubens. Proálcool: soberania nacional. *Gazeta Mercantil*, 16 ago.1999, p2. Caderno Paraná .

Bursztyn, M. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo : Brasiliense. 1993. p. 161.

Calabi, A.S. et al. *A Energia e a Economia Brasileira: Estudos Econômicos*. São Paulo: Pioneira, 1983. p. 78.

Capra, F. *O Ponto de mutação*. São Paulo : Cultrix, 1982. p .445 .

Caride, Daniela. Cresce o interesse pela eficiência energética. *Gazeta Mercantil*, 30 jun. 1999, p.5. Relatório Energia.

- ____. Energia nuclear mais competitiva. *Gazeta Mercantil*, 24 mar. 1999, p. A-6.
- ____. Setor nuclear faz campanha. *Gazeta Mercantil*, 25 jul. 1999, p. A.6.
- Carson, R. *Primavera Silenciosa*. Lisboa : Pórtico, 1962. p. 359.
- Cavalcanti, Clóvis (org.) *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. Recife : Cortez/ Fundação João Nabuco, 1995. p. 429.
- CESP/IPT. *Aproveitamento de Energia das Ondas*. Biblioteca do MME, 1980.
- CESP-IPT. Divisão Naval. Área de Tecnologia de Projeto. *Aproveitamento de Energia das Ondas*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1980.
- Chagas, Newton. Setor sucroalcooleiro otimista. *Gazeta Mercantil*, 09 set. 1999, p.3. Caderno Paraná.
- Cole, Lamont C. Jogando Roleta Russa com os Ciclos Biogeoquímicos. In: Helfrich Jr., H.W. (Coord.) *A Crise Ambiental : A luta do homem para viver consigo mesmo*. São Paulo : Melhoramentos/Editora da Universidade de São Paulo, 1974. pp. 11-23.
- Comissão Das Comunidades Européias. *Energia e Desenvolvimento: Quais Desafios? Quais Métodos/ AIE/COPPE* . Rio de Janeiro : Marco Zero, 1986. p. 174.
- Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso Futuro Comum*. 2.ed. Rio de Janeiro : Fundação Getúlio Vargas, 1991. p. 430 .
- Commoner B. *Energias Alternativas: novas energias para um mundo novo*. Rio de Janeiro : Record, 1986.

Coomer, James. The Nature of the Quest for a Sustainable Society. In: COOMER, J. (ed.) *Quest for a Sustainable Society*. Oxford: Pergamon Press, 1979.

COPEL. *Balanços Energéticos do Paraná*. Curitiba. (Vários anos).

Copersucar. Centro de Tecnologia. *Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool*. São Paulo, 1998. Mimeo.

Copersucar. Centro de Tecnologia. *Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool*. São Paulo, 1996. Mimeo.

Copersucar. Centro de Tecnologia. *Emissões Evitadas na Produção e Utilização de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool*. São Paulo, 1998. Mimeo.

Corrêa, Cindy et al. Acordo incentiva o carro a álcool. *Gazeta Mercantil*, 18 ago. 1999, f. A-6.

Corrêa, Mauricio ; Guimarães, Kátia. Setor sucroalcooleiro gera eletricidade. *Gazeta Mercantil*, 20 maio 1999, f. A-8.

Corrêa, Mauricio. Comitê planeja expansão do sistema elétrico. *Gazeta Mercantil*, 14/16 maio 1999, p. A-7.

____. Eletrobrás fará novos investimentos. *Gazeta Mercantil*, 27 abr. 1999, p. A-4.

Cortez, L.A.B. ; Lora, E.S. *Tecnologias de Conversão Energética da Biomassa*. Manaus : EDUA/EFEL, 1997.

Costa, Edson Álvares da. Brasil Álcool S.A. exportará hidratado. *Gazeta Mercantil*, 29 abr. 1999, f. B-20.

- _____. Da cana ao álcool, em um clicar de mouse. *Gazeta Mercantil*, 20 jul. 1999, p. 11.
- _____. Falta de normas inibe projetos. *Gazeta Mercantil*, 30 jun. 1999, p.2. Dossiê Energia .
- _____. Plástico biodegradável chega ao mercado dentro de um ano. *Gazeta Mercantil*, 15/17 fev 1998, p. A-6.
- _____. Usinas terceirizam colheita da cana. *Gazeta Mercantil*, 14/16 maio 1998, f. B-20.
- _____. Usinas vão criar uma empresa para controlar o álcool. *Gazeta Mercantil*, 29/31 jan. 1999, p. B-19.
- Costa, Edson Alvares da et al. Usinas forçam alta de 67% no preço do álcool. *Gazeta Mercantil*, 27 maio 1999, f. B-22;
- Cruz, H.C. ; Fabrizi, M.P. Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo. *Revista Brasileira de Energia*, v. 4, n. 1, p. 173-176, 1995.
- Cutler, J. C. ; Ruth , M. When, Where and by how much do biophysical limits constrain the economic process? *Ecological Economics*, v. 22, n. 3, p. 219, sep. 1977.
- Daly, Herman E. Sustainable Growth ? No Thank You . In: MANDER, J. ; Goldsmith, E. (ed.) *The Case Against The Global Economy: and for a turn toward the local*. São Francisco : Sierra Club Books, 1996. pp. 192-196.
- Debeir, J-C. et alli. *Uma história da energia*. Traduzido e atualizado por Sergio de Salvo Brito. Brasília : Editora Universidade de Brasília, 1993. p. 440.
- Déleage, J. P. Hora de enfrentar o desequilíbrio entre desenvolvimento e meio ambiente. *Jornal da Tarde Caderno de Sábado*, 10 maio 97. pp. 4-5.

Deléage, J-P. *História da Ecologia: uma ciência do homem e da natureza*. Portugal : Publicações Dom Quixote Lda., 1993. p. 276.

Desigualdades Flagrantes. *Gazeta Mercantil*, 14 set. 1998, p. A2.

Dessus, B. *Énergie, Un Défi Planétaire*. Paris : Belin, 1996. p. 160.

Eletrobras. *Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico 1993-2002*. Brasília, [1993].

Ely, A. *Economia do Meio Ambiente: uma apreciação introdutória interdisciplinar da poluição, ecologia e qualidade ambiental*. Porto Alegre : Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 1988. p.180.

Energy For Planet Earth. *Scientific American*, v. 263, n. 3, sep. 1990.

Erber, Pietro. O papel do gás natural. *Gazeta Mercantil*, 12 maio 1999, f. A.2.

Exportação de excedente pode ser opção para o Proálcool. *Gazeta do Povo*, 15 ago. 1999, p.20.

Ferrari, Livia e al. Brasil volta a importar petróleo do Iraque. *Gazeta Mercantil*, 13 set. 1999, p.A-8.

Ferreira, A. *Demanda e Conservação de Óleo Diesel na Fase Agrícola do Proálcool*. Campinas, 1992. Dissertação (Mestrado). Área de Planejamento de Sistemas Energéticos – Departamento de Energia. FEM/UNICAMP.

Ferreira, Jorge. Nem só de grandes gasodutos sobreviverá a indústria de gás natural no Brasil. *Gazeta Mercanti*, 20 ago. 1988. p. A.6.

- Figueiredo, P.J.M. *A Sociedade do Lixo: os Resíduos, a Questão Energética e a Crise Ambiental*. Piracicaba : UNIMEP, 1994. p. 244.
- Fischer, A. L. *Impactos Sociais do Proálcool: Um Estudo sobre as Relações, o Processo e as Condições de Trabalho na Agroindústria Canavieira Paulista*. São Paulo, 1992. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. p. 238.
- França, Antônio. Usineiros temem o sucateamento das destilarias em dois anos. *Gazeta do Povo*, 15 ago. 1999, p.20.
- Franco, Luciana et al. Safra de Cana deve ser 10% menor no estado de São Paulo. *Gazeta Mercantil*, 25 ago. 1999, p. B-20.
- Furtado, A. *Energie de la Biomasse et Style de Development* (Les Leçons du Programme Proalcool au Brésil). Paris, 1987. Tese (Doutorado) Troisième Cicle en Economie de L'Espace et Environnement Université e Paris I.
- Furtado, A. *Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceiro Mundo*. Campinas : Unicamp, 1993. Mimeo.
- Gallo, W.L.R. *Análise Exergética de Motores a Gasolina e a Álcool*. Campinas, 1990. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas.
- Gasparini, Suzy. Editais de hidrelétricas estão emperrados. *Gazeta Mercantil*, 11 maio 1999, p. A-8.
- _____. Termelétricas ganham importância na geração. *Gazeta Mercantil*, 26/28 março 1999, p. A-9.
- Gasto cai R\$ 350 mi com o fim do subsídio ao álcool. *Gazeta Mercantil*, 22 out. 1999, p. B-22.

Godland, Robert. Growth Has Reached Its Limit". In : Mander, J. ; Goldsmith, E. (ed.) *The Case Against The Global Economy: and for a turn toward the local*. São Francisco : Sierra Club Books, 1996. pp. 207-217.

Góes, Francisco. Parcerias determinam ritmo da abertura. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 3/ 9 maio/1999, p.11.

_____. Petrobras vive seu momento da verdade. *Gazeta Mercantil Latino-Americana* , 3/ 9 maio 1999 , p. 10.

_____. Petróleo ganha fôlego neste fim de ano. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 27 set./ 03 out. 1999. p.3.

Goldemberg, J. *Energy, Environment & Development*. Geneva: International Academy of the Environment, 1996.

Goldemberg, J. et al. *Energy for a Sustainable World*. India : Wiley Eastern, 1993. p. 517.

Gomensoro, S. C. de Magalhães. *Proálcool: Um estudo sobre a formulação de um programa de governo*. Rio de Janeiro, 1985 Dissertação (Mestrado). FEA/UFRJ.

Goodland Robert ; LEDOC, G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development. *Ecological Modeling*, n.38, 1987.

Guerra, S.M.G. et al. Efeitos da implantação do PNA sobre a expansão da produção de bens de capital - 1976/84. *Revista Brasileira de Energia*, v. 1, n. 1, p. 85-98, 1989.

Guerra, S.M.G. *La Politique Énergétique Brésilienne: transfert de Revenue – Le Plan Nacional d'Alcool*, 1968-1984. Paris, 1986. Tese (Doutorado), IHEAL – Université Paris III. p. 386.

- Guimarães, Roberto P. A assimetria dos interesses compartilhados: América Latina e a agenda global do meio ambiente. In: HECTOR R. Leis (org). *Ecologia e Política Mundial*. Rio de Janeiro : Fase, 1991. pp. 105-106.
- Hessel, Rosana et al. Exportação de açúcar cresce 171% : Custo de produção é o mais baixo *Gazeta Mercantil*, 25 ago. 1999, f. B-20.
- Iacomini, Franco. O óleo fantasma. *VEJA*, p. 90, 19.05.99.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censos Agropecuários 1985 e 1995/96* .
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *SIDRA/ 1992/1998 INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE. Anuário Estatístico: 1975/1991*.
- International Development Research Centre (IDRC). Energy Planning Program (COPPE). *The Fuel Alcohol Program in Brazil: The Present Crisis an Future Perspectives*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.
- International Development Research Centre (IDRC). Energy Planning Program (COPPE). *The Fuel Alcohol Program in Brazil: the Present Crisis an Future Perspectives*. Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.
- Jabur, Maria Angela. Novo câmbio paralisa projetos em termelétricas. *Gazeta Mercantil*, 4 de mar. 1999, p. C-1.
- Kitamura, P.C. *Desenvolvimento Sustentável: Uma Abordagem para as Questões Ambientais da Amazônia*. Campinas, 1994. Tese (Doutorado). Instituto de Economia da Universidade de Campinas.

Klenk, L. A. Atividades relacionadas ao campo dão mais empregos. *Gazeta Mercantil*, 19 maio 1999, p. D-5.

Knapp, Laura. O governo tenta criar mercado para o álcool. *Gazeta Mercantil*, 15 jun. 1999, p.A-6.

La Rovere, E. L. Conservação de Energia em sua Concepção mais ampla: Estilos de Desenvolvimento a Baixo Perfil de Consumo de Energia. In: *Economia e Tecnologia da Energia*. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero/FINEP, 1985. p. 680.

Larouche Jr., Lyndon H. *Não Há Limites para o Crescimento*. Rio de Janeiro : Editora Dois Pontos, 1986. p. 318.

Lélé, S. M. Sustainable Development: a critical review. *World Development*, v. 19, n. 6, p. 607-621, jun.1991.

Levy, Luiz Fernando Ferreira. Derrubar práticas protecionistas. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 6/12 set. 1999, p.2.

Lopes, Fernando. Uso do gás natural deve crescer no Brasil. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 19/25 abr. 1999. p. 17.

Lopes, L. A. Análise da *Competição entre Culturas Alimentares, Exportáveis e a Cana-de-açúcar no Paraná*. São Paulo, 1985. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia e Administração de Universidade de São Paulo. p.160.

Lopes, L.A. Vinte Anos de Proálcool: Avaliações e Perspectivas. *Revista Economia & Empresa*, v. 3, n. 2, p.49-57, abr./jun.1996.

Lopes, L.A. *Xisto* : Considerações sobre sua Importância, Viabilidade e Potencial de Aproveitamento. Campinas, junho de 1996. Monografia de Conclusão de Curso da Disciplina

Fontes Não Renováveis de Energia, apresentada ao Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos da AIPSE/FEM/UNICAMP. Mimeo.

Macedo, I.C. Production and Use of Sugar Cane for Energy. In: International Symposium on Environmentally Sound Energy Technologies, ESETT (1991). Milan, 1991.

Magalhães, J.P de Almeida et al. *Proálcool* : uma Avaliação Global. Rio de Janeiro : ASTEL/Xenon, 1991. p. 223.

Manoel, A. *Política Agrícola, Eficiência E Concentração Na Agricultura Brasileira*: um Estudo do Setor Canavieiro Paulista. São Paulo, 1985. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.

Martin, Jean-Marie. *A Economia Mundial da Energia*. São Paulo : UNESP, 1992. p.135 .

Martine, G. (Org). *População, Meio Ambiente e Desenvolvimento*: Verdades e Contradições. Campinas : Unicamp, 1993. p.207 .

Martinez, Christiane. Carvão mineral torna-se mais competitivo. *Gazeta Mercantil*, 11 mar. 1999, p. A-12.

Martinez-Alier, J. ; Schlüpmann, K. *La Ecologia y la Economia*: textos de economia. México : Fondo de Cultura Económica , 1993. p. 367.

Mautone, Silvana. Frete do álcool cai 75% com hidrovia. *Gazeta Mercantil Latino-Americana* , 6 dez. 1998 p.13.

Meadows D. H. Et al. *Limites do Crescimento* : um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade. São Paulo : Perspectiva, 1973. p. 200 .

Melloni, Eugênio. Petrobrás garante sua parte na lucrativa distribuição de gás. *Gazeta Mercantil*, 1/3 ago. 1997, f. C-3.

Mendes; Judas Tadeu Grassi. O maior negócio da economia. *Gazeta Mercantil*, 23 dez. 1998, p.4. Caderno Paraná.

Mendonça, M. Pneu usado vira óleo. *Revista Paraná & Cia*, v. 3, n. 37, pp. 34-37.

Moreira, E. F. P. *Expansão, Concentração e Concorrência na Agroindústria Canavieira em São Paulo: 1975 a 1987*. Campinas, 1989. Dissertação (Mestrado) Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas.

Motta, R. S. Um Estudo de Custo Benefício do Proálcool. *Revista Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.17, n.1, pp. 65-92, abr. 1987.

Munasinghe, M. ; Macneely, J. Key Concepts and Terminology of Sustainable Development. In : MUNASINGHE, M. ; SHEARER, W. (Ed.) *Defining and measuring sustainability : the Biogeophysical Foundations*. Washington, D.C. : World Bank 1996. pp.19-33.

Nasser Júnior, Adir. Álcool e açúcar pedem incentivo ao consumo. *Gazeta Mercantil*, 21 jun 1999, p. 6. Caderno Paraná.

_____. Paraná debate incentivo para veículos a álcool. *Gazeta Mercantil*, 18 ago1999, p.4. Caderno Paraná.

Novaes, J. R.P. *Modernização, Relações de Trabalho e Poder: um Estudo das Transformações recentes da agroindústria canavieira do nordeste*. Campinas, 1993. Dissertação (Mestrado) Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas.

O Recomeço na área do petróleo. *Gazeta Mercantil*, 17 jun. 1999, f. A-3.

Ocde. *Economic Outlook e FMI* : Estatísticas financeiras.

Odum, Eugene P. *Ecologia*. Rio e Janeiro : Guanabara, 1988. p. 434 .

Olalde, A. R. *Capacitação Tecnológica na Agroindústria Canavieira*: o caso da Copersucar. Campinas, 1992. Dissertação (Mestrado) Departamento de Política Científica e Tecnológica. Universidade Estadual de Campinas.

Oliveira, Eduardo Sabino de. *Álcool Motor e Motores a Explosão*. 2.ed. Instituto do Açúcar e do Álcool. Rio de Janeiro : Guanabara, 1942. p.327 .

Oliveira, Patrícia. Domes apresenta imposto de combustíveis. *Gazeta Mercantil*, 26 ago. 1999, f. A-17.

ONU. *World Populations Prospects: The 1996 Revision*. New York, 1996.

Oricolti, Silvio. Aditivo reduz 50% da fumaça dos ônibus. *Gazeta Mercantil*, 12 jan. 1999, f. D-5. Caderno Paraná.

_____. Coamo economiza 50% dos custos com o uso da biomassa. *Gazeta Mercantil*, 30 jun. 99, p.2. Dossiê Energia.

_____. Combustível biológico começa a ser produzido. *Gazeta Mercantil* , 18 ago. 1998 p. D-7.

_____. Coopcana poderá suspender o corte de cana neste mês. *Gazeta Mercantil*, 4/6 jun. 1999 f. B-19;

Passet, R. *L'Économique et Le Vivant*. Paris : Economica, 1997. p. 320 .

Pearce, D. et al. *Blueprint for a Green Economy*. London : Earthscan, 1989.

Pearce, David ; MARKANDIA, Anil ; BARBIER, Edward. B. *Blueprint for a Green Economy*. London : Earthscan, 1989.

Pelin, E. R. *Avaliação Econômica do Alcool Hidratado no Curto e Médio Prazos*. São Paulo, 1983. Tese (Doutorado) Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo.

Petrobrás. *Relatório Anual 1996*. Brasília, 1996.

Pezzey, John. Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development. World Bank - Environment Department. *Working Paper* , Washington, DC, n. 15, May, 1989.

Polo, E. F. *Descentralização de Estrutura: Uma Contribuição Às Destilarias de Alcool*. São Paulo, 1987. Tese (Doutorado) Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.

Raposo, Patrícia et al. Estatal faz parcerias em termelétricas. *Gazeta Mercantil*, 14/16 maio 1999, p. A-7.

Raposo, Patrícia. Usineiros do Nordeste migram para o sul. *Gazeta Mercantil*, 9 set. 1999, p.B-18.

Rattner, H. *Sustainable Development : Trends and Perspectives*. São Paulo : FEA/USP, set. 1991. (Versão preliminar).

Redeclift, Michael. *Sustainable Development*. London: Methuen, 1987.

Ribeiro, S. K. O Papel do Alcool Automotivo na Redução de Emissão de CO₂ no Contexto Internacional das Mudanças Climáticas. *Revista Brasileira de Energia*, v. 5, n. 1, 1996.

- Ricci, R. (Coord.). *Mercado de trabalho do setor sucroalcooleiro no Brasil*. Brasília : IPEA, 1994. p.176.
- Rocha Filho, J. P. *La Alternativa Energética Brasileña: Costes y Beneficios Sociales del Alcohol como Combustible*. Barcelona, 1991. Tese (Doutorado). Departamento de Política Económica y estructura Económica Mundial. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Barcelona.
- Rodrigues, R.E. *Determinação da Escala Ótima de uma Destilaria de Álcool*. São Paulo, 1982. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo.
- Rodriguez, E.O. *Desenvolvimento de um Difusor Para Mini-Usinas de Álcool*. Campinas, 1990 Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.
- Sá, André Leal de. Energia eólica e expansão do setor elétrico nacional. *Gazeta Mercantil*, 27 jan. 1999, p. A-3.
- Sachs, I. Estratégias de transição para o século XXI. In : BURSZTYN, Marcel (Org.). *Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo : Brasiliense., 1993.
- Sachs, Ignacy. *Ecodesenvolvimento: Crescer sem Destruir*. São Paulo : Vértice, 1986.
- Sachs, Ignacy. *Espaços, Tempos e Estratégias do Desenvolvimento*. São Paulo : Vértice, 1986, p. 224.
- Santos, Maria Helena de Castro. *Alcohol as Fuel in Brasil: An Alternative Energy Policy and Politics*. Massachusetts, 1984. Tese (Doutorado). Departamento de Política Científica e Tecnológica do Massachusetts Institute of Technology - MIT.

- Scharf, Regina. Corte da poluição salvaria 8 milhões. *Gazeta Mercantil*, 4 mar. 1998, f. A-4.
- _____. Cresce briga pelo bilionário mercado de carbono. *Gazeta Mercantil*, 25 maio 1999, p. A-9.
- Scharf, Regina et al. Álcool combustível ganha terreno fora do Brasil : Estados Unidos já consomem 6 bilhões de litros por ano. *Gazeta Mercantil*, 29 jul. 1999, folha A-14.
- Scharf, Regina et al. Mercado de aquecimento solar em alta. *Gazeta Mercantil*, 28 dez. 1998, p.6.
- Seródio, E. T. A viabilização do álcool num cenário de livre mercado. In: Seminário, O Futuro do Álcool num Cenário de Livre Mercado. Associação Brasileira de Engenharia Automotiva. *Anais...* São Paulo, 1997. pp. 39-44.
- Sevá Filho, A.O. et al. Renovação e Sustentação da Produção Energética In: CAVALCANTI, C. (org.). *Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez, 1995. pp. 345-365.
- Soares, Aldo Renato. Governo pode voltar a comprar produto. *Gazeta Mercanti*, 20 maio 1999, p. A-4.
- Soares, Paulo. Ford e GM fabricarão veículos a álcool. *Gazeta Mercantil*, 22 jun. 1999, f. A-7.
- Söllner, Fritz. A reexamination of the role of thermodynamics for environmental economics . *Ecological Economics*, v. 22, n 3, p. 176, sep. 1997.
- Souza, S. N. M. de. *Aproveitamento da Energia Hidroelétrica Secundária para a Produção de Hidrogênio Eletrolítico*. Campinas, 1998. Tese (Doutorado) Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos - FEM/UNICAMP.

Tempo de esfriar : Ameaça de aquecimento global ainda precisa ser comprovada. *Gazeta Mercantil*, 19/21 dez. 1997, p. 7. Caderno de Ciências.

Tietenberg, Tom. *Environmental and Natural Resource Economics*. Glenview, III.: Scott, Foresman, 1984).

Tiezzi, Enzo. *Tempos Históricos, Tempos Biológicos: a Terra ou a morte: os problemas da nova ecologia*. São Paulo : Nobel., 1988. p. 204.

Torres, Haroldo da Gama. Indústrias sujas e intensivas em recursos naturais: importância crescente no cenário industrial brasileiro. In: MARTINI, G. (org.) *População, Meio Ambiente e Desenvolvimento: verdades e contradições*. Campinas : Unicamp, 1993.

Tronconi, P.A ; Valota, R. ; Agostinelli, M. ; Rampi, F. *Pianeta In Prestito : Energia, entropia, economia*. Poggio : Macroedizioni, 1991.

United Nations Organization. Department of International Economic and Social Affairs. *World populations prospects; estimates and projections as assessed in 1984*. New York, 1986.

Universidade Livre do Meio Ambiente . A força dos ventos para a produção de eletricidade. *Desenvolvimento Urbano & Meio Ambiente. Boletim informativo*, n. 36, f. 3, maio/jun. 1999.

Velloso, Eliane. Governo cria mais incentivos para o álcool, diz Lafer. *Gazeta Mercantil*, 21/ 23 maio 1999, f. A-9.

_____. Petróleo: governo discute normas. *Gazeta Mercantil*, 14 ago. 1997, f. A.8.

_____. Petrobras vai aumentar a importação. *Gazeta Mercantil*, 26 jul. 99 folha A-5.

_____. Produção de petróleo aumentou 26,73%. *Gazeta Mercantil*, 25 fev. 1999, p. A.2.

_____. Petrobras vive seu momento da verdade. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 3/ 9 maio 1999, p. 10.

_____. Petróleo ganha fôlego neste fim de ano. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 27 set./ 03 out. 1999. p.3.

Veríssimo, Renata. Brito encerra gestão com obras de impacto. *Gazeta Mercantil*, 29 dez. 1998, f. A-7.

Vivien, Franck-Dominique. *Économie et Écologie*. Paris : La Découverte,, 1994. p. 132.

Walter, A.C.S. et al. Cogeração e Produção Independente de Eletricidade nas Usinas de Açúcar e Alcool: sua Viabilidade Segundo a Lógica dos Diferentes Atores Envolvidos. In : VI Congresso Brasileiro de Energia. *Anais...* Rio de Janeiro, 1993. pp. 731-737.

Walter, A. C. S. *Viabilidade e perspectivas de cogeração e da geração termoeétrica junto ao setor sucro-alcooleiro*. Campinas, 1994. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas.

Walter, Arnaldo C. da Silva ; Nogueira, L. A. Horta. Produção de Eletricidade a Partir da Biomassa. In: Cortez, L. A. B. ; Lora, E. S. *Tecnologias de Conversão Energética a Biomassa*. Manaus : EDUA/EFEI, 1997. pp. 463-507.

Zampieri, D. et al. *Perspectivas de oferta e demanda de álcool e açúcar no Paraná*. Curitiba : SEAB, out./1989.

Zanatta, Mauro. Planalto promete aumentar mistura de álcool na gasolina. *Gazeta Mercantil* 13/15 ago. 1999, p. B-19.

____. Petróleo ganha fôlego neste fim de ano. *Gazeta Mercantil Latino-Americana*, 27 set./ 03 out. 1999. p.3.

Anexos

Anexo I - a) Excêrto da Galeria de Definições de Pearce et Alii (1989)

A seguir apresenta-se um conjunto de definições que foram extraídas da referida obra de Pearce et alii. Como as mesmas foram traduzidas livremente, acrescenta-se após cada uma delas a sua versão original.

Definição 1: "[A] sociedade sustentável é aquela que vive dentro dos limites da autopropetuação de seu meio ambiente. Tal sociedade... não é uma sociedade que não cresce... Mas sim uma sociedade que reconhece os limites do crescimento.. [e] procura por caminhos alternativos de crescimento."

James Coomer, "The Nature of the Quest for a Sustainable Society", in J. Coomer (ed.), Quest for a Sustainable Society. Oxford: Pergamon Press, 1979).

"[The] sustainable society is one that lives within the self-perpetuating limits of its environment. That society... is not a 'non-growth' society... It is rather, a society that recognizes the limits of growth... [and] looks for alternative ways of growing."

Definição 2: "Nossa definição padrão de desenvolvimento sustentável será utilidade per-capita não decrescente - em razão de seu auto evidente apelo como um critério para equidade intergeracional."

John Pezzey, Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development, World Bank, Environment Department, Working Paper n^o 15, Washington, DC, May, 1989.

"Our standard definition of sustainable development will be non-declining per capita utility - because of its self-evident appeal as a criterion for intergenerational equity."

Definição 3: "O termo 'desenvolvimento sustentável' sugere que as lições da ecologia podem e devem ser aplicadas aos processos econômicos. Ele abarca as idéias da Estratégia de Conservação Mundial suprindo um *rationale* ambiental através do qual os requisitos do desenvolvimento para melhorar a qualidade de (toda) vida possam ser desafiados e testados".

Michael Redclift, *Sustainable Development* (London: Methuen, 1987).

"The term 'sustainable development' suggests that the lessons of ecology can, and should, be applied to economic processes. It encompasses the ideas in the World Conservation Strategy, providing an environmental rationale through which the claims of development to improve the quality of (all) life can be challenged and tested."

Definição 4: "O critério de sustentabilidade sugere que, no mínimo, as gerações futuras não sejam deixadas em pior situação do que as gerações atuais."

"Mais que eliminar a taxa de desconto [positiva], o critério do valor presente deveria ser complementado por outros critérios, tal como sustentabilidade...Por exemplo, nós poderíamos decidir maximizar o valor presente sujeito à restrição de que as gerações futuras não piorassem de situação."

Tom Tietenberg, *Environmental and Natural Resource Economics* (Glenview, Ill.: Scott, Foresman and Co., 1984).

"The sustainability criterion suggests that, at a minimum, future generations should be left no worse off than current generations."

"Rather than eliminating the [positive] discount rate, the present-value criterion should be complemented by other criteria, such as sustainability... For example, we might choose to maximise present value subject to the constraint that future generations are not made worse off."

(Definição 5): *Desenvolvimento sustentável* significa que a utilidade per-capita ou bem-estar é crescente ao longo do tempo. Ou, *Desenvolvimento sustentável* significa que um conjunto de 'indicadores de desenvolvimento' é crescente ao longo do tempo. Ou

Desenvolvimento sustentável significa que um conjunto de "indicadores de desenvolvimento" é crescente ao longo do tempo.

Para ambas definições de desenvolvimento sustentável se aplicam os mesmos requerimentos de 'feedback'. O conceito de desenvolvimento sustentável mais amplo - o último - permite por isso a inclusão de requerimentos ambientais, uma condição a ser preenchida antes que o desenvolvimento possa ser considerado sustentável. A mesma análise poderia ser aplicada ao problema de *feedbacks* sociais.

Pearce, D. et alii. - Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Ltd. London, 1989.

"Sustainable development means that per capita utility or wellbeing is increasing over time. Or, *Sustainable development* means that a set of 'development indicators' is increasing over time."

Pearce, D. et alii. - Blueprint for a Green Economy. Earthscan Publications Ltd. London, 1989.

b) Excêrto da Galeria de Definições de Baroni (1992)

Definição 6: "Desenvolvimento sustentável é aqui definido como um padrão de transformações econômicas estruturais e sociais (i.e., desenvolvimento) que otimizam os benefícios sociais e econômicos disponíveis no presente sem destruir o potencial de benefícios similares no futuro. O objetivo primeiro do desenvolvimento sustentável é alcançar um nível de bem estar econômico razoável e equitativamente distribuído que pode ser perpetuamente continuado por muitas gerações...desenvolvimento sustentável implica usar os recursos renováveis naturais de maneira a não degradá-los ou eliminá-los, ou diminuir sua utilidade para as gerações futuras, implica usar os recursos minerais não renováveis de maneira tal que não necessariamente se destruam o acesso a eles pelas gerações futuras... desenvolvimento sustentável também implica a exaustão dos recursos energéticos não renováveis numa taxa lenta o suficiente para garantir uma alta probabilidade de transição societal ordenada para as fontes de energia renovável..."

Robert Goodland & G. Ledoc. "Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development". *Ecological Modeling*. 38, 1987.¹

Definição 7: "O conceito de desenvolvimento econômico sustentável quando aplicado ao Terceiro Mundo... diz respeito diretamente à melhoria do nível de vida dos pobres, a qual pode ser medida quantitativamente em termos de aumento de alimentação, renda real, serviços educacionais e de saúde, saneamento e abastecimento de água etc., e não diz respeito somente ao crescimento econômico no nível de agregação nacional. Em termos gerais, o objetivo primeiro é reduzir a pobreza absoluta do mundo pobre através de providenciar meios de vida seguros e permanentes que minimizem a degradação de recursos, a degradação ambiental, a disrupção da cultura e a instabilidade social".

Edward Barbier. "The concept of sustainable economic development". *Environmental Conservation*, 14(2):101-10,1987.²

¹ Apud Baroni (1992). Op. cit. p. 16.

² Apud Baroni (1992). Op. cit. p. 17.

Definição 8: "Existe um amplo consenso sobre as condições requeridas para o desenvolvimento econômico sustentável. Duas interpretações estão emergindo: uma concepção mais ampla com respeito ao desenvolvimento econômico, social e ecológico, e uma concepção mais estreita com respeito ao desenvolvimento ambientalmente sustentável (i.e., com administração ótima dos recursos do ambiente e do ambiente no tempo). A primeira, uma visão altamente normativa do desenvolvimento sustentável (endossada pela Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente) define o conceito como 'desenvolvimento que alcança as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades'. Em contraste, a segunda concepção, de administração ótima de recursos e do ambiente requer maximizar os benefícios líquidos do desenvolvimento econômico, mantendo os serviços e a qualidade dos recursos naturais".

Edward Barbier. Economics, Natural Resources, Scarcity and Development. Londres, Earthscan, 1989.³

Definição 9: "A incorporação da dimensão ambiental nas estratégias e projetos de crescimento econômico não é condição suficiente nem para o desenvolvimento sustentável nem para a melhoria das condições de vida dos pobres e desprovidos. Em oposição às estratégias de crescimento insustentável - por razões morais e ambientais - , o paradigma alternativo terá que satisfazer as necessidades básicas de todos e não só das minorias, em todos os lugares e não somente nos pólos de crescimento, como um processo contínuo contra a expansão e contração das economias de mercado contemporâneas. Estratégias de desenvolvimento sustentável - servindo a todos, todo o tempo, sem destruir ou exaurir os recursos existentes e produzir riscos e conseqüências ambientais insuportáveis - terão que ser caracterizadas pela viabilização econômica, equidade social, sustentabilidade, aceitabilidade estética... para tratar com estes problemas (ambientais) e ao mesmo tempo fornecer condições para o desenvolvimento sustentável - será necessária mobilização e motivação de toda a sociedade para definir um estilo de vida com padrões de consumo e produção de acordo com as necessidades básicas e estratégicas de prioridade determinada através de processos democráticos pelos atores sociais".

³ Apud Baroni (1992). Op. cit. p. 18.

Henrique Rattner. Sustainable Development - Trends and Perspectives. FEA/USP, set. 1991. (Versão preliminar).⁴

Definição 10: "Literalmente, desenvolvimento sustentável quer simplesmente dizer 'desenvolvimento que pode ser continuado', o que suscita uma nova pergunta sobre o que é desenvolvimento. 'Para uns, é número do PIB, para outros inclui algum fenômeno socialmente desejado... O termo sustentabilidade surgiu a respeito dos recursos renováveis e foi adotado pelo movimento ecológico... Muitos usam o conceito como a existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana num nível específico de bem-estar através de futuras gerações, e isto é sustentabilidade ecológica e não desenvolvimento sustentável."

LÉLÉ, S. M. "Sustainable Development: a critical review". *World Development*, 19(6): 607-21. Great Britain, Pergamon Press, jun. 1991. pp. 608-10.⁵

⁴ Baroni (1992). Op. cit. p. 19.

⁵ Baroni (1992). Op. cit. p. 19.

Anexo 2 – Tabelas detalhadas do capítulo 4

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO DA ÁREA COLHIDA COM CANA-DE ACÚCAR E RENDIMENTO - BRASIL E SÃO PAULO - 1975/1995.

Anos	Área colhida - (1000 há)		Rendimento - (ton/ha)	
	Brasil	São Paulo	Brasil	São Paulo
1975	1.969	621	46,5	57,3
1976	2.093	723	49,3	63,3
1977	2.270	791	52,9	65,5
1978	2.391	871	54,0	66,9
1979	2.537	948	54,7	67,0
1980	2.608	1.008	57,0	72,5
1981	2.826	1.121	55,2	65,6
1982	3.084	1.281	60,5	72,0
1983	3.479	1.513	62,1	76,0
1984	3.656	1.580	60,8	74,2
1985	3.912	1.666	63,2	75,5
1986	3.952	1.680	60,5	69,2
1987	4.314	1.272	62,3	75,5
1988	4.117	1.785	62,8	75,8
1989	4.076	1.784	62,0	74,0
1990	4.273	1.812	61,5	76,1
1991	4.211	1.852	61,9	73,5
1992	4.203	1.889	64,6	77,0
1993	3.864	1.895	63,3	78,4
1994	4.345	2.173	67,2	80,1
1995	4.559	2.259	66,6	77,4
1996	3.905	2.124	63,8	72,8
1997	4.879		69,1	
1998(*)	4.990		67,9	

Fonte: Anuário Estatístico/IBGE: 1975/1991

SIDRA/IBGE: 1992/1998

(*) Previsão

QUADRO 2 - UTILIZAÇÃO DE TERRAS NO BRASIL E NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ EM 1995/1996.

Utilização de Terras - (Em mil há).	Brasil	São Paulo	Paraná
Lavouras	50.105	5.484	5.490
- Permanentes	7.542	1.368	311
- Temporárias	34.253	3.888	4.789
- Temporárias em descanso	8.310	228	390
Pastagens	177.700	9.062	6.677
- Naturais	78.048	2.006	1.377
- Plantadas	99.652	7.056	5.300
Matas e florestas	94.294	1.949	2.795
- Naturais	88.898	1.352	2.082
- Plantadas	5.396	597	713
Terras produtivas não utilizadas	16.360	155	259
S o m a	338.459	16.650	15.221
Terras inproveitadas	15.153	719	726
T o t a l	353.612	17.369	15.947
Cana-de-açúcar	4.559	2.124	260

Fonte: Elaboração própria

Dados brutos: IBGE - Censo Agropecuário 1995/96.

QUADRO 3 - ÁREA COLHIDA DAS PRINCIPAIS LAVOURAS SEGUNDO OS CENSOS AGROPECUÁRIOS NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ - 1985 e 1995/96 - (Em ha).

Lavouras	São Paulo		Paraná	
	1985	1995/96	1985	1995/96
Algodão	325.579	91.315	499.300	171.039
Amendoim (1. Safra)	77.578	18.662	-	-
Arroz em casca	228.697	33.243	166.772	80.864
Batata inglesa (1 safra)	17.727	6.965	-	-
Cana de açúcar	1.694.994	2.124.499	144.412	259.584
Feijão (1. safra)	213.655	63.772	749.353	472.394
Fumo	-	-	17.334	38.160
Mandioca	27.517	19.409	69.600	110.958
Milho	1.040.044	851.764	1.940.642	1.985.382
Soja	470.057	396.615	2.079.973	2.259.401
Tomate	21.785	22.524	-	-
Trigo	138.260	11.001	-	-
Banana	31.785	41.602	-	-
Café	723.387	214.733	422.762	103.935
Laranja	485.761	718.915	7.377	18.781
Uva para mesa	7.451	10.302	-	-
Soma	5.504.277	4.625.321	6.097.525	5.500.498
Participação da Cana (%)	30,8	45,9	2,4	4,7

Fonte: Elaboração própria

Dados brutos: IBGE - Censos Agropecuários 1985 e 1995/96

QUADRO 4 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ALCOOL NO BRASIL - SAFRAS 1970/71 A 1997/98.

Safras	Cana-de açúcar	Açúcar	Álcool		Total	Exportação Açúcar
			Anidro	Hidratado		
1970/71	55,7	102,4	252,4	384,8	637,2	
1971/72	58,9	107,7	389,9	223,1	613,0	
1972/73	66,5	118,6	388,9	292,1	681,0	
1973/74	75,8	133,7	306,2	359,8	666,0	
1974/75	74,5	134,4	216,5	408,5	625,0	
1975/76	68,3	117,8	323,0	555,6	878,6	
1976/77	87,8	144,2	300,3	363,7	664,0	
1977/78	104,6	166,2	1.176,9	293,5	1.470,4	
1978/79	107,6	146,8	2.095,6	395,0	2.490,6	
1979/80	117,6	132,9	2.713,4	683,1	3.396,5	
1980/81	132,5	162,0	2.104,0	1.602,0	3.706,0	
1981/82	133,3	158,7	1.413,0	2.750,0	4.163,0	
1982/83	166,7	177,1	3.550,0	2.273,0	5.823,0	
1983/84	198,0	181,7	2.467,0	5.394,0	7.861,0	
1984/85	202,9	177,0	2.103,0	7.149,0	9.252,0	36,8
1985/86	223,7	156,4	3.203,0	8.618,0	11.820,0	38,5
1986/87	217,0	163,1	2.193,0	8.280,0	10.473,0	31,6
1987/88	223,3	159,5	2.179,0	10.337,0	12.516,0	34,0
1988/89	218,3	161,4	1.883,0	9.653,0	11.536,0	29,3
1989/90	207,2	139,8	1.453,0	10.468,0	11.921,0	22,1
1990/91	222,2	147,3	1.317,0	10.477,4	11.794,4	24,6
1991/92	228,8	173,0	1.979,3	10.701,3	12.680,6	34,1
1992/93	224,6	185,3	2.217,9	9.467,9	11.685,8	41,6
1993/94	215,9	186,8	2.522,5	8.762,6	11.285,1	48,8
1994/95	240,8	233,3	2.887,4	9.832,6	12.720,0	78,4
1995/96	251,3	264,7	3.000,0	9.596,7	12.596,7	108,4
1996/97	288,5	272,1	4.549,6	9.703,3	14.253,0	110,6
1997/98	249,6	225,4	5.344,0	9.632,6	14.976,6	128,4
1998/99	252,9	270,0				140,0
1998/99		320,0				

Fonte: elaboração própria.

Dados brutos:

COPERSUCAR: a) açúcar: safras 1970/71 a 1989/90

b) álcool: safras 1970/71 a 1979/80

MME/ Departamento Nacional de Combustíveis: álcool safras: 1980/81 a 1989/90

ANP- Agência Nacional do Petróleo: álcool: 1990/91 a 1997/98

DATAGRO: cana-de-açúcar: safras 1990/91 a 1996/97

açúcar: safras 1990/91 a 1996/97

exportação de açúcar: safras 1984/85 a 1996/97

ÚNICA: cana-de-açúcar e açúcar: safras 1997/98 e 1998/99 (estimativa para a região

Centro-Sul) - Estimativa de Luiz Carlos Corrêa Carvalho (Superintendente) para o Brasil

Notas: **cana-de-açúcar** em mil toneladas; **açúcar** em milhões de sacas de 50 kg e, **álcool** em mil metros cúbicos.

QUADRO 5 – VENDA DE VEÍCULOS NACIONAIS NO MERCADO INTERNO.

Anos	Gasolina		Álcool		Total
	Automóveis e Comerciais leves	Comerciais Pesados	Automóveis e Comerciais leves	Comerciais Pesados	
1979	905.706	1.179	3.114	6	910.005
1980	526.467	583	240.643	-	767.693
1981	344.428	62	136.242	1.065	480.732
1982	364.399	121	232.575	922	598.017
1983	78.610	206	579.330	2.045	660.191
1984	33.481	82	592.536	2.627	628.726
1985	28.653	22	645.551	1.894	676.220
1986	61.916	104	697.049	1.514	760.503
1987	31.189	51	462.683	539	494.462
1988	77.312	15	566.482	128	643.937
1989	260.821	60	399.529	49	660.459
1990	541.740	122	81.996	5	623.863
1991	526.477	123	150.982	3	677.585
1992	106.351	58	195.503	7	301.919
1993	706.421	66	264.235	-	970.722
1994	964.533	22	141.834	1	1.106.390
1995	1.234.246	8	40.706	1	1.274.961
1996	1.432.656	-	7.647	-	1.440.303
1997	1.554.116	-	1.120	-	1.555.236
1998	1.123.373	65.038	1.224	n/c	1.189.635
1999*	428.622	22.824	1.675	n/c	453.121

Fonte: Anfavea – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos – Apud Laura Knapp “O governo tenta criar mercado para o álcool” in Jornal Gazeta Mercantil de 15 de junho de 1999, página A-6.
 (*) janeiro a maio

QUADRO 6 – IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PETRÓLEO NO PERÍODO 1982/1999.

Anos	Valor Em bilhões de US\$	Volume Em mil barril/dia	Preço médio Em US\$/barril
1982	9.566	813	32,25
1983	7.822	745	28,76
1984	6.735	657	27,99
1985	5.418	548	27,09
1986	2.786	609	12,54
1987	3.859	633	16,71
1988	3.194	646	13,50
1989	3.390	597	15,57
1990	4.360	578	20,68
1991	3.371	517	17,86
1992	3.122	536	15,93
1993	2.141	441	13,32
1994	2.337	471	13,60
1995	2.587	460	15,42
1996	3.461	509	18,56
1997	3.143	488	17,65
1998	1.966	449	11,99
1999*	1.100	405	12,81

Fonte: Instituto de Ciências e Gestão – ICEG da Universidade Santa Ursula. Apud “Brasil volta a importar petróleo do Iraque” por Livia Ferrari e all in Jornal Gazeta Mercantil de 13 de setembro de 1999, página A-8.

QUADRO 7 – ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE DIVISAS PELA UTILIZAÇÃO DO ÁLCOOL CARBURANTE NO BRASIL NO PERÍODO 1976 A 1997.

Anos	Volume de gasolina equivalente	Preços da gasolina	Índice de preços ao consumidor	Economia de divisas	Economia de divisas acumuladas	Valor das exportações de gasolina	Exportações a preços de 1994				
1970			26,1								
1971			27,2								
1972			28,1								
1973			29,9								
1974			33,2								
1975			36,2								
1976	172	15,47	38,3	44	44	-	-				
1977	639	15,10	40,8	149	193	-	-				
1978	1,506	18,50	43,9	399	592	-	-				
1979	2,232	39,08	48,8	1,123	1,715	-	-				
1980	2,606	42,03	55,3	1,242	2,957	86,822	157,001				
1981	2,274	42,26	61,2	988	3,946	382,626	625,205				
1982	3,377	38,24	64,9	1,251	5,197	353,532	544,733				
1983	4,587	33,60	67,0	1,447	6,644	408,191	609,240				
1984	5,788	30,48	69,8	1,590	8,234	406,567	582,474				
1985	7,052	30,73	72,2	1,887	10,121	910,654	1,261,293				
1986	9,244	17,20	73,7	1,357	11,478	381,811	518,061				
1987	9,360	20,14	76,4	1,552	13,030	624,355	817,218				
1988	9,871	18,97	79,5	1,481	14,511	586,175	737,327				
1989	10,587	22,72	83,3	1,816	16,328	518,565	622,527				
1990	9,490	29,91	87,9	2,032	18,360	403,363	458,888				
1991	9,950	26,56	91,5	1,818	20,177	233,703	255,413				
1992	9,829	23,78	94,3	1,560	21,737	282,375	299,443				
1993	10,267	21,57	97,1	1,435	23,171	472,809	486,930				
1994	10,677	18,68	100,0	1,254	24,425	347,972	347,972				
1995	10,203	18,68	102,8	1,254	25,679	116,853	113,670				
1996	11,545	18,68	105,8	1,254	26,933	85,943	81,231				
1997	12,131	18,68	108,2	1,254	28,187	90,587	83,721				
Soma do valor da economia de divisas a preços de 1997					30,498						
Soma do valor das exportações							7,092,303			8,602,347	
Soma do valor das exportações a preços de 1997										9,307,739	

Fonte: Elaboração Própria

Dados Brutos: Fontes: a) Balanço Energético Nacional; c) OCDE – “Economic Outlook e FMI – Estatísticas financeiras; e) Anuário Estatístico do DNC, 1995 e Anuário Estatístico da ANP, 1998.

Observações: a) Volume de gasolina equivalente = consumo de álcool (anidro + hidratado) em milhões de m³ ponderado pelos seus coeficientes de rendimento relativo em relação à gasolina. b) Preços da gasolina conforme mercado *spot* de Rotterdam em US\$/bbl; c) Índices de preços ao consumidor nos EUA. d) Economia de divisas (a preços de 1994) = volume de gasolina x preço de Rotterdam corrigido pelo índice de preços ao consumidor dos EUA; e) Receitas com exportações de gasolina em mil US\$ (FOB); f) valor das exportações de gasolina (em mil US\$ de 1994).

QUADRO 8 - IMPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PETRÓLEO – 1982/1999*

Anos	Valor US\$ bilhões	Quantidade 1000 barris/dia	Preço médio (US\$/barril)
1982	9.566	813	32,25
1983	7.822	745	28,76
1984	6.735	657	27,99
1985	5.418	548	27,09
1986	2.786	609	12,54
1987	3.859	633	16,71
1988	3.194	646	13,50
1989	3.390	597	15,57
1990	4.360	578	20,68
1991	3.371	517	17,86
1992	3.122	536	15,93
1993	2.141	441	13,32
1994	2.337	471	13,60
1995	2.587	460	15,42
1996	3.461	509	18,56
1997	3.143	488	17,65
1998	1.966	449	11,99
1999	1.100	405	12,81
			23,86**

Fonte: ICEG – Instituto de Ciências Econômicas e Gestão da Universidade Santa Úrsula

(*) janeiro a julho. (**) preço Nymex em 14.09.99.

(petróleo bruto tipo WTI para entrega em outubro).