

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Valeria Comitre
E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 15/03/99.



ORIENTADOR
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

**O CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE E
IMPACTOS NA AGRICULTURA**

VALERIA COMITRE

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho
Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi

Campinas - SP
Março de 1999

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

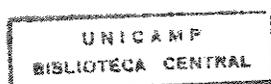
**O CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE E
IMPACTOS NA AGRICULTURA**

VALERIA COMITRE

**Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho
Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi**

Tese apresentada em cumprimento
parcial aos requisitos para obtenção do
Título de Doutor em Planejamento de
Sistemas Energéticos.

**Campinas - SP
Março de 1999**



UNIDADE BC
L. CHAMADA:
V. Ex.
TOMBO BC/ 38989
PROC. 229.199
C D
PREÇO R\$ 11,00
DATA 09/10/99
N.º CPD

CM-00126440-7

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

C735c Comitre, Valeria
O consumo de energia no setor de papel e celulose e impactos na agricultura. / Valeria Comitre.--Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientadores: Archimedes Perez Filho, Gilberto de Martino Jannuzzi.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Energia - Indústria. 2. Papel. 3. Celulose. 4. Recursos energéticos. 5. Agricultura - Aspectos sociais. 6. Produtos agrícolas. I. Perez Filho, Archimedes. II. Jannuzzi, Gilberto de Martino. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

Tese de Doutorado

**O CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR DE PAPEL E CELULOSE E
IMPACTOS NA AGRICULTURA**

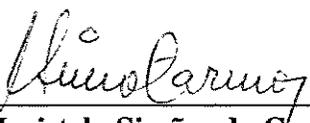
Autora: Valeria Comitre

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

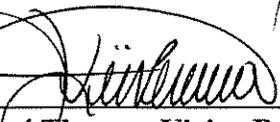
Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi



Prof. Dr. Archimedes Perez Filho – Presidente



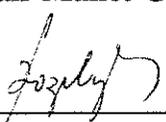
Prof^a Dr^a Maristela Simões do Carmo



Prof. Dr. José Thomas Vieira Pereira



Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra



Prof^a Dr^a Rosely Ferreira dos Santos

Campinas, 15 de março de 1999

O esforço é grande e o homem é pequeno.
Eu, Diogo Cão, navegador, deixei
Este padrão ao pé do areal moreno
E para diante naveguei.

A alma é divina e a obra é imperfeita.
Este padrão sinala ao vento e aos céus
Que, da obra ousada, é minha a parte feita:
O porfazer é só com Deus.

E ao imenso e possível oceano
Ensinam estas Quinas, que aqui vês,
Que o mar com fim será grego ou romano:
O mar sem fim é português.

E a Cruz ao alto diz que o que me há na alma
E faz a febre em mim de navegar
Só encontrará de Deus na eterna calma
O porto sempre por achar.

Padrão - Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Archimedes Perez Filho pelo apoio e confiança na orientação desse trabalho a quem expressei meu respeito e admiração.

Ao Prof. Dr. Gilberto de Martino Jannuzzi, co-orientador, pelas contribuições, em especial as relacionadas ao planejamento energético abordadas neste trabalho.

À Prof^a. Dr^a Maristela Simões do Carmo pelas discussões e sugestões na elaboração deste trabalho e por contribuir para minha formação pessoal e acadêmica.

À amiga Julieta Teresa Aier de Oliveira pelo apoio, carinho e por compartilhar as alegrias e angústias, não apenas desses últimos meses, mas, principalmente, as do cotidiano.

Aos meus amigos Sílvia de Toledo Valentini, Maria Carolina Vianna Mattiazzo e Nilson Antonio Modesto Arraes pelo incentivo e pelos momentos de descontração, fundamentais ao dia-a-dia de nossas vidas. À Carla e Jansle Vieira Rocha pela presença amiga e incentivo para a conclusão deste trabalho. À Glacir T. Fricke, grata amizade conquistada nesses anos da pós-graduação.

À Prof^a Dr^a Sonia M. P. P. Bergamasco pela amizade e estímulo à minha formação acadêmica. À Mariangela Amendola pela contribuição ao trabalho e incentivo. Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Espíndola pelas sugestões na leitura dos originais.

Aos meus familiares nas pessoas de minha avó Marina, meu pai Renildes, meus irmãos Andréa e Alexandre e de meus tios Ivana e Renato, que, apesar da distância nunca deixaram de me incentivar.

À Faculdade de Engenharia Mecânica pela oportunidade de realizar este trabalho junto ao programa de pós-graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo auxílio financeiro.

SUMÁRIO

Página

PÁGINA DE ROSTO	i
POEMA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SOCIAL	6
2.1 A DINÂMICA ATUAL DA COMPONENTE ENERGÉTICA NO DESENVOLVIMENTO	9
2.2 A (IN)SUSTENTABILIDADE DO MODELO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO	15
2.3 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO	17
2.3.1 Modelos de Análise e Projeção da Demanda de Energia	19
2.3.2 A Questão Ambiental	21
3. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR FLORESTAL	24
3.1 A IMPORTÂNCIA DO SEGMENTO DE PAPEL E CELULOSE NO SETOR FLORESTAL	26
3.2 A POLÍTICA FLORESTAL BRASILEIRA	29
3.3 A ATIVIDADE FLORESTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO	35
3.4 OS REFLORESTAMENTOS E SEUS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS	41
3.5 CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE NO ESTADO DE SÃO PAULO	47
3.6 PERSPECTIVAS DE CRESCIMENTO DA DEMANDA E AS METAS DE EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL	52

4.	MATERIAL E MÉTODO.....	54
4.1	CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA.....	55
4.1.1	Dados do Setor Industrial no Ano Base 1995.....	55
4.1.2	Dados do Setor Agrícola no Ano Base 1995.....	56
4.2	CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA.....	60
4.3	ANÁLISE E PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA E DA PRODUÇÃO DE PAPEL E CELULOSE.....	63
4.3.1	Cenários de Projeções.....	63
4.3.1.1	Cenário Tendencial.....	65
4.3.1.2	Cenário Eficiente.....	66
4.3.2	Cálculo da Projeção da Demanda de Energia.....	66
4.3.2.1	Cenário Tendencial.....	66
4.3.2.2	Cenário Eficiente.....	68
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
5.1	CENÁRIOS DE PROJEÇÕES.....	70
5.1.1	Cenário Tendencial.....	70
5.1.2	Cenário Eficiente ou Cenário Potencial Econômico.....	75
5.1.3	Discussão sobre os Cenários.....	78
5.2	PROJEÇÃO DA DEMANDA DE PAPEL E CELULOSE E CONSUMO DE ENERGIA.....	80
5.3	IMPACTOS NA AGRICULTURA.....	84
5.3.1	Projeção da Área Florestal.....	84
5.3.2	A Substituição do Óleo Combustível pela Lenha.....	90
6.	CONCLUSÕES.....	93
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
8.	ANEXO I.....	103

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Evolução do Preço Médio Anual do Petróleo Bruto no Mercado Internacional, 1972/1992	9
Figura 2. Área para Diferentes Culturas, Pastagem e Reflorestamento, Estado de São Paulo, 1980-1995	39
Figura 3. Participação das Principais Culturas na Área Cultivada e na Demanda da Força de Trabalho Agrícola. Estado de São Paulo, 1997	45
Figura 4. Sazonalidade da Demanda da Força de Trabalho Agrícola na Cultura do Eucalipto e Estado de São Paulo, 1997.....	47
Figura 5. Matriz Energética do Setor de Papel e Celulose. Estado de São Paulo, 1980-1995.	50

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Evolução do Consumo Final de Energia por Setor, Brasil, 1979, 1989 e 1997.....	11
Tabela 2. Evolução do Consumo Final Energético e Participação dos Recursos Renováveis por Fonte, Brasil, 1979, 1984 e 1994	14
Tabela 3. Produção de Papel e Celulose, segundo as Categorias, Brasil, 1994 a 1997	26
Tabela 4. Reflorestamento com Incentivos Fiscais no Brasil, 1967-1986.....	30
Tabela 5. Perfil do Reflorestamento Beneficiado por Incentivos Fiscais, Brasil, 1982.....	31
Tabela 6. Produção Física de Lenha, Carvão Vegetal e de Madeira em Toras a partir de Matas Nativas e Matas Plantadas, Brasil, 1969, 1979 e 1989	33
Tabela 7. Produção e Consumo Final de Lenha, Brasil, 1982 e 1997	34
Tabela 8. Área com Cobertura Florestal Remanescente e sua Porcentagem sobre a Superfície do Estado de São Paulo, 1500-1990.	36
Tabela 9. Área Cultivada e Demanda da Força de Trabalho Agrícola, segundo as Principais Culturas. 1995.....	44
Tabela 10.Área Total Acumulada com Reflorestamento, Setor de Papel e Celulose. Estado de São Paulo, 1980-1995	46
Tabela 11. Mão-de-Obra Empregada na Atividade Florestal, Setor de Papel e Celulose, Estado de São Paulo, 1988-1995.	46
Tabela 12. Intensidade Energética na Indústria de Papel e Celulose, Estado de São Paulo e Brasil, 1985-1995.....	52
Tabela 13. Produção de Papel e Celulose, segundo as Categorias, Estado de São Paulo, 1995	55

Tabela 14. Distribuição da Cobertura Florestal por Bacia Hidrográfica, Estado de São Paulo, 1995	57
Tabela 15. Idade dos Reflorestamentos com Eucalipto. Estado de São Paulo. 1993	58
Tabela 16. Consumo de Energia da Indústria de Papel e Celulose e Participação Percentual, Estado de São Paulo, 1995.....	60
Tabela 17. Consumo de Energia por Setor Industrial e Participação Percentual, Estado de São Paulo, 1995	61
Tabela 18. Distribuição do Consumo de Energia por Usos Finais na Indústria de Papel e Celulose. Estado de São Paulo. 1988.....	62
Tabela 19. Consumo Real e Calculado de Lenha e Óleo Combustível por Uso Final no Setor de Papel e Celulose, Estado de São Paulo. 1995 e 2005.....	73
Tabela 20. Custos Anuais, Emissões de CO ₂ e Custos de Energia para a Lenha e Óleo Combustível na Indústria de Papel e Celulose. 1995.....	76
Tabela 21. Consumo Aparente de Papel por Categoria. Brasil. 1995, 2000 e 2005.....	81
Tabela 22. Acréscimos Necessários na Produção de Papel. Brasil 1996/2005.....	81
Tabela 23. Acréscimos Necessários na Produção de Fibra. Brasil. 1996/2005.....	82
Tabela 24. Investimentos Necessários na Indústria de Papel e de Celulose e Participação Percentual. Brasil.1996/2005	83
Tabela 25. Acréscimos Necessários na Produção de Papel e de Fibras. São Paulo 1996/2005	83
Tabela 26. Área Cultivada com as Principais Culturas e Demanda da Força de Trabalho Agrícola Efetiva e Deslocada. Estado de São Paulo. 1995 e 2005	88
Tabela 27. Área Deslocada com as Principais Culturas e Demanda da Força de Trabalho Deslocada. Estado de São Paulo. 2005.....	92

Tabela 28. Projeção de Consumo do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 2005	103
Tabela 29. Consumo de Energia do Setor de Papel e Celulose. São Paulo. 2005.	103
Tabela 30. Projeção de Consumo de Lenha do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 2005.	103
Tabela 31. Projeção de Consumo de Lenha por Uso Final do Setor de Papel e Celulose. 2005.	104
Tabela 32. Projeção de Consumo Total de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 1995 e 2005.	104
Tabela 33. Projeção de Consumo por Uso Final de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 1995 e 2005.	104
Tabela 34. Projeção de Consumo Total de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose. 1995 e 2005.	105
Tabela 35. Projeção de Consumo por Uso Final (85,58%) de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose. 1995 e 2005.	105

RESUMO

COMITRE, Valeria. O Consumo de Energia no Setor de Papel e Celulose e Impactos na Agricultura. Campinas: FEM, UNICAMP, 1999. Tese de Doutorado. 105p.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo de energia do setor de papel e celulose do Estado de São Paulo frente à expectativa de demanda da indústria para o ano 2005, bem como a substituição do óleo combustível pela lenha no processo de produção industrial e, os impactos dela decorrentes sobre a agricultura e o setor florestal, do ponto de vista econômico, social e ambiental. O suporte metodológico baseou-se no instrumental do planejamento energético e na construção de cenários para um horizonte temporal de dez anos, compreendendo o período 1995-2005. Os resultados das projeções do consumo de energia para o setor em 2005 e a análise do potencial econômico da substituição entre os energéticos, mostraram que o modelo utilizado representa um instrumental importante e consistente para análises prospectivas. Para a indústria, os consumos de energia projetados responderam satisfatoriamente às expectativas de aumento da produção de papel e celulose para suprir a demanda interna e das exportações. A análise econômica demonstrou os benefícios de se promover a substituição do óleo combustível pela lenha dos próprios reflorestamentos do setor devido à economia de custos. A substituição mostrou-se ainda, ser uma medida de conservação dos recursos naturais, mediante a economia de energia primária, fonte estratégica dentro do atual modelo de desenvolvimento sócio-econômico. Os impactos no setor agrícola decorrentes da ampliação das áreas reflorestadas, necessárias à expansão do setor, levam à intensificação do deslocamento de determinadas culturas. Em relação à ocupação da força de trabalho tem-se uma redução, embora pequena, da demanda pela mão-de-obra agrícola, ou seja, de restrição da oferta de emprego.

Palavras-chave: energia, planejamento energético, cenários, papel e celulose, impactos na agricultura.

ABSTRACT

COMITRE, Valeria. Energy Consumption within the Paper and Pulp Sectors and its Impacts on the Agriculture. Campinas: FEM, UNICAMP, 1999. PhD Thesis. 105p.

The main goal of this study is to evaluate the energy consumption within the paper and pulp sectors in São Paulo State. Were considered in this study the industry's expected demands towards the year 2005, the replacement of oil by timber in the industrial production process, and its impact on agriculture and forestry sectors under the economical, social and environmental points of view. The methodology was based on instrumentals for energetic planing and scenarios for the period of 1995-2005. The results for the energy consumption projected for the year 2005, and the economic potential analysis of the replacement among the energetic materials, show that the used model represents an important and consistent tool for prospective analysis. For the industries the energy consumption had satisfactory answers to the paper and pulp production growth, expected to satisfy internal as well as external demands. The economical analysis shows the benefit in promoting substitution of oil by timber produced within the sector, due to the economy in costs. This replacement has shown to be a good measure for natural resources conservation, once it promotes economy of primary energy, a strategic resource in the present social-economic development model. The impacts on the agricultural sector resulted from the increase in forested areas, necessary to the sector's expansion, lead to the increase in changes of areas previously occupied by some crops. Considering the use of working force, there is a slight reduction on the demand for agricultural labour, i.e., a restriction on job offers.

Key words: energy, energetic planing, scenarios, paper and pulp, impacts on agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A expansão, e mesmo a manutenção dos níveis atuais de consumo das sociedades dos países desenvolvidos, bem como daqueles em outros estágios de desenvolvimento, constitui hoje em um grande desafio, a ser enfrentado de maneira global.

Em que pesem os resultados positivos, o modelo de desenvolvimento energético-intensivo, adotado a partir do final do século passado, vem resultando, especialmente no II pós-guerra, em impactos extremamente negativos do ponto de vista econômico, social e ambiental, como é o caso das chuvas ácidas, dos vários desastres ecológicos, da emissão de gás carbônico (CO₂), do efeito estufa, da desertificação de áreas férteis e da escassez relativa dos estoques de energia não renováveis, dentre outros.

A despeito da exploração de novos poços petrolíferos, do aumento da eficiência energética das máquinas e equipamentos e das mudanças da estrutura produtiva, que possibilitaram a manutenção de elevados níveis de consumo energético nos países desenvolvidos, além daquele dos demais países, a partir da crise pós 1973 surge um relativo consenso sobre a necessidade de se diminuir a pressão, cada vez maior, na base dos recursos naturais do planeta.

Nesse sentido, o desenvolvimento de pesquisas sobre o emprego de fontes energéticas alternativas oriundas de recursos naturais renováveis pode antecipar-se nas soluções, pelo menos a médio prazo, quanto às questões relacionadas à substituição das fontes tradicionalmente empregadas. A avaliação das necessidades, potencialidades e impactos desta

substituição são também fundamentais para subsidiar o planejamento de políticas voltadas ao desenvolvimento com bases sustentáveis.

No Brasil os recursos naturais renováveis, principalmente a biomassa de origem florestal, vêm sendo explorados inadequadamente desde a época da colonização, para a produção de diversos bens, inclusive de energia. Considerada, a partir do século XIX, como fonte energética ultrapassada, subdesenvolvida e sem perspectivas, frente àquelas baseadas nos combustíveis fósseis (carvão mineral e petróleo), seu emprego reduziu-se progressivamente variando à mesma proporção da escassez provocada pela intensa exploração da qual foi objeto (HÉMERY et alii, 1993). Ademais, a adoção do modelo preconizado pelos países desenvolvidos e pelo capital financeiro e industrial, em poder das classes dominantes no país, dificultou os planos de desenvolvimento baseados em recursos energéticos alternativos.

No entanto, contrariando o modelo internacionalmente em voga, e utilizando a crise de 1973 como pano de fundo, além de contar com o apoio de grandes produtores do setor sucroalcooleiro e da indústria de equipamentos, o governo brasileiro implantou, em 1974, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), com o objetivo de substituir a gasolina pelo álcool carburante em veículos automotores.

Embora este programa tenha se mostrado factível ao longo de mais de vinte anos, o caráter restritivo de sua utilização não promoveu a implantação de uma estratégia mais global para o sistema energético como um todo, ressaltando-se, é claro, além do álcool, o aumento expressivo do uso do bagaço de cana, outrora um resíduo indesejável do processo de transformação, como fonte de energia especialmente na indústria de alimentos. Além disso, os

impactos sociais foram expressivos quanto ao deslocamento de áreas de produtos alimentares voltados ao mercado interno, e a alteração do nível de emprego (VEIGA FILHO, GATTI & MELLO, 1980 e 1984).

É importante salientar que o potencial da exploração da biomassa representa, ainda hoje, uma alternativa a outros recursos finitos ou passíveis de escassez, como aqueles derivados do petróleo, e que pode ser visto como uma estratégia de desenvolvimento, uma vez que permite sustentar a expansão das atividades humanas.

Sob tal enfoque, este trabalho analisa o consumo de energia pelo setor de papel e celulose do Estado de São Paulo frente à expectativa de demanda da indústria para o ano de 2005. Além disso, propõe-se a discutir, no processo de produção industrial, a substituição do óleo combustível pela lenha oriunda de florestas plantadas, avaliando os impactos desta substituição na agricultura e no setor florestal paulista, do ponto de vista econômico, social e ambiental. Busca-se, assim, contribuir para a discussão do desenvolvimento rural na direção da sustentabilidade, bem como para alternativas ao setor enquanto opções importantes ao processo de crescimento econômico.

Acrescentem-se a isso as possibilidades de se produzir energia a partir de um recurso renovável, diminuindo a dependência do País em relação aos energéticos importados, bem como subsidiar a tomada de decisões no redirecionamento das políticas tecnológicas para o planejamento energético, empresarial e socioambiental de um importante segmento do setor florestal.

O suporte metodológico desta análise está no instrumental do planejamento energético e na construção de cenários para um horizonte temporal de dez anos, compreendendo o período 1995-2005.

Foram necessárias algumas delimitações para circunscrever o objeto dessa pesquisa no sentido de avaliar os impactos esperados no ambiente, na composição da produção e no nível de emprego.

* A análise da substituição do óleo combustível pela lenha foi limitada à indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo, cuja matéria-prima básica é a madeira oriunda de reflorestamentos. Os resíduos florestais e as toras com diâmetros inferiores à 6 cm, portanto aquém do padrão para a produção de papel, são destinados à queima, como fonte de energia no processo industrial em quantidade expressiva: 20,09% do total consumido, em média, no período 1980-1995 (BEESP, 1998).

* Foram empregados na análise os dados de área e produção dos reflorestamentos realizados pelas indústrias de papel e celulose, que representam, em média, 30% do total de reflorestamentos do Estado, e pelo fato de essas empresas trabalharem com auto-abastecimento em torno de 70-75%, adquirindo o restante da matéria-prima de terceiros já integrados à indústria (TOLEDO, 1994).

* As previsões e estimativas foram consideradas para um horizonte temporal de dez anos (1995-2005), uma vez que, para prazos maiores as projeções poderão estar mais sujeitas a modificações incorporadas por novos conhecimentos, tecnologias e processos.

A tese está estruturada em seis capítulos. Após o capítulo introdutório, procura se contextualizar a discussão entre meio ambiente e desenvolvimento econômico, delineado pelo debate sobre recursos naturais e escassez, que constitui tema bastante atual.

O terceiro capítulo é dedicado ao histórico da implantação da base florestal, com a política de incentivos fiscais e financiamentos à indústria de papel e celulose. No capítulo quarto apresentam-se a metodologia e os dados que serviram de base para a construção dos cenários, cujos resultados estão discutidos no quinto capítulo. Finalmente, as conclusões são apresentadas no sexto capítulo.

2. ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

As obras de autores clássicos, como Malthus e Ricardo, apresentam uma visão de mundo em que predominavam as atividades agrícolas e extrativistas e onde o crescimento econômico era por elas limitado. A partir da segunda metade do século XIX, com a revolução industrial, os avanços alcançados, via progresso técnico, contribuíram para a elaboração de teorias onde os recursos naturais foram relegados a um segundo plano, isto é, os limites ao crescimento econômico, determinados pelos recursos naturais, foram flexibilizados pelo progresso técnico (BACHA, 1994).

A partir dos clássicos, a teoria marxista considera que os recursos naturais não têm valor de troca, uma vez que não há dispêndio de trabalho humano para gerá-los (SEKIGUCHI & PIRES, 1995). A terra, no entanto, pelo fato de ser propriedade privada, apropriada por um número restrito de pessoas e apresentar diferenças em termos de fertilidade e localização, tem a “qualidade” de gerar renda aos seus donos (MARX, 1968).

Os autores neoclássicos, por sua vez, admitem a degradação dos recursos naturais como uma externalidade negativa ao sistema, onde os preços e o progresso técnico são suficientes para adequar a oferta, seja mediante a substituição do recurso, como da inovação tecnológica. A terra, então é vista, genericamente, como “um fator de produção”, ao sabor do mercado e da evolução da tecnologia (AMAZONAS, 1994).

Atualmente, de um modo geral, duas correntes, a dos economistas neoclássicos e aqueles que defendem as propostas de ecodesenvolvimento (SACHS, 1986), vêm se

destacando na abordagem dos recursos naturais dentro das formulações econômicas. Os autores neoclássicos colocam o mau uso dos recursos naturais e do meio ambiente a uma incapacidade do mercado em fixar um preço para esses bens, que muitas vezes são públicos. A solução estaria em se tributar, subsidiar e regulamentar a venda de licenças para poluir, incorporando, via preços de mercado, as externalidades no processo de produção (princípio poluidor-pagador).

Para os autores da escola ecodesenvolvimentista as causas da degradação dos recursos naturais e do meio ambiente estão no modelo de desenvolvimento, dentro da concepção Cepalina da teoria da dependência, necessitando, portanto, de uma conscientização global acerca do planejamento participativo, em que a política ambiental esteja atrelada às demais políticas de desenvolvimento dos países (SEKIGUCHI & PIRES, 1995).

Neste sentido, a energia, enquanto recurso natural, tem perpassado pelas mesmas questões abordadas pelos autores nesses dois últimos séculos. Segundo HÉMERY *et alii* (1993): “desde a formação do pensamento científico, e, em particular, desde a introdução da noção de energia pelo físico inglês Young, no início do século XIX, e o advento da termodinâmica, uma imagem se impôs, aos poucos: energia é uma pura realidade física controlável por processos técnicos, segundo uma lógica puramente econômica. O estudo cada vez mais especializado destes processos e desta lógica - máquinas, capitais, organizações do trabalho, redes de troca - formou a base da reflexão sobre a energia. Esta foi pensada como um dado bruto, implicitamente considerada neutra, ilimitada, inesgotável como a água ou o oxigênio, desprovida de qualquer influência particular sobre a evolução social (à qual, pelo

contrário, é subordinada), dominável à vontade. Para as ciências humanas, a energia não existe como objeto específico de conhecimento”.

A problemática inicial de Marx esboçava as premissas de uma reflexão sistemática sobre as relações do Homem com a Natureza, em cujo centro estava a energia. Esta abordagem, no entanto, não foi desenvolvida pelo autor, como o foram as análises do capital e do trabalho, das quais a energia permaneceu como insumo dos processos produtivos (HÉMERY *et alii*, 1993).

Nesta abordagem a relação sociedade/natureza passa a ser considerada dentro de uma teoria puramente econômica, com categorias como lucro ou renda fundiária, ou seja, na visão marxista, e também neoclássica, os problemas energéticos nada mais são do que problemas de produção e de trocas.

A despeito desta reflexão ter permanecido inexplorada, tanto por Marx quanto pelos seus seguidores e outros economistas, é importante a contribuição de seus estudos para se pensar o consumo energético das diferentes formações econômico-sociais, e também dentro da dinâmica de classes sociais.

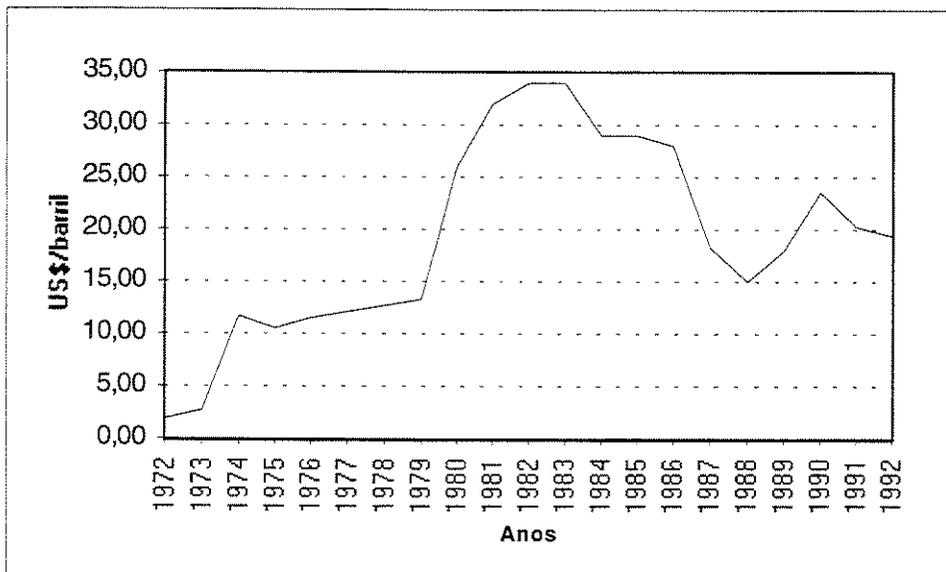
Por outro lado, em outras áreas do conhecimento humano, como a ecologia, o conceito de energia tem sido objeto de análise e desenvolvimento de teorias. Entre os ecologistas, destaca-se o trabalho de ODUM (1981), que concebeu os mecanismos sociais como fluxos energéticos. Ele buscava a comparação entre diversas tecnologias, do ponto de vista de seus custos energéticos, ou seja, da redução de cada um de seus elementos a uma unidade energética comum. Esta visão, no entanto, tende a reduzir a sociedade a indicadores calóricos,

o que, sem dúvida, impede uma visão crítica da mesma e das forças vivas que nela atuam. A análise energética, sob este enfoque, acaba restringindo-se tão somente à gestão mais racional dos fluxos de energia e negligencia a abordagem sócio-econômica da análise.

2.1 A Dinâmica Atual da Componente Energética no Desenvolvimento

O colapso do mercado de petróleo, previsto no relatório do "Clube de Roma" (MEADOWS *et alii*, 1974), e mesmo depois dos dois aumentos nos preços do petróleo (1973 e 1979), não se concretizou até o presente, pelo menos da forma como foi preconizada.

De fato, o petróleo ainda é a base da matriz energética em que se apoia o desenvolvimento da maioria dos países. Seu preço no mercado internacional, após o pico em 1982-83, esteve em baixa, sobretudo no final dos anos 80 (Figura 1).



Fonte: Banco Mundial; Arabian Light até 1986; Brent depois de 1987 *apud* LESOURD & FABERON, 1994.

Figura 1. Evolução do Preço Médio Anual do Petróleo Bruto no Mercado Internacional, 1972/1992.

Um dos fatores responsáveis pelo chamado contrachoque do petróleo no mercado internacional foi o início da exploração de novos campos, fora do Oriente Médio, pelas companhias petrolíferas, que buscavam a realocação de suas atividades em áreas consideradas seguras, como o Mar do Norte, Canadá e Estados Unidos. Além disso, buscavam uma série de estratégias sobre o conjunto do setor energético, que lhes garantiriam não só o domínio da cadeia do petróleo, como também de outras fontes de energia.

No Brasil a produção de petróleo aumentou de $9.331 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, em 1977, para $48.832 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, em 1997, de acordo com BEN (1993 e 1998), o que significa um aumento de 423,33% em vinte anos.

Os dados sobre a evolução do consumo final de energia por setor (Tabela 1) mostram a expansão da economia brasileira, ocorrida em função das transformações produtivas, provocadas pela política econômica pós-73, enfatizada na substituição de importações de energéticos associada à promoção das exportações de um modo geral. Essa política foi viabilizada a partir de financiamentos de projetos destinados fundamentalmente ao setor industrial, produtor de bens intermediários (minerais não metálicos, metalurgia, papel e celulose e química), intensivos em energia.

Tabela 1. Evolução do Consumo Final de Energia por Setor, Brasil, 1979, 1989 e 1997.

Setor	1979		1989		1997	
	10 ³ tEP	%	10 ³ tEP	%	10 ³ tEP	%
Não Energético	6.074	4,89	9.514	5,53	11.985	5,40
Energético	6.603	5,31	13.641	7,94	17.258	7,78
Residencial	24.983	20,11	27.167	15,81	34.044	15,35
Comercial	4.213	3,39	7.286	4,24	11.795	5,32
Público	2.953	2,38	5.169	3,01	7.940	3,58
Agropecuário	5.798	4,67	7.690	4,48	9.493	4,28
Transportes	26.269	21,14	32.109	18,69	46.440	20,94
Industrial	47.355	38,11	69.256	40,30	82.823	37,35
Total	124.248	100,00	171.832	100,00	221.778	100,00

Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 1995 e 1998.

Neste ponto, o País adotou um modelo de desenvolvimento tecnológico divergente dos países do primeiro mundo, que já buscavam soluções poupadoras de energia (FURTADO, 1995).

Torres *apud* MARTINE (1993), observa que a instalação das indústrias de bens intermediários no País deveu-se às chamadas vantagens locacionais ambientais: abundância de recursos naturais (terra, água, reservas minerais e níveis de insolação), energia elétrica barata e falta de estrutura para assegurar um controle ambiental severo sobre as indústrias poluentes, além da desorganização da sociedade civil.

Os impactos mais visíveis da sociedade industrial sobre o meio ambiente são, além da poluição do ar (emissões de óxidos de enxofre, efeito estufa e emissões de óxidos de azoto), a poluição da água (material em suspensão e despejos tóxicos) e o lixo industrial. Segundo MAIMON (1995) "os impactos da indústria sobre o meio ambiente são desiguais entre os diferentes ramos de atividades, uma vez que a poluição é condicionada pela matéria-prima e pela energia utilizada no processo de produção e, ainda, pela intensidade de incorporação de tecnologias limpas".

A despeito do aumento da demanda energética, FURTADO (1995) observou também que as importações de petróleo no período 79-85 foram reduzidas como resultado de um processo de substituição interenergético, e ainda pelo aumento da oferta interna de petróleo.

Ademais, a economia de energia obtida na otimização dos processos produtivos em geral, via inovação de tecnologias, possibilitou uma melhoria do rendimento ou eficiência energética (entendida como o consumo de energia por unidade de produto), possibilitando a manutenção dos sistemas produtivos sem que se alterasse profundamente a matriz energética. Segundo BARROS (1993), “na área energética reafirmou-se o antigo”, ou seja, aqueles de origem fóssil continuam como os principais produtos da base energética do país.

A incorporação e difusão de tecnologias baseadas no petróleo atingiram setores até então dominados pelos conversores biológicos, como a agricultura, sendo que nos anos 70 o processo de modernização, iniciado uma década antes, alterou profundamente a estrutura produtiva do setor agrícola. Estas transformações aumentaram o consumo energético de derivados do petróleo na agricultura, de $1.081 \cdot 10^3$ tEP¹, em 1974, para $4.575 \cdot 10^3$ tEP, em 1997, (BEN, 1998).

Durante o período 1970-79 a produção de petróleo no País estabilizou-se em torno de 8,2 milhões de toneladas por ano, e o consumo passou de 25,5 para 58,3 milhões de toneladas, alcançando a marca de um terço do montante das importações e, ao mesmo tempo, chamando a atenção para os graves riscos de dependência do País em relação aos fornecedores externos.

Tornava-se fundamental a pesquisa por fontes alternativas de energia, ainda mais que, segundo HÉMERY *et alii* (1993), o Brasil havia adquirido experiência na produção de combustíveis oriundos da biomassa, em especial o álcool, a partir da década de 20, capaz de substituir os derivados de petróleo. Além disso, por ser tradicionalmente um dos maiores produtores de óleos vegetais, e contar ainda com uma grande extensão territorial que favorecia

¹ tEP - tonelada equivalente de petróleo.

o plantio de florestas homogêneas, dispunha de condições para desenvolver projetos voltados a uma nova política energética que tivesse como base os recursos renováveis.

Em 1974 o governo brasileiro implantou, na Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) do Ministério da Indústria e Comércio, o Programa de Alternativas Energéticas de Origem Vegetal, cujo objetivo, a curto prazo, foi a produção de combustíveis líquidos para substituírem os derivados de petróleo. Embora a proposta inicial previsse uma modificação profunda do sistema energético e do modelo de desenvolvimento do País, a proposição que acabou por prevalecer foi a da substituição da gasolina pelo álcool nos veículos automotores de passageiros e de carga. Além disso, os impactos sócio-ambientais provocados pelo programa agravaram, ainda mais, as diferenças já existentes, em especial na zona rural.

Ressalte-se que o aumento da oferta de energéticos, no Brasil, apoiada nos recursos renováveis, como a cana-de-açúcar e a água, foi propiciado pela possibilidade de exploração dos recursos naturais distribuídos em seu vasto território. É o caso da opção pelos recursos hídricos com tecnologia escandinava, que no período 79-97 aumentou de 126.774 para $279.064 * 10^3$ MWh, isto é, mais do que dobrou para atender a uma demanda também em expansão (BEN, 1998).

Embora as fontes energéticas renováveis tenham tido aumentos no consumo de alguns setores, em números absolutos, a composição entre elas apresentou oscilações no período compreendido entre 1979 (época do segundo aumento dos preços do petróleo no mercado internacional) e 1994, conforme demonstrado na Tabela 2.

Observa-se que a participação da lenha, em relação ao total do consumo final de energia primária renovável, que era de 33,75% em 1979, cai para 23,85% em 1984, e ainda mais (12,08%) em 1994. O carvão vegetal subiu de 5,53% para 6,64%, tornando a cair para 4,59%, no mesmo período. O bagaço de cana, embora bastante utilizado pela indústria no cômputo global, apresentou um crescimento inicial (de 9,45% em 79 para 12,16% em 1984),

mas perdeu intensidade, com um pequeno acréscimo na participação (12,78%) em 1994. Já o álcool, com 1,79% de participação, apresentou um crescimento de 3,84% em 84 e de 5,60% na década de 90, o mesmo ocorrendo com a eletricidade, com as seguintes participações: 49,48%, 53,49% e 64,95%, nos três anos analisados.

Tabela 2. Evolução do Consumo Final Energético e Participação dos Recursos Renováveis por Fonte, Brasil, 1979, 1984 e 1994.

Fonte	1979		1984		1994	
	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%	10 ³ tep	%
Lenha	21.958	33,75	20.684	23,85	13.513	12,08
Carvão Vegetal	3.601	5,53	5.758	6,64	5.136	4,59
Bagaço Cana	6.150	9,45	10.548	12,16	14.295	12,78
Álcool	1.162	1,79	3.352	3,86	6.259	5,60
Eletricidade	32.192	49,48	46.400	53,49	72.648	64,95
Total	65.063	100,00	86.742	100,00	111.851	100,00

Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 1995.

Dados da evolução do consumo final energético de 1989 e 1997, apresentados no Balanço Energético Nacional em 1998, indicam que houve um decréscimo da lenha de 29,09%, em relação ao total, para 16,66%. Os produtos da cana-de-açúcar aumentaram suas participações de 16,06%, em 1989, para 19,44%, em 1997 e as energias hidráulica e outras primárias evoluíram, respectivamente, de 53,08% para 61,54, e 1,77% para 2,36%, considerando os anos acima (BEN, 1998).

É importante observar que os aumentos expressivos no consumo da eletricidade e dos produtos da cana-de-açúcar foram alcançados por estarem atrelados aos programas financiados pelo governo, como o Proálcool e a construção de usinas hidrelétricas. Já a lenha e o carvão vegetal, a despeito dos programas de florestas energéticas propostos pelo II PND em 1974, não tiveram o mesmo desempenho. Acrescente-se a isso que a diminuição no consumo de lenha

está associado ao desaparecimento das florestas nativas, sem a reposição, na mesma intensidade, por florestas homogêneas.

2.2 A (In)Sustentabilidade do Modelo Atual de Desenvolvimento

Embora a crise energética, iniciada em 1973, tenha suscitado uma reorientação do uso e produção de energia nas sociedades industrializadas, as reflexões sobre os problemas daí advindos não se deram no sentido da busca de soluções em escala mais ampla. Ainda no presente, as questões restringem-se a um enfoque puramente econômico, baseado nos modelos tradicionais de análise, admitindo-se que a energia, como qualquer outro bem escasso, está sujeita às leis do mercado de oferta e procura. Generalizando ao máximo, algumas análises apontam a crise do petróleo como responsável pela depressão econômica internacional dos anos 80, bem como pelo esboço de retomada de crescimento, depois do chamado contrachoque do petróleo, da economia mundial dos anos 90 (HÉMERY *et alii*, 1993).

Sob este prisma, a crise energética adquire importância fundamental, de efeito restritivo no reequilíbrio das balanças comerciais regidas pela elevação do custo de importação de energia *versus* o consumo interno. Como resultado observaram-se esforços realizados no sentido de gerir a demanda, não apenas do petróleo, mas também de outras fontes energéticas (carvão mineral, gás natural etc.), que estão sendo concretizados mediante ações de gestão das reservas destes recursos, da otimização na produção e outras estratégias, como as regulamentações governamentais para o controle do consumo de energia.

Muito embora o preço do petróleo tenha decrescido desde 1981, a possibilidade de uma nova crise energética permanece latente, por tratar-se de uma questão muito mais profunda e complexa, que se confunde com o próprio modelo energético da economia mundial, adotado a partir do final do século passado, e que está intimamente ligado aos movimentos de produção e de trocas, ao desenvolvimento de novas tecnologias e, sobretudo, às decisões políticas globais e locais.

Os efeitos deste modelo energético-intensivo manifestam-se, em especial, nos processos de modernização da agricultura, no crescimento das cidades, na expansão dos parques industriais e na adoção de um sistema de transportes baseado em veículos que empregam combustíveis de origem fóssil. As conseqüências mais comuns são a contaminação humana e dos alimentos por agrotóxicos, a desertificação de áreas férteis, a emissão de CO₂, o efeito estufa, os desmatamentos e os desastres ecológicos, de um modo geral. Além disso, acarreta a exploração inadequada das bases de recursos naturais e a diminuição dos estoques de reservas de energia não renováveis, comprometendo, já no médio prazo, o modelo produtivista fordista do pós-guerra, de produção muito além da demanda (LPIETZ, 1991).

A compreensão da questão energética atual deve, portanto, ser vista como um problema global, ou seja, tanto das sociedades altamente industrializadas quanto daquelas em menor grau de industrialização.

Assim, espera-se que as ações futuras conduzam os diversos segmentos das sociedades na direção de um novo comportamento, cujo objetivo seja o de melhorar o gerenciamento do consumo de energia por intermédio da integração dos diversos agentes econômicos, associando a

noção de gestão de energia ao *modus vivendi* de toda a sociedade, que deve buscar a sustentabilidade em seu sentido mais amplo.

Portanto, é fundamental que as análises e alternativas para a questão energética sejam desenvolvidas continuamente como um instrumental básico, para que a economia dos países e sua autonomia estejam capacitadas para enfrentar possíveis crises futuras. O desenvolvimento sustentável, hoje, parte integrante dos discursos oficiais no Brasil e no exterior, carece, para a sua efetivação, de pesquisas, que, além do aumento da eficiência no uso energético, forneçam fontes alternativas ao consumo de origem fóssil.

2.3 Planejamento Energético

Define-se planejamento como um processo contínuo que envolve decisões, ou escolhas, sobre formas alternativas de uso dos recursos disponíveis, com o objetivo de alcançar metas particulares em algum momento futuro (CONYERS & HILLS, 1984).

As finalidades básicas do planejamento podem ser divididas em três esferas: na operacional, em que se visa promover uma adequada alocação dos recursos; na estratégica, produzir a ação no presente, tendo em vista um cenário futuro realizável, e na política, para se estabelecerem propósitos coletivos frente às liberdades individuais.

As ações humanas utilizam-se de inúmeras formas de recursos, sejam elas de origem política, social ou físicas (naturais ou antrópicas), e, considerando que suas disponibilidades são limitadas, uma das finalidades do planejamento é adequar o emprego desses recursos às ações a serem empreendidas, promovendo a otimização de seus usos ou não usos.

Considerando-se ainda que as ações se propagam no tempo, outra finalidade do planejamento refere-se à escolha de determinadas ações que contemplem a perspectiva de um cenário futuro possível, ou seja, promover um ajuste entre o movimento inercial da história e o cenário futuro desejado.

Além disso, deve se considerar que o universo de possibilidades da ação humana individual é ilimitado, mas essa ação realiza-se dentro de um contexto de organização social, o que lhe atribui propósito; portanto, o planejamento também se expressa como ajuste entre liberdade individual e propósito coletivo.

O planejamento, como enfatizou SZMRECSÁNYI (1979), é utilizado por ser um instrumento cujo objetivo é criar as estratégias de desenvolvimento sócio-econômico e a racionalização dos processos de tomada de decisões. Nas palavras do autor, “o planejamento sócio-econômico pode não ser o melhor modo de alterar a situação vigente em certos países e regiões, mas saber planejar é uma condição essencial para a implantação de novas estruturas econômicas e sociais”.

O processo de planejamento compreende vários estágios interdependentes, que, esquematicamente, podem ser assim referidos:

- a) diagnóstico da evolução do complexo sócio-econômico (sistema, setor ou região) que se pretende modificar ou consolidar, por intermédio do planejamento;
- b) formulação de uma política de desenvolvimento para o complexo;
- c) elaboração do plano propriamente dito;
- d) execução do plano;

e) avaliação periódica dos resultados obtidos e;

f) progressiva reformulação do diagnóstico, da política de desenvolvimento, dos objetivos e dos instrumentais do plano.

O primeiro estágio do processo de planejamento é o mais importante, e dele dependem os demais, devendo, portanto, ser o mais eficiente possível. Para que isto ocorra é necessária a utilização de um grande número de informações obtidas em pesquisas, levantamentos e entrevistas, o que não implica necessariamente investigações diretas, ou seja, levantamentos primários, recorrendo-se a estes somente quando da inexistência total ou parcial dos dados. Os resultados das pesquisas e levantamentos propiciam a base para projetar as tendências históricas, isto é, que resultem em prognósticos a respeito da evolução futura destas tendências.

Nesse sentido o planejamento energético, de modo geral, reveste-se de finalidade de natureza estratégica, pois busca orientar a ação tendo em vista um cenário futuro que sustente uma possível expansão das atividades humanas.

2.3.1 Modelos de Análise e Projeção da Demanda de Energia

Existem diversos modelos de análise e projeção de demanda de energia. Segundo JANNUZZI & SWISHER (1997), os mais empregados pelas agências de planejamento de energia são os econométricos e os técnicos-econômicos, também denominados por usos-finais.

Os modelos econométricos foram aplicados em projeções da demanda de energia até meados da década de 70. No entanto, mostraram-se incapazes de captar mudanças

significativas no quadro evolutivo do consumo, principalmente no que se refere aos serviços de energia (iluminação, refrigeração e transporte, dentre outros).

Esses modelos, basicamente, utilizavam, para suas projeções, dados sobre o preço de energia e renda, relacionando-os à demanda de energia, vista como uma mercadoria e, portanto, representando muito mais uma importante ferramenta para auxiliar a política de preços no mercado.

Além do mais, os modelos econométricos, ao estimarem as elasticidades de energia a partir de dados do passado, não incorporam outras variáveis tais como mudanças na estrutura tecnológica da demanda de energia, no comportamento do consumidor, bem como programas de economia de energia.

Os modelos de usos-finais, por sua vez, desagregam o consumo de energia pelos seus serviços (força motriz, cocção de alimentos, etc), contemplando, assim, tanto o lado da oferta quanto as possíveis alternativas de tecnologias para a realização desses serviços em seus usos-finais, que podem ser avaliados empregando-se a técnica de cenarização, do ponto de vista de seus desempenhos e custos.

As equações usadas para projetar a demanda de energia por usos-finais apresentam formulações analíticas simples e são passíveis de alterações conforme a disponibilidade dos dados e o resultado que se busca para o planejamento dos serviços de energia.

No modelo de projeção de usos-finais a demanda de energia resulta da combinação de dois fatores: o primeiro é denominado nível da atividade (que representa o serviço de energia) e o segundo intensidade de energia (o uso de energia por unidade de serviço). A demanda total

de energia é representada pela somatória dos produtos dos fatores sobre todos os serviços requeridos.

2.3.2 A Questão Ambiental

A Conferência da Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972 na cidade de Estocolmo, foi um marco na questão ambiental, em termos globais, ao propiciar a discussão das relações internacionais entre os países. A partir delas outras iniciativas foram surgindo, sendo das mais importantes a proposta de “uma agenda global para mudança”, que a Assembléia Geral das Nações Unidas solicitou à Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esta Comissão, presidida pela então primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, produziu um documento conhecido como Relatório Brundtland, divulgado em 1987, cujo postulado “satisfazer as necessidades da geração de hoje sem comprometer as necessidades das gerações futuras” colocava em cheque o modelo de desenvolvimento econômico vigente e introduzia ao debate questões sobre poluição ambiental, recursos renováveis e desenvolvimento sustentável (CNMAD, 1988).

Este documento apresenta um capítulo sobre energia, enfocando “opções para o meio ambiente e o desenvolvimento” (pág. 186), ressaltando a necessidade de se disporem de fontes energéticas para o futuro, de forma segura e em quantidades suficientes (portanto crescentes) para atenderem as necessidades humanas.

O desperdício de energia é grande devido ao planejamento inadequado e às perdas provenientes na transmissão e operação de equipamentos de conversão do energético nos serviços necessários. Por outro lado, ainda persiste o dilema do uso dos recursos fósseis, cujas reservas conhecidas podem se esgotar em horizonte de poucos anos, dependendo da velocidade do seu consumo. Como conclusão para a questão energética, o relatório menciona que “a energia não é um produto único, mas uma combinação de produtos e serviços da qual dependem o bem-estar dos indivíduos, o desenvolvimento sustentável das nações e as possibilidades de manutenção da vida do ecossistema global”, e continua “uma diretriz energética segura, sensata do ponto de vista ambiental e economicamente viável, que garanta o progresso humano até um futuro distante é evidentemente indispensável. E também possível” (pág. 225).

Do ponto de vista da energia proveniente da biomassa, em especial das florestas plantadas, têm aumentado as exigências ambientais, em caráter internacional, como um instrumento que, por um lado estimula a competitividade, e por outro coloca barreiras não tarifárias ao comércio entre os países. Esses instrumentos apresentam-se sob a forma de normas e padrões técnicos, medidas de defesa contra concorrência desleal (medidas anti-*dumping*) e tramitações alfandegárias, dentre outros (CASTILHO, 1994).

Além dessas barreiras existe ainda um crescimento das exigências internacionais relacionadas às questões sobre o meio ambiente, dando origem a legislações rígidas e a alterações do comportamento dos consumidores, que passam a dar preferência à compra de produtos que tenham sido produzidos respeitando-se o meio ambiente. Neste caso incluem-se

os produtos com certificação, seja da exploração florestal, com o chamado selo verde (ISO 14.000), assim como da indústria, como no caso a produtora de papel e celulose, com tecnologias “limpas”, uso de material reciclado e minimização de desperdício no processo produtivo.

3. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR FLORESTAL

A obtenção de produtos florestais no Brasil remonta à época do início da colonização com a exploração da *Caesalpinia echinata*, vulgarmente conhecida como pau-brasil, de cujo lenho se extraía um corante vermelho que servia para tingir tecidos e fabricar tinta de escrever (FERREIRA, 1986), dando origem a um intenso comércio que se estabeleceu a partir desta atividade extrativista e que, junto com as peles de animais, representavam as principais atividades mercantis do País (FURTADO, 1979).

A floresta tropical que recobria a costa atlântica brasileira forneceu, durante os séculos seguintes ao descobrimento, a lenha e a madeira necessárias ao estabelecimento da colônia, além de suprir o comércio europeu com as denominadas madeiras nobres ou *de lei*² (pau-brasil, peroba, ipê, jequitibá, jacarandá, entre outras).

Contudo, o processo extrativo sistemático provocou a destruição de extensas áreas da mata litorânea, e em determinadas regiões resultou na sua extinção. Fato semelhante ocorreu com as coberturas florestais das áreas interioranas, na medida em que se fixaram os assentamentos urbanos, além da expansão das atividades agrícolas nas zonas rurais, com a exploração de culturas destinadas à exportação, como a cana-de-açúcar e o café.

No período que corresponde ao final do século XIX e início do XX, e com o crescente esgotamento das matas nativas, as políticas governamentais para o setor florestal foram direcionadas no sentido de promoverem o plantio e a exploração de florestas homogêneas

(reflorestamentos), capazes de suprirem o aumento da demanda pelas matérias-primas florestais, especialmente para as companhias de estrada de ferro. Com o declínio destas, a oferta de matéria-prima de origem florestal destinou-se a um mercado cada vez mais diversificado.

A partir dos anos 70, tendo como base as políticas de incentivo oferecidas pelo governo, na forma de benefícios fiscais, e ainda a partir da adoção de inovações tecnológicas de produção fortemente apoiadas pelo setor empresarial, a atividade florestal expandiu-se rapidamente de forma bastante dinâmica.

Os principais produtos básicos ofertados pelo setor florestal são as fibras e a energia. A atividade conta também com outros bens e serviços, que constituem, à semelhança dos Complexos Agroindustriais (CAIs), como os da soja, cana-de-açúcar e laranja, o Complexo Silvindustrial (CSI) (CASTANHO FILHO, 1993/94).

A produção de fibras destina-se à indústria de papel e celulose, que as transforma em diversos produtos e sub-produtos (Tabela 3), sendo que a maioria é especializada num determinado tipo de fibra, o que resulta em produtos específicos. No caso da celulose de fibra curta, obtida da madeira do eucalipto, produz-se a chamada “linha branca”, constituída de papéis de imprimir e escrever, cartões e sanitários. Já a “linha marrom”, produzida pela celulose fibra longa, produz papéis de embalagem, caixas de papelão ondulado e sacos multifolhados (BNDES, 1996).

² A fiscalização das matas e a interdição do corte de madeiras de exploração exclusiva da coroa portuguesa eram protegidas por lei; daí passarem a ser denominadas madeira de lei (BACHA, 1991a).

Tabela 3. Produção de Papel e Celulose, segundo as Categorias, Brasil, 1994 a 1997.

Categorias	1994	1995	1996	1997
		(em 1000 t)		
Papel	<u>5.654</u>	<u>5.798</u>	<u>6.168</u>	<u>6.475</u>
Imprensa	264	295	277	265
Impressão	1.654	1.643	1.667	1.856
Escrever	171	159	140	140
Embalagem	2.441	2.510	2.800	2.851
Para fins Sanitários	429	466	550	565
Cartões e Cartolinas	562	588	597	638
Especiais	133	137	137	160
Celulose	<u>5.829</u>	<u>5.936</u>	<u>6.201</u>	<u>6.343</u>
Fibra Longa	<u>1.363</u>	<u>1.412</u>	<u>1.345</u>	<u>1.275</u>
Branqueada	289	262	222	109
Não Branqueada	1074	1.150	1.123	1.166
Fibra Curta	<u>4.013</u>	<u>4.031</u>	<u>4.391</u>	<u>4.622</u>
Branqueada	3.729	3.760	4.098	4.345
Não Branqueada	284	271	293	277
Pasta de Alto Rendimento (PAR)	<u>453</u>	<u>493</u>	<u>465</u>	<u>442</u>

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose - ANFPC, 1996 e MCT, 1998.

A madeira, como fonte de energia, representa importante recurso primário renovável na matriz energética brasileira, o que significa dizer que, em 1997, participava com $21.913 \cdot 10^3$ tEP da oferta destes recursos, isto é 15,38%, e com $21.909 \cdot 10^3$ tEP do consumo, ou seja 16,66% das fontes primárias renováveis (BEN, 1998).

BRITO (1989) argumenta que, do volume de madeira consumida com fins energéticos, somente 10% provêm de florestas plantadas.

3.1 A Importância do Segmento de Papel e Celulose no Setor Florestal

Segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Papel e Celulose - ABRACELPA (1998), a produção de celulose e papel no Brasil, tendo por base florestas plantadas, contava

em 1997 com cerca de 1,5 milhão de hectares de reflorestamentos próprios. Desta área, 61% (915.000 ha) são constituídos por eucalipto e 37% (555.000 ha) por pinus.

Os plantios por Estado, em 1995, de acordo com a revista técnica Florestar Estatístico (1996), estavam distribuídos da seguinte forma: São Paulo (21,1%), Paraná (19,1%), Bahia (17,1%), Santa Catarina (9,1%), Minas Gerais (8,9%) e demais Estados (24,7%).

Devido às condições climáticas que favorecem o crescimento das árvores aliada a tecnologia florestal desenvolvida, especialmente para o eucalipto, pela biotecnologia, micropropagação, propagação vegetativa, estudo de solos, controles estatísticos e monitoramento florestal por imagens de satélite³, o corte para industrialização ocorre aos sete anos, com alta produtividade, alcançando a média de 46 estéreos⁴ com casca de madeira por hectare/ano.

A capacidade instalada média da indústria, em 1997, situou-se em 6,5 milhões de toneladas de papel e 6,3 milhões de toneladas de celulose, com um nível de utilização desta capacidade de 86% e 92%, respectivamente (BRACELPA, 1998).

O setor é composto por 220 empresas e conta com 255 unidades industriais em 16 estados. A produção está concentrada em grandes grupos/empresas: Klabin, Suzano, Votorantim, Ripasa, Champion, Igaras, Rigesa, Aracruz, Cenibra, Bahia Sul, Jari e Riocell.

No período 1980/95 o setor apresentou um significativo desempenho, fundamentado basicamente no comércio internacional, uma vez que o consumo do País foi incapaz de absorver todo o crescimento verificado na produção, que se elevou à quantidade de 3,36

³ Existem empresas especializadas em *softwares* que utilizam a tecnologia de geoprocessamento para as atividades de inventário florestal, colheita de madeira, cálculo da área de plantio, determinação da quantidade de adubo e fertilizantes, controle de pragas e doenças, monitoramento florestal e demais atividades do manejo florestal.

⁴ Medida de volume para lenha, equivalente a um metro cúbico (FERREIRA, 1986).

milhões de toneladas de papel e 2,87 milhões de toneladas de celulose, em 1980, para, respectivamente, 5,85 milhões e 5,44 milhões de toneladas, em 1995.

O mercado interno, onde se incluem as vendas domésticas e consumo próprio das empresas, registrou, do total produzido, uma absorção de 64% da celulose e 80% de papel (BRACELPA, 1998).

Toda esta infra-estrutura coloca o país entre os grandes produtores mundiais de papel (11º) e de celulose (7º), além de ser um dos quinze maiores mercados consumidores (BNDES, 1998).

O crescimento do consumo de papel a partir da implantação do Plano Real (jul/94) e dos investimentos na área educacional, elevou o consumo *per capita* em 3,8%, o que correspondeu a 38,4 kg/habitante, em 1997, sendo considerado abaixo dos níveis de consumo de países como aos EUA (332 kg/hab.) e outros países do Mercosul como a Argentina (45kg/hab.), (BNDES, 1998a).

Os papéis do tipo imprimir e de escrever são os que vêm apresentando maiores taxas de crescimento, em função da proliferação de propaganda do tipo mala direta e da utilização generalizada de tecnologias desenvolvidas para escritórios (computadores pessoais, impressoras, aparelhos de fax, copiadoras, entre outros). Além disso, a diminuição dos custos de impressão vem permitindo uma oferta maior de títulos de revistas e periódicos.

A produção brasileira de celulose fibra curta é a que apresentou maior crescimento, sendo o tipo preponderantemente exportado pelo Brasil, e que equivale a 20,3% do comércio

internacional desta fibra. No que se refere à fibra de eucalipto a participação brasileira corresponde a 52% da produção mundial dessa espécie (BNDES, 1988a).

Representando aproximadamente 1,3% do PIB e 6% das exportações brasileiras, o faturamento do setor em 1997 foi estimado em US\$ 7,1 bilhões, e os impostos diretos gerados pelas empresas foram de US\$ 948 milhões (BRACELPA, 1998).

3.2 A Política Florestal Brasileira

O plantio e a exploração de florestas cultivadas foi a solução encontrada para a devastação da cobertura florestal original do País, estimada em 520 milhões de hectares (Coopercotia *apud* BACHA, 1991a). Com o crescente esgotamento das matas nativas, particularmente da floresta atlântica e das matas de araucária da região Sudeste, a política florestal orientou-se no sentido de promover a formação de florestas homogêneas.

Essas florestas, destinadas a suprir o aumento da demanda por madeira, foram formadas basicamente pelos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, por apresentarem alta taxa de crescimento, múltiplos usos industriais e precocidade de corte (sete anos para o eucalipto e doze para o pinus).

Até 1965 sucessivas leis foram decretadas com o intuito de evitar a devastação das matas nativas. Essas leis buscavam regulamentar, reflorestar e organizar a atividade florestal, embora a quantidade de dispositivos legais sugira sua pouca eficácia. Tanto assim, que a área reflorestada até 1964, quase 500 mil hectares, representava apenas 0,3% do total de matas naturais derrubadas (145 milhões de hectares), entre 1922 e 1964 (BACHA, 1991a).

A partir da promulgação do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15/09/65), o setor silvícola apresenta os primeiros sinais de organização, uma vez que o Código previa a possibilidade de vantagens fiscais para os investidores. O rápido crescimento da atividade, no entanto, deu-se a partir da Lei nº 5.106 de 02/09/66, em vigor até 1987, e que regulamentou os incentivos fiscais, permitindo abatimentos no Imposto de Renda de até 50% dos valores efetivamente aplicados para pessoas jurídicas, e de 100% para as pessoas físicas (Coopercotia *apud* BACHA, 1991a).

Assim, a área plantada durante a vigência dos incentivos correspondeu a mais de seis milhões de hectares.

Tabela 4. Reflorestamento com Incentivos Fiscais no Brasil, 1967-1986

(em mil ha)				
ANO	PINUS	EUCALIPTO	OUTROS	TOTAL
1967	18	14	3	35
1968	61	30	12	103
1969	96	54	12	162
1970	120	84	18	222
1971	99	129	21	249
1972	101	172	31	304
1973	86	161	47	294
1974	83	188	53	324
1975	94	223	81	398
1976	87	262	100	449
1977	99	194	53	346
1978	141	228	43	412
1979	118	283	73	474
1980	89	272	75	436
1981	117	230	71	418
1982	158	187	86	431
1983	74	91	50	215
1984	71	124	91	286
1985	65	131	89	285
1986	85	174	150	409
TOTAL	1.862	3.231	1.159	6.252

Fonte: Estatísticas de Reflorestamento *apud* BNDES, 1997.

Com esse mecanismo legal as áreas reflorestadas aumentaram, porém variando, em proporção direta, às alterações da sistemática de concessão dos incentivos fiscais.

Houve, contudo, uma concentração de terras por parte das empresas reflorestadoras, como pode ser observada na Tabela 5, que trata do perfil de projetos incentivados aprovados pelo Fundo de Investimentos Setoriais - Fiset, para o ano de 1982.

Tabela 5. Perfil do Reflorestamento Beneficiado por Incentivos Fiscais, Brasil, 1982.

Área (ha)	Total de Área Explorada (ha)	Número de Empresas	Participação no Total de Área (%)
De 1 a 1.000	122.638,4	606	31,54
De 1.000 a 2.000	67.931,4	44	17,46
De 2.000 a 3.000	64.367,9	25	16,55
De 3.000 a 4.000	32.850,0	9	8,44
De 4.000 a 5.000	37.410,0	8	9,62
De 5.000 a 9.999	63.764,7	9	16,39
Total	389.007,4	701	100,00

Fonte: A partir de dados do IBDF *apud* DELGADO (1985).

Os dados indicam que 95 empresas, de um total de 701, respondiam por 68,46% das áreas reflorestadas, mostrando a concentração de recursos nos grandes projetos empresariais.

Desta constatação, pode se inferir que as florestas plantadas encontram-se reunidas em certas regiões, em especial, naquelas onde os incentivos fiscais foram mais amplamente concedidos, como é o caso das regiões Sul e Sudeste. Segundo BACHA (1991b e 1993), os reflorestamentos nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul somavam 88,76% do total do país em 31/12/85. Além disso, houve

também uma convergência da atividade em algumas regiões dentro dos Estados, acabando por ressaltar, ainda mais, as diferenças históricas entre as regiões do país.

Outro fator que contribuiu para a expansão das áreas reflorestadas foi a política governamental de desenvolvimento industrial. Incentivadas pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), a partir de 1974, que lançou o Programa de Siderurgia a Carvão Vegetal, o Programa Nacional de Papel e Celulose e o Programa de Substituição Energética, as empresas industriais consumidoras de madeira e carvão criaram subsidiárias para o reflorestamento apropriando-se de grande parte dos incentivos fiscais concedidos pelo Governo. A política dos incentivos fiscais, em conjunto com a política industrial de expansão de demanda por toras de madeira, e o programa de substituição energética foram os principais indutores da expansão do reflorestamento no país.

A partir de 1980 ocorreu uma desaceleração no ritmo dos reflorestamentos, em função da recessão econômica que assolou o País. Houve redução dos incentivos fiscais para as regiões Sul e Sudeste, grandes beneficiadas, até então, pelas políticas governamentais.

Embora tenha havido um crescimento nas áreas reflorestadas no Brasil (5.901 mil hectares entre 1967 e 1984), BACHA (1993) afirma que grande parte da madeira consumida ainda hoje provém das matas nativas.

Da mesma forma, a lenha aparece no Balanço Energético Nacional (1995) como uma importante fonte de energia primária renovável, sem que se identifique a sua origem. Este fato pode ser entendido, segundo afirma CURSINO (1998), em razão de serem sistematizados

somente os dados referentes à energia elétrica (Eletrobras) e derivados de petróleo (Petrobras). A biomassa e, especificamente a lenha, representa 97,6% dos dados obtidos mediante estimativas⁵.

A Tabela 6 apresenta dados para três períodos e para três produtos provenientes de matas nativas e plantadas.

Tabela 6. Produção Física de Lenha, Carvão Vegetal e de Madeira em Toras a partir de Matas Nativas e Matas Plantadas, Brasil, 1969, 1979 e 1989.

Ano	Lenha ⁽¹⁾		Carvão Vegetal ⁽²⁾		Madeira em Toras ⁽¹⁾	
	MN	MP	MN	MP	MN	MP
1969	128334	n.d.	1415	n.d.	n.d.	n.d.
1979	120598	35972	2353	491	31550	44706
1989	115252	23623	3591	1891	65850	45857

(1) em 1000m³; (2) em 1000t; MN = proveniente de mata nativa; MP = proveniente de mata plantada; n.d. = dados não disponíveis.

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil - FIBGE (vários números) *apud* BACHA (1993).

Num primeiro momento, tem-se a quantidade bastante superior dos produtos oriundos de matas nativas, em particular de lenha e carvão vegetal. À exceção da lenha, cuja produção, independente da origem, decresceu com o passar dos anos, observa-se um aumento pouco significativo dos produtos provenientes de matas plantadas.

O emprego industrial da madeira é caracterizado de acordo com a origem da matéria-prima. Assim, algumas atividades industriais como serraria, laminação, artefatos de madeira, palitos de fósforo, entre outros, utilizam-se de madeira proveniente de matas nativas. As

⁵ No caso do Estado de São Paulo os dados de consumo setorial de lenha, à exceção das indústrias de Papel e Celulose, Cimento e Química, das quais são obtidas informações de consumo real, são obtidos através de interpolações e extrapolações (BEESP, 1996).

indústrias de celulose e papel, chapas de fibras e aglomerados, ao contrário, necessitam de matéria-prima mais homogênea e empregam a madeira de reflorestamentos (SICCT, 1982).

A Tabela 7 apresenta os dados de produção e consumo final de lenha no Brasil para os anos de 1982 e 1997.

Tabela 7. Produção e Consumo Final de Lenha, Brasil, 1982 e 1997.

Fluxo	10 ³ tEP		Porcentagem (%)	
	1982	1997	1982	1997
Produção	<u>28.745</u>	<u>21.908</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>
Consumo Final	<u>19.957</u>	<u>12.780</u>	<u>69,43</u>	<u>58,33</u>
. Residencial	12.386	5.986	43,09	27,32
. Comercial	168	90	0,58	0,41
. Público	6	0	0,02	0
. Agropecuário	3.160	1.828	10,99	8,34
. Industrial	4.234	4.876	14,74	22,26
. Transporte	3	0	0,01	0,00
Transformação	<u>8.788</u>	<u>9.128</u>	<u>30,57</u>	<u>41,67</u>

Fonte: Balanço Energético Nacional, 1993 e 1998.

Comparativamente houve um decréscimo na produção e no consumo de lenha no período analisado em todos os setores, exceção feita ao industrial e de transformação.

3.3 A Atividade Florestal no Estado de São Paulo

O desmatamento sistemático e progressivo no Estado de São Paulo passa a ocorrer a partir da metade do século XIX, principalmente pela introdução da monocultura do café. A expansão das atividades agrícolas e da urbanização, decorrentes do desenvolvimento econômico gerado pela riqueza oriunda do café, contribuíram sobremaneira para o desmatamento do território estadual num período mais recente.

O primeiro inventário florestal realizado em 1911, em nível nacional, embora privilegiasse mais os dados qualitativos e topográficos das matas existentes, possibilita ilustrar a evolução da cobertura florestal paulista. Do total da vegetação primitiva, estimada em 20 milhões e 450 mil hectares (82%) da área do Estado, restavam, segundo o levantamento, 13.231 mil hectares VICTOR (1975).

A precariedade e imprecisão dos dados estatísticos referentes ao período entre 1910 e 1962 não escondem, entretanto, que neste curto espaço de tempo, as derrubadas ocorreram a um ritmo aproximado de 1.965 mil hectares/década. Assim, em 1962 a cobertura florestal do Estado estava reduzida a 16,65% (3.406 mil ha) da mata original (VICTOR & MONTAGNA, 1970 e VICTOR, 1975).

Dados levantados em 1975, pelo Instituto Florestal de São Paulo, estimavam em 8% a cobertura nativa remanescente (1.636 mil ha) e em apenas 6,48% (1.325 mil ha) em 1981, Mercado & Lima *apud* BACHA (1993).

Ainda sobre estas estimativas, BACHA (1995) apresenta dados que cobrem o período de 1500 a 1990 conforme a Tabela 8.

Tabela 8. Área com Cobertura Florestal Remanescente e sua Porcentagem sobre a Superfície do Estado de São Paulo, 1500-1990.

Ano	Estado de São Paulo	
	Área Remanescente (ha)	Porcentagem sobre a Superfície do Estado (%)
1500	20.450.000	81,80
1854	19.925.000	79,70
1886	17.625.000	70,50
1907	14.500.000	58,00
1912	-	-
1920	11.200.000	44,80
1935	6.550.000	26,20
1947	-	-
1952	4.550.000	18,20
1953	-	-
1958	-	-
1960	-	-
1961	-	-
1962	3.406.000	13,70
1973	2.075.000	8,30
1975	-	-
1978	-	-
1982	-	-
1985	1.792.628	7,42
1987	-	-
1990	1.731.472	7,16

Fonte: SOS Mata Atlântica apud BACHA (1995).

Os primeiros reflorestamentos experimentais no Estado de São Paulo foram realizados por volta de 1903 pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro, sob a coordenação de Navarro de Andrade. Com a plantação de eucalipto em seus hortos, a companhia objetivava o auto-suprimento de lenha, carvão, moirões, postes e dormentes LIMA (1987).

Essa experiência foi seguida por outras companhias de transporte férreo, e a partir de 1911 ganharam impulso com a plantação e distribuição de mudas de eucalipto pelo Serviço Florestal do Estado (VICTOR & MONTAGNA, 1970).

Com o advento da utilização dos derivados do petróleo pelo sistema férreo, além da eletrificação das linhas mais importantes, gradativamente o carvão e a lenha vão assumindo papel secundário dentro do sistema. As reservas florestais de eucalipto, até então implantadas e em plena produção, em função desta substituição, tornaram-se disponíveis às indústrias de papel e celulose, como matéria-prima e, também às companhias siderúrgicas, que as empregavam como fonte energética, e que, por intermédio de políticas governamentais, surgiam como segmentos contemplados no projeto de desenvolvimento industrial do país.

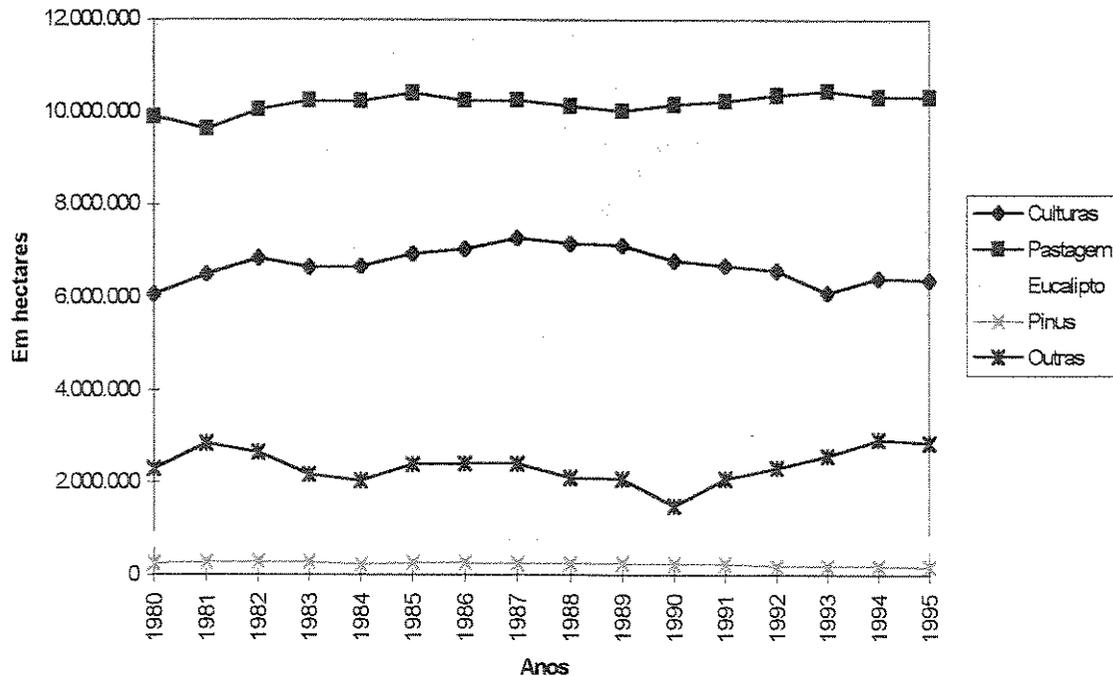
A indústria de papel, outrora caracterizada por uma estrutura de produção familiar, consolida-se com o Plano de Metas de 1956 e toma impulso decisivo, na década de setenta, com o II Plano Nacional de Desenvolvimento, quando são instaladas grandes e modernas unidades processadoras com alto padrão tecnológico adquirido das empresas líderes, especialmente dos escandinavos e norte americanos. Nos anos 80 a expansão e consolidação do setor qualifica o país como competidor no mercado externo, posição mantida também na década de 90 (TOLEDO, 1994).

Os plantios, regra geral, localizam-se próximos às indústrias demandantes de madeira situadas em municípios já desenvolvidos, a exemplo de Caieiras, Jundiaí, Campinas, Piracicaba, Salto e Mogi-Guaçu.

A área reflorestada, em 1985, correspondia a cerca de 5% da área agrícola do Estado (FIBGE, 1985) e segundo KRONKA *et alii* (1993), no período 1989/90 a superfície reflorestada era de 730.069 hectares, sendo 523.166 (71,66%) com eucalipto e 206.903 (28,34%) com pinus. A concentração no plantio de eucalipto deve-se à expansão da produção de papel e da celulose.

O levantamento de áreas reflorestadas no Estado, em 1993, apontava as regiões de Sorocaba (50,54%), Campinas (12,82%) e Ribeirão Preto (11,14%) como as de maior concentração de plantio, e as menores nas regiões de Marília (0,78%), São José do Rio Preto (0,19%) e Araçatuba (0,08%). Das áreas totais reflorestadas o eucalipto respondia por 64,43% em Sorocaba, 88,34% em Campinas e 97,01% em Ribeirão Preto. Segundo FLORESTAR ESTATÍSTICO (1994), do total das áreas reflorestadas em 1993, 41,4% estavam com mais de 6 anos de idade e, portanto, disponíveis para corte.

Dados de 1995 (IEA, 1995) indicam a área reflorestada de 876.580 ha (79,34% com eucalipto e 20,66% com pinus), representando 4% da área agrícola do Estado. Deste total, a área reflorestada pelo setor de papel e celulose correspondia a 293.465 ha (87% com eucalipto e 12% com pinus) (Figura 2).



Fonte: Anuários Estatísticos do IEA (vários anos).

Figura 2. Área para Diferentes Culturas, Pastagem e Reflorestamento, Estado de São Paulo, 1980-1995.

No Estado de São Paulo a atividade florestal conta, atualmente, com órgãos do setor público voltados à pesquisa, conservação, fiscalização e ao desenvolvimento florestal, especialmente para a fase de produção primária. Já o setor privado atua nos segmentos mais variados do Complexo Silindustrial (CSI), como, por exemplo o fabrico de máquinas, produção de sementes e mudas, celulose e papel, carvão e móveis. Além disso, segundo CASTANHO FILHO (1993/94), o CSI paulista emprega aproximadamente 100 mil pessoas e alcança um faturamento de mais de 2 bilhões de dólares por ano.

Do ponto de vista econômico o reflorestamento tem-se mostrado uma atividade lucrativa, como demonstraram Toledo *et alii apud* BACHA (1993), ao calcularem a taxa interna de retorno (TIR) em 16,39% a.a. para os reflorestamentos com eucalipto para lenha, nas estações experimentais do Estado de São Paulo. Para a madeira destinada às serrarias e à produção de postes, a taxa interna de retorno calculada foi, nas duas situações, de 14,14% a.a.

Desde a década de 70, conforme ressaltado anteriormente, os incentivos fiscais instituídos pelas políticas governamentais foram apropriados por um pequeno número de agentes econômicos, no caso as próprias empresas demandantes da matéria-prima florestal, caracterizando a atividade por um número reduzido de estabelecimentos com grandes áreas reflorestadas.

Desta forma, a silvicultura no Estado de São Paulo apresenta estrutura fundiária concentrada, onde pouco mais de 13% dos estabelecimentos possuem áreas superiores a 1000 hectares. A propriedade das terras é de grandes grupos do setor de papel e celulose, como a Champion Papel e Celulose Ltda, Companhia Suzano de Papel e Celulose, Ripasa S.A. Celulose e Papel e Florin - Florestamento Integrado S.A, caracterizando o setor como fortemente oligopolizado.

Do ponto de vista econômico a atividade florestal tem uma participação bastante modesta, se comparada às lavouras e à pecuária. Tomando-se o valor total da produção do setor agropecuário paulista, em 1985, a atividade foi responsável por apenas 2,32%. Não obstante, a área ocupada com reflorestamento aumentou a um ritmo acelerado, se comparada à área ocupada com outras culturas. Se em 1970 a área reflorestada era menor que aquelas de algodão, arroz,

feijão, milho, soja e trigo, em 1986, era superada somente por aquelas ocupadas com milho e soja, BACHA (1991a e 1993). É importante observar que a silvicultura paulista, mesmo com um desempenho econômico menor frente às outras culturas, representa um dos setores mais modernos da agricultura, tanto em nível tecnológico quanto pela sua integração com o setor industrial.

O Estado de São Paulo possui a maior área de reflorestamento voltada a produção de papel e celulose do país. Isto representa 45% do papel e 28% da celulose fabricada no País (SEADE, 1998). O levantamento realizado por FLORESTAR ESTATÍSTICO (1993b) aponta ainda a importante participação das fábricas paulistas de chapas e aglomerados.

3.4 Os Reflorestamentos e Seus Impactos Sócio-Ambientais

O setor agrícola brasileiro recebeu, a partir de meados da década de 60, um impulso modernizador, no qual se encontravam embutidas alterações profundas na forma de se praticar agricultura no País. Procedeu-se à importação e adaptação de todo um conjunto de insumos e práticas agrícolas, criados e desenvolvidos em regiões temperadas, fato que, por si, denunciava sua inadequação não só ambiental, mas também quanto às condições sócio-econômicas e culturais aqui presentes.

Embora os ganhos em produtividade tenham sido elevados, sob a ótica estritamente técnica, o novo padrão propiciava o emprego de variedades melhoradas de plantas, que exigiam farta fertilização química, uso intensivo de pesticidas e mecanização do maior número

possível de operações agrícolas. Todo esse aparato traduzia a intenção deliberada de se adaptarem os ecossistemas locais a uma forma de agricultura de padrão nitidamente industrial.

Houve, então, uma simplificação extremada dos ecossistemas, na medida em que os chamados agroecossistemas (PASCHOAL, 1979) constituem unidades nas quais a diversidade biológica é drasticamente reduzida, o que os torna pouco estáveis e de baixa autosuficiência. A visão reducionista desse processo, tanto em nível técnico como político, fez com que a implementação dessa proposta "moderna" de agricultura contribuísse para o quadro de degradação ambiental experimentado por diferentes regiões do país. Os três principais sustentáculos técnicos desse processo - mecanização, fertilização química e pesticidas – responderam, de modo distinto, pela formação e agravamento desse quadro.

Sob esse aspecto, a silvicultura, como qualquer outra atividade agropecuária, produz impactos não somente econômicos e ambientais, razão pela qual deve ser avaliada não apenas pela análise custo-benefício, ou pelo lado da demanda de seus produtos finais, mas como parte de um sistema social maior cujo equilíbrio deve ser buscado. Nesse caso, as relações de produção podem ser abarcadas mais amplamente, ou seja, na exploração do meio natural como forma de organização social para a produção.

Quanto aos efeitos ambientais, uma plantação florestal de uma única espécie de árvore, à semelhança de qualquer outra monocultura, e considerando um ciclo de vida mais longo, produz os mais variados impactos sobre o meio ambiente. A baixa diversidade ecológica e a conseqüente vulnerabilidade frente ao ataque de pragas e doenças é uma delas. A escassez de *habitats*

incapazes de abrigar uma grande diversidade de fauna, além da influência sobre fatores como clima, solo e água são outros pontos afetados em explorações florestais homogêneas.

O crescimento de sub-bosques em florestas homogêneas, que possibilitariam uma diversidade de flora e fauna, contrapõem-se ao modelo de exploração econômica adotado pelas indústrias do setor florestal.

No caso específico do eucalipto, LIMA (1987) observa que "a questão dos efeitos ambientais das plantações de eucalipto parece, hoje, tão indefinida quanto a própria origem das especulações... é difícil traçar no tempo a razão ou razões que deram início ao relacionamento do eucalipto com efeitos ambientais colaterais... freqüentemente o elemento chave para a explicação deste relacionamento é a palavra *exótica*". É necessário que, também, se avaliem os riscos da introdução de espécies exóticas, levando-se em conta as características edafo-climáticas de cada região.

Em relação ao emprego da mão-de-obra, a atividade silvícola caracteriza-se pelo elevado uso de serviços de empreita. Isto talvez possa ser explicado em função dos aspectos técnicos de produção, uma vez que a atividade utiliza maior quantidade de trabalho na sua implantação. No período de maturação biológica das árvores, em geral de mais de seis anos, a quantidade de trabalho despendida com os tratos culturais é muito pequena, o que significa dizer que os estabelecimentos silvicultores geram pouco emprego direto por unidade de área total e baixa sazonalidade na atividade (TOLEDO, 1994).

Embora se argumente que pelo efeito multiplicador o reflorestamento gera atividades econômicas que, por sua vez, geram e mantêm milhares de empregos permanentes, BACHA

(1993) afirma não ter encontrado "nenhum trabalho que avaliasse, de maneira satisfatória, a quantidade de empregos diretos gerados pela área reflorestada".

A atividade silvícola, no Estado, apresenta um índice baixo de emprego (Tabela 9) de mão-de-obra se comparado às demais atividades; por isso ocupou 4,33% (3,64% com eucalipto e 0,69% com pinus) do pessoal na agricultura em 1995 (GRAZIANO DA SILVA *et alii*, 1996).

Tabela 9. Área Cultivada e Demanda da Força de Trabalho Agrícola, segundo as Principais Culturas. 1995.

Principais Culturas	Área		Força de Trabalho	
	Em 1.000 ha	%	Em 1.000 EHA ⁽¹⁾	%
Cana-de-Açúcar	2.707,50	37,22	360,82	44,31
Café	268,54	3,69	96,07	11,80
Olerícolas ⁽²⁾	70,71	0,97	73,07	8,97
Laranja	763,47	10,50	62,03	7,62
Algodão	179,65	2,47	30,19	3,71
Eucalipto	696,39	9,57	29,61	3,64
Feijão	237,12	3,26	21,07	2,59
Milho	1.200,04	16,50	18,20	2,23
Banana	40,14	0,55	18,15	2,23
Uva	10,17	0,14	17,89	2,20
Cebola	14,39	0,20	15,03	1,85
Arroz	132,13	1,82	11,28	1,39
Mandioca	49,34	0,68	9,75	1,20
Soja	530,74	7,30	9,31	1,14
Batata	27,86	0,38	9,22	1,13
Amendoim	79,08	1,09	7,45	0,91
Seringueira	31,68	0,44	6,67	0,82
Pinus	181,47	2,49	5,59	0,69
Chá	4,44	0,06	2,46	0,30
Maracujá	4,80	0,07	2,32	0,28
Goiaba	3,24	0,04	2,32	0,28
Melancia	5,10	0,07	1,78	0,22
Pêssego	2,09	0,03	1,61	0,20
Tomate Rasteiro	5,56	0,08	0,90	0,11
Abacaxi	3,81	0,05	0,86	0,11
Figo	0,39	0,01	0,39	0,05
Trigo	23,88	0,33	0,21	0,03
Mamona	0,67	0,01	0,09	0,01
Total	7.274,40	100,00	814,34	100,00

(1) EHA – equivalentes-homens-ano. Um EHA corresponde a 0,2 dias de trabalho de 8 horas de um homem, ou seja, 1.000 EHA = 200 HD.

(2) Incluem abóbora, abobrinha, alface, batata-doce, berinjela, beterraba, brócolis, cenoura, chuchu, couve, couve-flor, milho verde, mandioquinha, pepino, pimentão, quiabo, repolho, tomate envarado e vagem.

Fonte: GRAZIANO DA SILVA *et alii* (1996).

As Figuras 3 e 4, com dados do ano de 1997, retratam a participação da cultura do eucalipto em relação à área cultivada e à mão-de-obra.

Participação das Principais Culturas na Área Cultivada e na Demanda da Força de Trabalho Agrícola - Estado de São Paulo

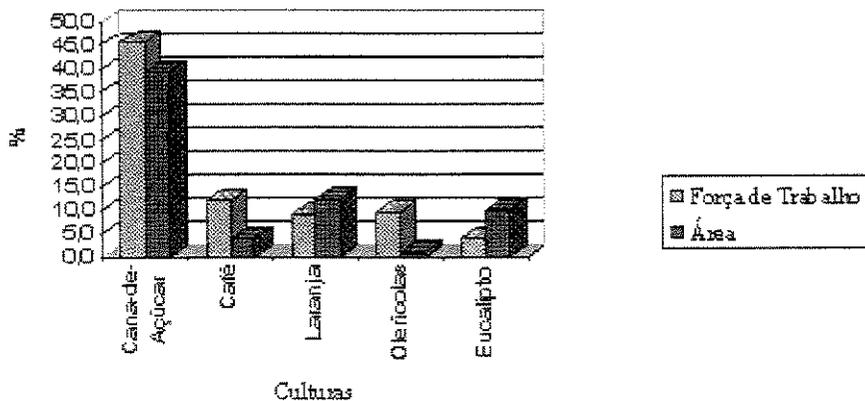


Figura 3.
Fonte: SEADE, 1997.

Com relação ao segmento específico de papel e celulose, a área total no Estado aumenta, de 1980 a 1995, em 35,70%, alcançando o melhor índice em 1990, com 356.791 hectares reflorestados (Tabela 10).

Tabela 10. Área Total Acumulada com Reflorestamento, Setor de Papel e Celulose. Estado de São Paulo, 1980-1995.

Ano	Eucalipto	Pinus (em hectares)	Outros	Total ⁽¹⁾
1980	180.980	32.706	2.581	216.267
1981	201.782	17.287	2.085	221.154
1982	210.746	18.285	4.687	233.718
1983	181.080	25.019	4.550	210.649
1984	179.080	20.562	4.542	204.184
1985	192.076	22.946	4.587	219.609
1986	208.102	26.210	4.579	238.891
1987	222.509	22.094	4.122	248.725
1988	260.131	22.991	3.861	286.983
1989	281.812	31.983	4.057	317.852
1990	302.882	50.212	3.697	356.791
1991	250.761	45.556	2.850	299.166
1992	253.425	44.199	2.837	300.462
1993	281.202	46.020	2.563	329.786
1994	283.879	36.994	2.296	323.168
1995	255.511	35.699	2.255	293.465

Fonte: APFPC/ANFPC *apud* Florestar Estatístico, vol. 4, nº 11 (jul./out. 1996).

Esse movimento, no entanto, não é acompanhado pelo emprego, que decresce sistematicamente, em número médio de empregados, desde 1988, com apenas uma ligeira reversão entre 1993 e 1994 (Tabela 11).

Tabela 11. Mão-de-Obra Empregada na Atividade Florestal, Setor de Papel e Celulose, Estado de São Paulo, 1988-1995.

Ano	Número Médio de Empregados				Emprego	Eficiência
	Própria Empresa	Empresas Coligadas	Terceiros	Total	Homens/Hectare	Hectare/Homens
1988	5.677	5.271	7.856	18.804	0,07	15
1989	7.762	5.249	7.717	20.728	0,07	15
1990	7.096	4.035	5.724	16.855	0,05	21
1991	5.672	3.181	4.910	13.763	0,05	22
1992	5.794	2.528	4.112	12.434	0,04	24
1993	4.171	2.258	4.921	11.350	0,03	29
1994	3.999	2.096	5.529	11.624	0,04	28
1995	1.780	1.779	4.410	7.969	0,03	37

Fonte: APFPC/ANFPC *apud* Florestar Estatístico, vol. 4, nº 11 (jul./out. 1996).

Esses dados demonstram que, embora a sazonalidade do trabalho para o eucalipto seja menor do que para as culturas em geral no Estado de São Paulo (Figura 4), a eficiência da mão-de-obra aumenta de 15 ha/homem em 1988, para 37 em 1995, o que leva a um menor emprego na atividade florestal, que decresce de 0,07 para 0,03 homens por hectare.

**Sazonalidade da Demanda da Força de Trabalho Agrícola -
Eucalipto e Estado de São Paulo 1997**

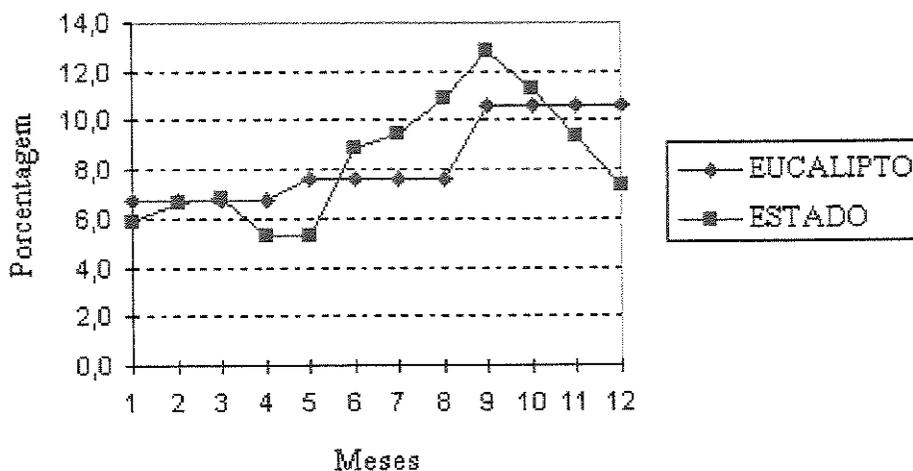


Figura 4.
Fonte: SEADE, 1997.

3.5 Consumo de Energia na Indústria de Papel e Celulose no Estado de São Paulo

O setor industrial de papel e celulose, ainda na década de 70, concentrou esforços e recursos na eficiência energética de suas unidades industriais no sentido de amenizar a dependência em relação aos combustíveis de origem fóssil.

Na década seguinte, em função de protocolo assinado junto ao Governo Federal, objetivando a racionalização e a substituição do uso de óleo combustível, o setor de papel e celulose optou pela utilização da biomassa, em razão da disponibilidade de resíduos das explorações florestais destinadas à produção industrial, além de reservar parte da área reflorestada especificamente para fins energéticos (SILVA, 1995).

Segundo o Balanço Energético do Estado de São Paulo (BEESP, 1998) a biomassa é o principal energético consumido pelo setor industrial, especialmente o bagaço-de-cana pelas agroindústrias, e a lenha, pela de papel e celulose. O emprego significativo da biomassa nos últimos dezessete anos (1980-1997) deu-se tanto pela substituição do óleo combustível quanto pelo aumento da eficiência dos equipamentos, à exemplo das caldeiras industriais desenvolvidas para utilizar o bagaço-de-cana.

A partir dessa constatação é possível contrapor o argumento dominante de que “uma maior participação da biomassa no suprimento energético indica atraso no desenvolvimento tecnológico e econômico” (BEESP, 1998).

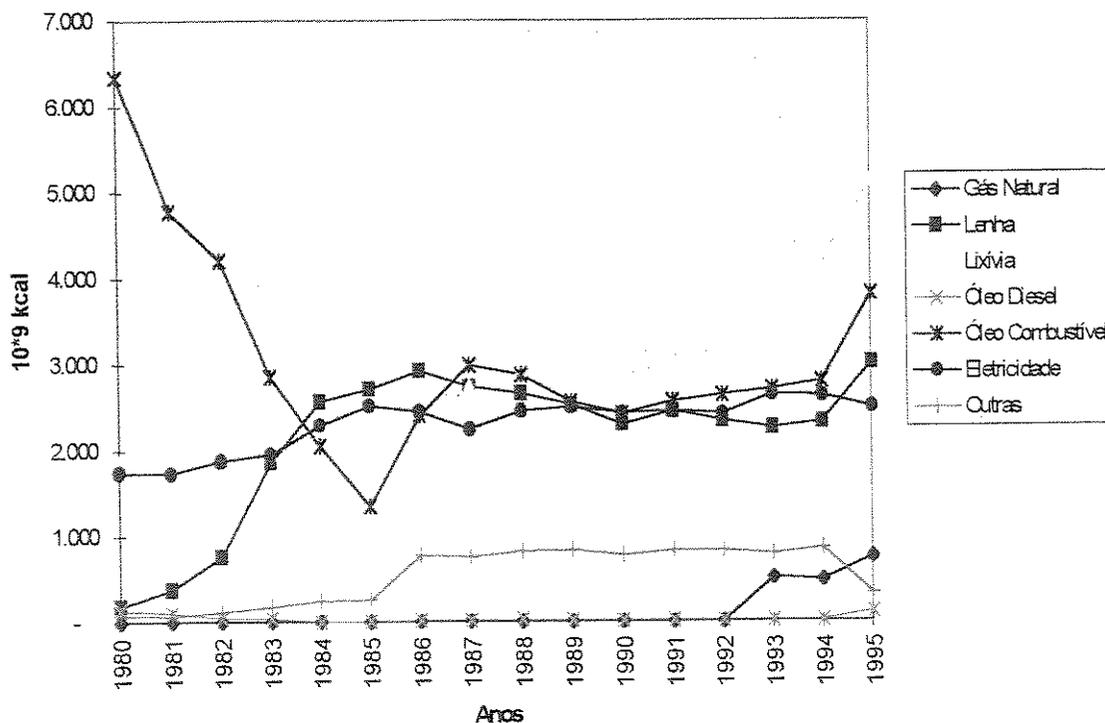
Dentro deste contexto, o setor de papel e celulose apresenta um consumo de energia que resulta, na média do período 1980-1997, em aproximadamente 9,09% da matriz energética do Estado de São Paulo (BEESP, 1998). Nesse período, o desempenho em termos de gastos com combustíveis teve as seguintes participações médias de consumo: gás natural (1,13%), lenha (19,32%), lixo (25,23%), óleo diesel (0,51%), óleo combustível (28,61%), eletricidade (20,19%) e outros derivados e alternativos (5,01%) (Figura 5).

O consumo energético da madeira na indústria compõe-se de cascas, ramos e de toras com diâmetro inferior à 6 centímetros provenientes das explorações de reflorestamentos com fins industriais.

O licor negro ou lixívia, cuja utilização vem aumentando nos últimos anos, é o resultado de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfato de sódio (Na₂S), obtida após o cozimento dos cavacos de madeira (para a produção da pasta de celulose) que é processado, para a recuperação dos reagentes, mediante lavagem e evaporação, concentrando-se, sendo, então, queimado na fornalha ou caldeira de recuperação⁶.

O óleo combustível apresentou uma queda drástica no seu consumo desde 1980 até 1985, recuperando sua participação nos anos subsequentes. A eletricidade também é responsável por parcela significativa dos energéticos nesse segmento.

⁶ Para maiores detalhes consultar SICCT (1982).



Fonte: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 1995 e 1996.

Figura 5. Matriz Energética do Setor de Papel e Celulose. Estado de São Paulo, 1980-1995.

Quanto à intensidade energética, definida como a relação entre o consumo de energia e o Produto Interno Bruto e expressa em quilocalorias por unidade monetária ($10^3 \cdot \text{kcal/R\$}$), o Estado de São Paulo, para os anos 1983-1997, apresentou três fases distintas com os comportamentos (BEESP, 1998) a seguir descritos.

O primeiro, de 1983-1987, caracterizou-se como de recuperação da economia paulista, com um decréscimo da intensidade energética, ou seja, gastou-se menos energia para produzir uma mesma unidade monetária do produto. No segundo período, entre os anos de 1987 e 1992,

ocorre uma retração da atividade econômica, com aumento de consumo de energia, resultando em um sistema menos eficiente. Por fim, o período que abrange 1992 a 1997, mostra crescimentos tanto do produto econômico quanto do consumo total de energia.

O estudo (BEESP, 1998) conclui que em São Paulo a elasticidade das taxas de evolução do consumo de energia são menores do que as da evolução do crescimento da economia, e ainda que em épocas de crescimento econômico, mesmo com o aumento do consumo de energia superior ao do PIB, ocorre um aumento da eficiência energética estadual.

A intensidade energética analisada em função da biomassa apresentou, de 1981 a 1984, um crescimento, como consequência do maior emprego desta na indústria, passando à uma fase de estagnação (1984-1988) e retomando o crescimento a partir de 1989 (BEESP, 1996).

A intensidade energética, como salientaram JANNUZZI & SWISHER (1997), pode ser expressa, no caso da indústria, como sendo a quantidade de energia por tonelada do produto (tEP/t), conforme publicado no Balanço Energético do Estado de São Paulo (1998), para a indústria de papel e celulose, onde se incluem também os dados referentes ao Brasil e reproduzidos na Tabela 12.

Tabela 12. Intensidade Energética na Indústria de Papel e Celulose, Estado de São Paulo e Brasil, 1985-1995.

	Anos												
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	(tEP/t)												
São Paulo	0,526	0,526	0,523	0,546	0,526	0,532	0,514	0,520	0,539	0,508	0,702	0,624	0,579
Brasil	0,599	0,584	0,542	0,596	0,588	0,595	0,595	0,626	0,623	0,606	0,805	0,575	0,537

Fonte: BEESP (1998).

3.6 Perspectivas de Crescimento da Demanda e as Metas de Expansão da Produção de Celulose e Papel

Em estudos realizados pelo BNDES (1996, 1998 e 1998a) e Ministério das Relações Exteriores (1998), sobre a indústria brasileira de papel e celulose, são analisados o passado recente do mercado para a produção, exportação e consumo, bem como as tendências internas e externas do mercado projetadas para o ano 2005.

Considera-se que o setor de papel e celulose tenha passado por dois ciclos distintos de investimentos no período entre 1970 e 1995. O primeiro (1970-1987) corresponde à inserção do setor dentro do Programa Governamental de Substituição de Importações e o segundo (1988-1995) pela consolidação das empresas, cuja estratégia para responderem à demanda do mercado internacional necessitou de melhorias nas áreas tecnológica, na qualidade e eficiência da produção, ao atendimento das especificações de produtos e processos, em especial aqueles referentes ao meio ambiente, na reestruturação administrativa, além da captação de recursos internacionais e abertura de capitais das empresas.

Neste momento, denominado novo ou terceiro ciclo (1995-2005) de investimentos, a indústria de papel e celulose, com a respectiva ampliação da base florestal, busca preparar-se para atender à demanda do mercado interno e manter sua participação no competitivo mercado internacional.

O total de investimentos projetado para aumento da capacidade produtiva do setor (florestal e industrial) deverá estar na faixa dos US\$ 13 bilhões, segundo o BNDES (1996), o que ampliaria a produção de papel em 43% e de celulose em 74%. O plantio de novas áreas florestais corresponderiam, em valores brutos, de 900 mil a 1,5 milhão de hectares.

4. MATERIAL E MÉTODO

Além de projetar a evolução do consumo de energia e os resultados da substituição entre energéticos pela indústria paulista de papel e celulose, aliados às metas de crescimento da produção industrial, objetiva-se também, neste estudo, avaliar os impactos dessas mudanças, com suas conseqüentes expansões sobre o setor agrícola.

Neste sentido, procurou-se, inicialmente, identificar as variáveis fundamentais para a realização destas projeções e caracterizar, tomando-se o ano de 1995 como referência, os aspectos sócio-econômicos e energéticos mais relevantes da indústria de papel e celulose, bem como do setor agrícola do Estado de São Paulo.

Algumas variáveis tiveram que ser adequadas ao propósito do trabalho, tendo em vista a indisponibilidade de dados específicos, tanto para o setor industrial quanto para o agrícola.

As projeções de demanda total, da lenha e do óleo combustível para atender as necessidades da indústria no ano 2005 foram realizadas considerando-se dois cenários energéticos, construídos a partir do modelo discutido em JANNUZZI & SWISHER (1997), aqui denominados tendencial e eficiente.

Os dados referentes às metas a serem alcançadas pela indústria brasileira, para suprir a demanda de papel e celulose no ano 2005 foram obtidos em relatórios do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES (1996, 1998 e 1998a).

4.1 Caracterização Sócio-Econômica

4.1.1 Dados do Setor Industrial no Ano Base 1995

O setor de Papel e Celulose no Estado de São Paulo, no ano base deste estudo, apresentava o perfil de produção, segundo as categorias de produtos, mostrado na Tabela 13.

Tabela 13. Produção de Papel e Celulose, segundo as Categorias, Estado de São Paulo, 1995.

Categorias	1995
	(em 1.000 toneladas)
Papel	<u>2.607</u>
Impressão	1.213
Escrever	141
Embalagem	568
Para fins Sanitários	230
Cartões e Cartolinas	362
Especiais	93
Celulose	<u>1.679</u>
Fibra Longa	<u>90</u>
Branqueada	19
Não Branqueada	71
Fibra Curta	<u>1.589</u>
Branqueada	1.511
Não Branqueada	78

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose - ANFPC *apud* SEADE (1998).

A produção do Estado respondia, em termos proporcionais, por 45% do papel e 28% da celulose produzida no país. Somente na categoria papel de imprimir e de escrever o Estado concentrava 75% da produção nacional. Nas demais categorias as porcentagens foram,

respectivamente, 23% para embalagens, 49% para fins sanitários, 62% para cartões e cartolinas e 68% para especiais (BNDES, 1996 e 1998a).

A produção de celulose por tipo de fibra corresponde, em média, a 95% de fibra curta e 5% de fibras longas (Florestar Estatístico, 1996).

De acordo com dados da FIESP *apud* SEADE (1998) a média anual do nível de utilização da capacidade instalada na indústria paulista de papel e celulose era de 88,40%. A mesma fonte indica que a média anual do total de pessoal ocupado na indústria, também no Estado de São Paulo, apresentava um índice de 81,4%, e as horas trabalhadas na produção representavam 79,7%; comparados ao ano base 1978 igual a 100.

O valor das exportações do setor de papel e celulose no Estado foi, em 1995, de US\$ 768 milhões, ou seja 4,81%, dentre os principais grupos de produtos listados pela Secretaria de Comércio Exterior – SECEX *apud* SEADE (1998).

O Produto Interno Bruto (PIB) do setor foi o equivalente a R\$ 3.105 milhões, isto é, aproximadamente 1,5% do PIB do Estado, calculado em R\$ 206.978 milhões (BEESP, 1998).

4.1.2 Dados do Setor Agrícola no Ano Base 1995

A composição agrícola paulista, contabilizando-se as principais culturas, totalizava uma área de 20.433.180 hectares. Os dados levantados pelo Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (IEA/SAASP) abrangem as culturas perenes e anuais, quais sejam, banana, café, laranja, limão, tangerina, uva, algodão,

amendoim, arroz, batata, cana-de-açúcar, chá, cebola, feijão, mandioca, mamona, milho, soja e tomate, que ocupavam uma área de 6.372.170 hectares (IEA, 1995).

Além destas, incluía ainda pastagens (10.326.580 ha), natural e cultivada, bem como reflorestamentos com eucalipto (695.470 ha), pinus (181.110 ha) e outras espécies (2.857.850 ha), distribuídas entre mata natural, cerrado e cerradão.

A distribuição da cobertura florestal do Estado de São Paulo, por Bacia Hidrográfica, está representada na Tabela 14.

Tabela 14. Distribuição da Cobertura Florestal por Bacia Hidrográfica, Estado de São Paulo, 1995.

Bacia Hidrográfica	Espécies (ha)			Total (ha)
	Eucalipto	Pinus	Outros ⁽¹⁾	
Aguapeí	5.270	595	20.320	26.185
Alto Paranapanema	101.300	104.810	22.165	432.275
Alto Tietê	52.670	4.485	105.660	162.815
Baixada Santista	1.050	-	167.510	168.560
Baixo Pardo/Grande	1.400	-	29.800	31.200
Baixo Tietê	3.565	150	60.745	64.460
Litoral Norte	30	20	147.900	147.950
Mantiqueira	540	1.050	23.000	24.590
Médio Paranapanema	56.230	13.410	95.625	165.265
Mogi-Guaçu	48.090	1.160	54.460	103.710
Parafba do Sul	63.800	3.330	198.820	265.950
Pardo	66.100	855	58.875	125.830
Peixe	2.850	240	17.920	21.010
Piracicaba/Capivari/Jundiaí	76.090	4.785	96.370	177.245
Pontal do Paranapanema	1.985	85	63.630	65.700
Ribeira do Iguape				
/Litoral Sul	7.435	9.050	1.018.910	1.035.395
São José dos Dourados	1.335	-	20.715	22.050
Sapucaí/Grande	7.725	1.000	71.300	80.025
Tietê/Batalha	10.675	2.560	63.505	76.740
Tietê/Jacaré	99.585	26.660	91.965	218.210
Tietê/Sorocaba	81.560	6.845	172.905	261.310
Turvo/Grande	6.185	20	52.370	58.575
Total	695.470	181.110	2.858.470	3.735.050

(1) Inclui mata natural, cerrado e cerradão.

Fonte: Dados básicos do IEA/CATI *apud* Florestar Estatístico, v.3, n°8/9 (1996).

Parte da área reflorestada do Estado pertence ao setor de papel e celulose e contabilizava, em 1995, 293.465 ha, sendo 255.511 ha (87%) com eucalipto, 35.699 ha (12%) com pinus e 2.255 ha (1%) com outras espécies (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 1996).

Mantidas as proporções observadas no ano de 1993, para o Estado, sobre as idades dos reflorestamentos com eucalipto, observa-se a supremacia das espécies *E. saligna* e *E. grandis*, acima de seis anos (Tabela 15).

Tabela15. Idade dos Reflorestamentos com Eucalipto. Estado de São Paulo. 1993.

Idade (anos)	Espécies/Área (ha)						Total (ha)
	<i>E. citriodora</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>Eucalyptus spp</i>	Outros	
Até 2	665	13.633	7.897	1.984	1.977	223	26.378
De 2 a 4	364	42.870	26.127	8.663	9.323	2.555	89.903
De 4 a 6	489	41.181	32.392	4.828	3.256	2.422	84.567
Mais de 6	347	51.402	56.838	8.960	24.990	3.808	146.345
Sem Infor.	-	-	37	86	6.382	-	6.505
Total	1865	149.085	123.291	24.521	45.928	9.008	353.698

Fonte: IF –Inventário Florestal do Estado de São Paulo, 1993 *apud* Florestar Estatístico, v.2, n° 5, jul/out., 1994.

A produtividade média dos reflorestamentos mantidos pelo setor corresponde a 46 estereos/ha para o eucalipto e 34 estereos/ha para o pinus (CELULOSE & PAPEL, 1997).

Com relação à demanda da força de trabalho agrícola no Estado de São Paulo, em 1994, segundo Informações Econômicas (1996) havia 1.217.662 pessoas trabalhando no campo, incluindo proprietários, administradores, assalariados, parceiros, colonos, empreiteiros e volantes.

Considerando-se as 46 principais culturas, GRAZIANO DA SILVA *et alii* (1996), calcularam o equivalente em homens-ano (EHA)⁷ ocupados em cada atividade. Em 1995, esse valor alcançava 814.340 EHA, ou 162.868 homens-dia (hd) por ano. Destes, 29.610 EHA (5.922 hd/ano), ou seja, 3,64%, estavam ocupados na cultura do eucalipto e 5.590 EHA (1.118 hd/ano), portanto 0,69% no pinus.

Ainda neste estudo os autores destacam que as atividades de reflorestamento, pelas características de ocupação da força de trabalho durante o ano, aliadas à “utilização de modernas tecnologias em quase todas as operações de cultivo”, têm contribuído para uma “aparente diminuição da sazonalidade da demanda da força de trabalho agrícola” no Estado, “principalmente nos sistemas de produção mais modernizados”(pág. 12).

Por outro lado, a mão-de-obra agrícola, empregada exclusivamente pelo setor de papel e celulose, correspondia, naquele ano, a 7.969 pessoas, sendo 1.780 (23%) funcionários das próprias empresas, 1.779 (22%) de empresas coligadas e 4.410 (55%) contratados junto a terceiros, confirmando, como já apontado anteriormente, a maior participação dos serviços denominados empreita (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 1996).

Como dado geral, acrescenta-se que o Produto Interno Bruto do setor agropecuário, R\$ 9.529 milhões no ano base (SEADE, 1998) contribuiu com 4,25% do PIB estadual.

⁷ Equivalentes homens é uma medida de emprego com o intuito de se obter o número médio de trabalhadores convertendo também o trabalho de mulheres e crianças em equivalente homem. De acordo com GONÇALVES & SOUZA (1998), 1000 equivalentes-homem-ano corresponde à 200 dias de trabalho de 8 horas, ou seja, 200 homens-dia, valor empregado para fazer as conversões.

4.2 Caracterização Energética

A matriz energética do setor de papel e celulose no Estado de São Paulo, em 1995, apresentou a distribuição da Tabela 16.

Tabela 16. Consumo de Energia da Indústria de Papel e Celulose e Participação Percentual, Estado de São Paulo, 1995

Energéticos	10 ⁹ kcal	10 ³ tEP	%
Gás	714	81	4,70
Lenha	2.540	307	16,80
Lixívia	4.558	553	30,10
Óleo Diesel	113	11	0,70
Óleo Combustível	3.815	378	25,20
Eletricidade	2.498	842	16,50
Outros ⁽¹⁾	912	96	6,00
Total	15.150	2.268	100,00

(1) Bagaço de cana, outras primárias (inclui resíduos agrícolas e industriais) e querosene.

Fonte: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 1998.

O consumo total de energia do setor alcançou a cifra de $15.150 \cdot 10^9$ kcal, ou $2.268 \cdot 10^3$ tEP, e foi responsável por 10,1% da energia consumida pelos ramos industriais do Estado (Tabela 17), ficando em quarto lugar no *ranking* dos setores mais intensivos em energia.

Tabela 17. Consumo de Energia por Setor Industrial e Participação Percentual, Estado de São Paulo, 1995

Setores	10 ⁹ kcal	%
Cimento	4.503	3,0
Ferro Gusa e Aço	21.612	14,4
Ferro Ligas	478	0,3
Mineração e Pelotiz.	941	0,6
Não Ferrosos/Outros Met.	10.883	7,3
Química	15.909	10,6
Alimento e Bebidas	49.003	32,7
Têxtil	4.927	3,3
Papel e Celulose	15.150	10,1
Cerâmica	5.286	3,5
Outros	20.975	14,0
Total	149.667	100,0

Fonte: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 1998.

A participação da biomassa, especificamente da lenha, correspondeu a 16,80% da energia consumida, o que, de acordo com a APFPC/ANFPC *apud* FLORESTAR ESTATÍSTICO (1996), demandou um volume de 1.767 mil estereos com casca (st cc) de madeira (74% de eucalipto, 17% de pinus e 9% de outras espécies) para a geração de energia, que, somada àquela (12.957 mil st cc) empregada na produção de papel e celulose (79% de eucalipto, 20% de pinus e 1% de outras espécies), totalizou um volume de madeira da ordem de 14.724 mil st cc (79% de eucalipto, 20% de pinus e 1% de outras espécies).

O consumo de óleo combustível na indústria paulista de papel e celulose contribuiu com 25,20% para a matriz energética do setor, sendo superado somente pelo uso da lixívia com 30,10%.

Na Tabela 18 são apresentadas as participações do consumo de energia por usos-finais, na indústria paulista de papel e celulose, publicadas em estudo da Agência para Aplicação de Energia - AAE (1990). O referido estudo não faz menção, especificamente, ao emprego da lixívia como energético, embora no período que compreende o levantamento dos dados e a citada publicação, esta fonte de energia representasse, aproximadamente, 25% da energia consumida pelo setor.

Tabela 18. Distribuição do Consumo de Energia por Usos Finais na Indústria de Papel e Celulose. Estado de São Paulo. 1988.

Usos Finais	Energético				
	Lenha (%)	Óleo Diesel (%)	Óleo Comb. (%)	Eletricidade (%)	Outros ⁽¹⁾ (%)
Caldeira	100,00	0,00	85,58	11,90	97,00
Forno	0,00	0,00	14,42	0,32	0,00
Secador/Estufa	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
Força Motriz	0,00	0,00	0,00	82,40	0,00
Transporte	0,00	39,36	0,00	0,00	0,07
Iluminação	0,00	0,00	0,00	5,12	0,00
Outros	0,00	60,64	0,00	0,16	2,93
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Carvão Metalúrgico, outras primárias, GLP e outras secundárias.

Fonte: A partir dos dados da AAE (1990).

Observa-se que o consumo de lenha na indústria destina-se exclusivamente à caldeira como uso final. Já o óleo combustível tem como usos finais a caldeira (85,58%) e o forno (14,42%).

Quanto ao consumo específico, ou seja, a intensidade energética estimada para o setor em São Paulo, representando a relação entre o consumo total de energia pelo produto interno bruto do setor, o valor foi de 4,15 kcal/R\$ (a partir do BEESP, 1998).

4.3 Análise e Projeção da Demanda de Energia e da Produção de Papel e Celulose

Este estudo baseia-se no modelo de usos-finais, também chamado técnico-econômico, descrito em JANNUZZI & SWISHER (1997), para projetar a demanda de energia total, da lenha e do óleo combustível na indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo para o ano 2005. A partir deste foram construídos e analisados dois cenários prospectivos.

As projeções da demanda de papel e celulose, bem como da área agrícola necessária à produção adicional de fibras, foram estimadas pelo BNDES (1996, 1998 e 1998a) para atenderem ao abastecimento dos mercados doméstico e as exportações em 2005, e por terem sido obtidas em relatórios daquela instituição, serão apresentadas no capítulo a seguir, resultados e discussão.

4.3.1 Cenários de Projeções

A técnica de cenarização vem sendo aplicada em diversas áreas do conhecimento, e basicamente consiste em uma sistematização das informações, devidamente relacionadas e

capaz de produzirem elementos passíveis de análise. É também utilizada como instrumental de simulação em estudos de planejamento e avaliação da introdução/substituição de atividades.

A escolha dos cenários deve atender a alguns requisitos, como plausibilidade, consistência interna, inclusão de todos os fatores críticos relevantes e similaridade com outros cenários, quando houver propósito de comparação (VIEIRA *et alii*, 1978).

O emprego de cenários para a projeção da demanda de energia tem, à semelhança de estudos em outras áreas, o objetivo de avaliar diferentes alternativas, sejam elas tecnológicas, econômicas ou ambientais, capazes de proporcionar o mesmo nível de serviços de energia que estão sendo demandados.

JANNUZZI & SWISHER (1997) definem cenário “como sendo um conjunto de hipóteses que descrevem as características sócio-econômicas, requerimentos de demanda de energia e estratégias de atendimento dessa demanda”.

A construção de cenários baseia-se no emprego de modelos, e no caso específico da projeção de demanda de energia, aqueles que melhor se ajustam a essa finalidade, como comentado anteriormente, são os denominados de uso-final ou técnico-econômicos.

Assim, também os cenários projetados pelo modelo de usos-finais procuram comparar diferentes alternativas para satisfazerem um determinado nível de serviços de energia, contemplando ainda, em sua estrutura, informações sobre a evolução do crescimento econômico.

Neste sentido, admitiu-se, neste estudo, como hipótese básica, que, qualquer que seja a trajetória da economia brasileira até 2005, ela não sofrerá solução de continuidade ou transformações radicais em relação ao comportamento observado nos últimos anos.

De acordo com o estudo de JANNUZZI & SWISHER (1997), é importante que se tenham como referência dois cenários de projeção de demanda por uso final de energia, sendo um cenário tendencial e outro de eficiência.

A seguir são descritas as principais características de cada um desses cenários e a forma como foram contextualizados neste estudo.

4.3.1.1 Cenário Tendencial

Este cenário supõe, para o horizonte temporal proposto (2005), que a demanda de energia pela indústria de papel e celulose mantenha a mesma tendência evolutiva, guardando as características observadas no ano base (1995), refletindo, assim, os mesmos níveis de crescimento historicamente observados. Neste cenário não se admitem alterações na composição do consumo de energia, seja em função da melhoria da eficiência dos usos finais, seja da conservação ou da substituição de energéticos.

O cenário projetado, portanto, vai apresentar, de acordo com as evoluções da economia do período, um acréscimo em relação ao consumo final de energia do ano base, como consequência do crescimento das variáveis explanatórias utilizadas, como o PIB e a participação do consumo de energia nos diversos usos finais.

4.3.1.2 Cenário Eficiente

No cenário eficiente pode se contemplar tanto a melhoria da eficácia dos diversos usos finais, via reduções de consumo e de potência, como a possibilidade de substituição entre energéticos. O cenário eficiente pode ser construído em função da finalidade que se pretende, ou seja, existem diversos tipos de cenários. Dentre eles, têm-se o cenário potencial técnico, o cenário potencial econômico e o cenário potencial de mercado.

Neste estudo utilizou-se o cenário eficiente, contemplando o potencial econômico para avaliar a alternativa de substituir o óleo combustível pela lenha em caldeira.

Assim, a redução do consumo da fonte substituída, em contrapartida com a fonte que deverá substituí-la, pode ser avaliada por meio de algumas variáveis econômicas e ambientais, como tipo de combustível, poder calorífico, eficiência do sistema de conversão e de uso-final, emissão de poluentes (CO₂) e custos. Essa análise, portanto, avalia, além dos custos econômicos para a indústria, os efeitos que a implementação da substituição implicará em termos de custos ambientais e outras externalidades.

4.3.2 Cálculo da Projeção da Demanda de Energia

4.3.2.1 Cenário Tendencial

As projeções da demanda do consumo total de energia, bem como daquelas oriundas da lenha e do óleo combustível na indústria de papel e celulose, foram realizadas utilizando-se

como referência a planilha de cálculo apresentada em JANNUZZI & SWISHER (1997), cujas características básicas são apresentadas a seguir.

A projeção de consumo do setor industrial requer que se tenha, para o ano base, o conhecimento das seguintes variáveis:

Intensidade Energética (I) = fluxo de energia por unidade de serviço. No caso da indústria pode ser definida como a quantidade de energia por tonelada do produto, requerendo o serviço de energia representada em kcal/R\$.

Produto Interno Bruto (PIB) = o valor da produção, a preços de mercado, realizada dentro das fronteiras geográficas do País (ROSSETTI, 1978: 543). Pode ser calculado também para um setor específico da economia. Segundo UGAYA (1996), para se realizar um estudo sobre energia em um determinado setor é necessário relacionar o consumo de energia deste com algumas variáveis sócio-econômicas. A autora cita estudos realizados por Chateau (1982) e Goldemberg *et alli* (1988), que demonstram que, no caso do setor industrial, a demanda por energia está diretamente relacionada com o Produto Interno Bruto, expresso em milhões de reais.

Horas-ano de trabalho (M) = é o número de horas por ano (horas/ano) de funcionamento do setor, admitindo-se que as indústrias funcionem durante os 365 dias.

Taxa de crescimento (TC) = é a estimativa de crescimento médio anual projetado para o setor em função de determinadas variáveis econômicas e representada em percentagem (%).

A energia total do setor $E(X)$ no ano base será, então calculada, pela equação expressa em tEP/ano:

$$E(X) = \text{PIB} * I * M$$

A partir da obtenção do valor correspondente à energia consumida pelo setor no ano base, em tEP/ano, é possível projetá-lo para o horizonte desejado, no caso, dez (10) anos, fazendo uso da equação⁸:

$$E(X + 10) = \text{PIB}(X + 10) * I * M, \text{ onde}$$

$$\text{PIB}(X + 10) = \text{PIB} * (I + \text{TC})$$

Uma vez que o estudo procura enfocar somente a substituição entre os energéticos óleo combustível e lenha, o consumo desses por uso final foi considerado apenas para a caldeira, tendo em vista que, de acordo com a AAE (1990), este equipamento absorve 100% da lenha e 85,58% do óleo combustível empregados no processo produtivo, sendo, portanto, o uso mais relevante para a avaliação da eficiência dos energéticos.

4.3.2.2 Cenário Eficiente

Para o cenário eficiente, onde se procuram verificar os efeitos da substituição entre energéticos, empregou-se a análise sobre o desempenho das tecnologias de usos-finais referenciado em JANNUZZI & SWISHER (1997). A análise procura comparar os energéticos,

⁸ Os cálculos das projeções foram realizados utilizando-se o *software* Mathematica for Windows (versão 2.2.3) da Microsoft.

no caso a lenha e o óleo combustível aplicados na caldeira, levando-se em conta especificidades relativas a cada um deles, tais como emissões de carbono, eficiência tecnológica e custos.

Para a realização dessa etapa consideraram-se as seguintes relações:

$$E = \text{Carga}/E_f$$

$$TE = E * DEC/DE = (DEC/DE) * \text{Carga}/E_f$$

$$CA = (C_{cap} * FRC) + (E * C_{comb}), \text{ onde}$$

E = Uso de energia anual (tEP/ano).

Carga (ou potência) = carga de energia útil anual (tEP/ano).

E_f = Eficiência da tecnologia do uso final (%).

TE = Taxa de emissão anual (ton./ano).

DEC/DE = intensidade de emissão do combustível (ton./tEP)

CA = Custo anual do serviço (\$/ano)

C_{cap} = Custo de capital da tecnologia de uso final (\$).

FRC = Fator de recuperação de capital⁹ = $[r(1+r)^n / (1+r)^n - 1]$, onde

r = taxa de retorno

n = vida útil do equipamento

C_{comb} = custo unitário do combustível (\$/tEP).

O potencial econômico de eficiência energética embute ainda, no Fator de Recuperação de Capital, o tempo de retorno dos investimentos e a taxa de retorno como auxiliares nos cálculos para se avaliarem os custos das medidas de implementação de substituição entre energéticos, à exemplo dos custos anuais e de energia economizada.

⁹ Fator de recuperação de capital é definido pela relação inversa entre o valor presente líquido e a sua distribuição em parcelas uniformes ao longo do fluxo de caixa (NORONHA, 1981).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados deste trabalho está dividida em duas partes. A primeira trata de uma discussão sobre os cenários de projeções de energia para o setor de papel e celulose do Estado de São Paulo, confrontando-os com a expectativa da demanda dos produtos pelo setor industrial. Na segunda discutem-se os impactos que a expansão das áreas reflorestadas, necessárias ao aumento da oferta de matérias-primas ao setor, ocasionará sobre a agricultura paulista.

5.1 Cenários de Projeções

5.1.1 Cenário Tendencial

A energia total estimada para o setor de papel e celulose do Estado de São Paulo, no ano base (1995), compreendeu as seguintes variáveis em seu cálculo:

A intensidade energética (I) foi obtida com os dados do ano anterior (1994), admitindo-se que a mesma relação se mantivesse para a estimativa do total consumido de 1995, e correspondeu a aproximadamente 4,15 Kcal/R\$ (a partir do BEESP, 1998).

O Produto Interno Bruto (PIB), para o ano base, foi obtido a partir dos dados do BEESP (1998), como sendo R\$ 3.105 milhões.

As horas/ano (M) de funcionamento das indústrias foi aquela estimada por UGAYA (1996), como tendo sido 1.095.

A taxa de crescimento (TC) médio anual estimada para o setor, de 4,2%, tendo como base o trabalho publicado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 1998b), sobre cenários macroeconômicos e setoriais para a economia brasileira, foi empregada como sendo o ritmo de crescimento observado nos últimos quatro anos.

Inicialmente, abordou-se o consumo energético total para o cenário tendencial do setor de papel e celulose considerando-se todos os energéticos que compõem a matriz da indústria.

O consumo total de energia pelo setor, no ano base, resultante da aplicação do modelo foi de 2.114.519 tEP. Este valor aproxima-se do consumo de energia efetivamente encontrado em 1995, que foi de 2.268.000 tEP (BEESP, 1998), com uma diferença percentual de 7,26%.

É importante ressaltar que a diferença entre esses valores não é tão significativa, dada a ordem de grandeza dos números, o que demonstra que a aplicação do modelo de usos-finais, ao incorporar informações relacionadas ao crescimento desejável da economia brasileira e utilizá-las para projetar a demanda dos serviços de energia em dado setor, representa um instrumental importante e bastante consistente para análises prospectivas.

A projeção do consumo de energia para o cenário tendencial em 2005 foi calculada em 3.190.720 tEP e, comparando-se mais uma vez as duas projeções, observa-se que o resultado obtido, tomando-se o dado real do ano base (1995), pelo mesmo método e da mesma taxa de crescimento, resultou num montante de 3.422.320 tEP.

Para o estudo específico do consumo dos energéticos, lenha e óleo combustível, desagregados por usos-finais na indústria de papel e celulose, considerou-se exclusivamente a caldeira, conforme explicações anteriores, tendo sido projetadas as participações percentuais dos consumos respectivos (100,00% e 85,58%) para o ano base e projetado.

No caso da projeção da lenha utilizaram-se os mesmos valores do ano base para as variáveis [PIB, M, E(X) e TC], à exceção da intensidade energética (I), estimada em função da participação do produto na matriz do setor.

Desta forma, os valores empregados foram: $I = 0,697$ kcal/R\$ (a partir do BEESP, 1998), PIB = R\$ 3.105 milhões (BEESP, 1998), $M = 1.095$ horas/ano (UGAYA, 1996) e TC = 4,2% a.a. (BNDES, 1998b).

O consumo de lenha no ano base, 1995, representou, então, 355.239 tEP, e a projeção do consumo no cenário tendencial para 2005 elevou este número para 536.041 tEP.

O cálculo da projeção do óleo combustível foi desenvolvido mantendo-se as mesmas observações feitas para a lenha, e as variáveis consistiram em: $I = 1,046$ kcal/R\$ (a partir do BEESP, 1998), PIB = R\$ 3.105 milhões (BEESP, 1998), $M = 1.095$ horas/ano (UGAYA, 1996), TC = 4,2% a.a. (BNDES, 1998b).

O cálculo do consumo total de óleo combustível no ano base foi de 532.859 tEP e para o cenário tendencial alcançou a cifra de 804.062 tEP.

Deve-se lembrar que o consumo de óleo combustível destinado à caldeira representa 85,58%, o que significa dizer que o consumo naquele uso final seria, na verdade, de 456.021 tEP, apontando uma tendência para 2005 do consumo de 688.117 tEP.

Os valores de consumo real no ano base para a lenha e óleo combustível, obtidos a partir dos dados apresentados pelo balanço consolidado do setor (BEESP, 1998), correspondem respectivamente a $307 \cdot 10^3$ tEP e $378 \cdot 10^3$ tEP, sendo que 85,58% deste valor corresponde a $323 \cdot 10^3$ tEP.

Em relação às projeções do consumo da lenha e do óleo combustível, desagregados pelo uso final caldeira, observa-se que os valores estimados apresentaram diferenças maiores em relação aos consumos reais, tanto no ano base como no ano projetado, como demonstra a Tabela 19.

Tabela 19. Consumo Real e Calculado de Lenha e Óleo Combustível por Uso Final no Setor de Papel e Celulose, Estado de São Paulo. 1995 e 2005.

Energético	1995		2005	
	Real (tEP)	Calculado (tEP)	Real Projetado(tEP)	Calculado (tEP)
Lenha	307.000	355.239	463.250	536.041
Óleo Combustível	323.492	456.021	488.136	688.117

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Ao contrário da pequena variação observada entre os valores estimados e reais para o consumo de energia pelo setor como um todo, no caso dos cálculos dos energéticos, desagregados por uso-final, as diferenças foram maiores. Para a lenha a variação representou 15,71% e para o óleo combustível 40,97%, tomando-se os consumos projetados para o cenário tendencial e o efetivamente realizado em 1995.

Se o referido modelo de projeção mostrou-se adequado quando expandido a todo o setor e tendo havido diferenças quando utilizado para o estudo do comportamento dos energéticos em seus usos finais, supõe-se que as intensidades energéticas admitidas, em função das porcentagens do consumo de cada um deles dentro da matriz energética da indústria, não refletem linearmente alguns aspectos intrínsecos e específicos de cada um, necessitando, portanto, de um estudo mais detalhado sobre as especificidades técnicas do setor.

Isto não significa, contudo, restrição ao modelo, mas sim que há necessidade de um aprofundamento em que se incluam aspectos operacionais e tecnológicos sobre o setor, em que se possam identificar as variáveis críticas para a melhoria gradual e continuada da aplicação do modelo.

Pode-se ainda discutir o impacto sobre a demanda de energia a partir de outros cenários para a economia brasileira e, desta forma, contrastá-los com o cenário de crescimento de 4,2%a.a.

A título de exercício, foram projetadas taxas de crescimento moderada do PIB em 3,8% e de alto crescimento em 5,0%, baseado em estudo do BNDES (1998b).

O consumo de energia pelo setor e as projeções para o uso de lenha e óleo combustível para o ano 2005, considerando essas taxas, podem ser observados nas Tabelas 28 a 35 (Anexo I).

5.1.2 Cenário Eficiente ou Cenário Potencial Econômico

A análise do desempenho relativo das tecnologias de uso final empregada para a realização do cenário potencial econômico para a lenha e o óleo combustível, considerando-se apenas a caldeira, foi realizada com as variáveis descritas a seguir, sendo os dados referentes ao ano de 1995.

A energia útil demandada pelo setor, necessária ao aquecimento da caldeira, foi de $630 * 10^3$ tEP/ano (BEESP, 1998). Esse valor representa a soma do total (100%) de energia da lenha ($307 * 10^3$) acrescido de 85,58% ($323 * 10^3$) de óleo combustível usados na caldeira.

Admitiu-se uma caldeira mista onde a lenha apresenta uma eficiência de 75% e o óleo combustível 88%, cujo valor foi estimado em R\$ 32 milhões¹⁰.

Com respeito às emissões produzidas pelo setor de papel e celulose, constatou-se que 1,09 mega toneladas de carbono por ano (MtC/ano) são lançados na atmosfera pela combustão da lenha, enquanto as emitidas pelo óleo combustível produzem 0,92 MtC/ano. Presumindo-se que as emissões relativas à lenha referem-se exclusivamente ao aquecimento da caldeira, aquela foi a taxa utilizada, ao passo que no caso do óleo combustível, como somente 85,58% do valor referenciado é empregado na caldeira, estabeleceu-se uma correspondência da taxa de emissão de 0,79 MtC/ano (BEESP, 1996).

O custo médio da lenha foi estimado em R\$ 150,25/tEP e o do óleo combustível em R\$ 247,52/tEP (BEN, 1998).

¹⁰ Informações fornecidas pelo Sr. José Roberto Lavras do Nascimento, representante de vendas da Ata- Combustão Técnica S.A., ao qual a autora agradece.

O fator de recuperação de capital foi calculado para duas situações distintas. Na primeira considerou-se a vida útil da caldeira em 15 anos, levando-se em conta a obsolescência técnica, e na segunda considerando o sucateamento físico em 30 anos. Para a outra variável que compõe os cálculos, a taxa de desconto, admitiu-se a taxa de juro paga pelas instituições financeiras às aplicações em poupança, ou seja de 6% ao ano, resultando nos respectivos fatores: 0,10 e 0,073.

Os resultados obtidos, usando-se as relações mencionadas para avaliar os custos anuais e as emissões de CO₂ para a caldeira acionada à lenha e à óleo combustível, podem ser observados na Tabela 20.

Tabela 20. Custos Anuais, Emissões de CO₂ e Custos de Energia para a Lenha e Óleo Combustível na Indústria de Papel e Celulose. 1995.

Energético	Custos Anuais (10 ³ R\$)		Emissões Anuais de CO ₂ MtC/ano	Custos de Energia R\$/tEP
	Vida Útil – 15 anos	Vida Útil – 30 anos		
Lenha	129.410	128.546	1,09	150,25
Óleo Combustível	180.401	179.537	0,79	247,52

Fonte: A partir de dados da pesquisa.

O tempo de vida útil do equipamento, parte integrante dos cálculos do fator de recuperação de capital, não representou um item de diferenciação importante, neste tipo de análise, uma vez que os valores das economias de custos anuais obtidos com o emprego de um ou outro foram absolutamente iguais, bem como os preços da energia economizada.

Assim, os cálculos utilizando-se o tempo de vida útil de 15 anos foram os seguintes:

Para a caldeira à lenha:

$$E = 630.000/0,75 = 840.000 \text{ tEP/ano}$$

$$TE = 1,09 \text{ MtC/ano}$$

$$CA = 32 \cdot 10^6 (0,10) + 840.000 (150,25) = \text{R\$ } 129.410.000,00$$

Para a caldeira à óleo combustível:

$$E = 630.000/0,88 = 715.909 \text{ tEP/ano}$$

$$TE = 0,79 \text{ MtC/ano}$$

$$CA = 32 \cdot 10^6 (0,10) + 715.909 (247,52) = \text{R\$ } 180.401.796,00$$

O cenário eficiente ou potencial econômico pôde ser analisado em função dos resultados obtidos para as várias economias calculadas. Assim, tem-se que as *economias de custos anuais*, obtidas pela diferença entre os custos dos energéticos, representaram R\$ 50.991.796,00 para substituir o óleo combustível pela lenha na caldeira.

Levando-se ainda em conta que o óleo combustível tem um valor de energia primária 1,6473 vezes superior ao da lenha teríamos uma *economia de energia primária* na ordem de 339.317 tEP/ano, calculada como segue:

$$EP = 1,6473 (715.909) - 840.000 = 339.317 \text{ tEP/ano}$$

O *custo do óleo combustível economizado* seria de R\$ 176,29/tEP, obtido pela relação:
 $\{32 \cdot 10^6 (0,10) + 840.000 (150,25) - 32 \cdot 10^6 (0,10)\} / 715.909.$

Portanto, o custo calculado é inferior ao preço considerado para aquele energético de R\$ 247,52 e, do ponto de vista econômico, o custo do óleo conservado pela medida de substituição pela lenha representaria uma alternativa vantajosa.

Já as economias de emissões anuais de 0,30 MtC/ano apontam uma vantagem para a manutenção do óleo combustível como energético.

5.1.3 Discussão sobre os Cenários

As projeções de energia do cenário tendencial no ano 2005 objetivaram avaliar se o consumo estimado seria suficiente para a indústria paulista atingir as metas de crescimento frente às expectativas de produção de papel e celulose. Para tanto na construção do cenário trabalhou-se com um crescimento médio do PIB de 4,2% a.a., valor equivalente aquele esperado pelo setor e considerado pelos analistas como plausível, uma vez que não exige grandes transformações da economia.

Nesse sentido, a análise prospectiva buscou congrega a evolução do consumo dos energéticos frente aos aumentos da capacidade produtiva, como forma de dar uma maior consistência ao estudo, contextualizando-o diante de uma possível trajetória do setor.

Por este motivo tratou-se, num primeiro momento, de se projetar o consumo de energia total do setor, e não desagregá-lo por usos finais. O resultado dessa projeção para o cenário tendencial apontou um consumo bastante próximo daquele calculado pela demanda industrial, como será visto no item 5.2.

O uso final caldeira foi considerado o mais relevante para se projetarem, no cenário tendencial, os consumos de lenha e óleo combustível, uma vez que a substituição entre eles também foi objeto desse estudo.

O cenário eficiente ou potencial econômico demonstrou que, sob o ponto de vista das economias de custos, existem benefícios em se substituir o óleo combustível pela lenha utilizados nas caldeiras da indústria paulista de papel e celulose, seja como medida de conservação de energia primária, oriunda de combustíveis importados, e portanto sujeito à aumentos de preço do petróleo no mercado internacional, como de vantagem dos custos anuais para a indústria.

Do ponto de vista ambiental a comparação entre as emissões de poluentes, especificamente do CO₂, um dos gases responsáveis pelo chamado efeito estufa, mostrou vantagem do óleo combustível sobre a lenha. No entanto, ressalte-se, conforme salientado no Balanço Energético do Estado de São Paulo, que as emissões produzidas pela combustão da biomassa, como a lenha, “não contribuem para o efeito estufa, desde que sua utilização seja acompanhada da equivalente reposição da matéria-prima vegetal, pois o processo de fotossíntese retira da atmosfera, a quantidade correspondente de carbono liberada na combustão. Existe consenso de que o uso da biomassa como energético em um sistema efetivamente renovável, ou seja, com reposição da biomassa utilizada, o balanço de CO₂ é nulo” (BEESP, 1996).

Por outro lado, para que as emissões de CO₂ sejam compensadas pela fotossíntese é necessário haver uma proximidade entre a indústria e as áreas reflorestadas, visto que a

importância está em se obter um equilíbrio entre emissão e assimilação de CO₂, e cuja mensuração é difícil de ser realizada.

Além disso, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 1998), o segmento de papel e celulose vêm dando ênfase a programas de conservação de remanescentes florestais nativos, como forma de atenuar a imagem de que as extensas plantações de espécies exóticas, como o eucalipto e o pinus, denominadas “desertos verdes”, pela ausência de biodiversidade, prejudiquem a imagem e os negócios do setor. Nesse sentido, empresários e profissionais ligados a este segmento têm procurado, mediante campanhas publicitárias, realçar a importância da silvicultura em promover o desenvolvimento sustentável das florestas e o papel social e econômico deste segmento na sociedade.

5.2 Projeção da Demanda de Papel e Celulose e Consumo de Energia

O conjunto de dados sobre a projeção do consumo da produção de papel e celulose e da base florestal no Brasil, para suprir a demanda no ano 2005, foi obtido em estudos realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES (1996 e 1998).

O consumo de papel, computando-se as categorias embalagem, imprimir e escrever, imprensa, cartões e cartolinas, sanitário e especiais, toma como base aquele registrado em 1995, cuja projeção deverá representar, no ano 2005, o consumo de 9.191 mil toneladas de papel.

Tabela 21. Consumo Aparente de Papel por Categoria. Brasil. 1995, 2000 e 2005.

Categoria	Ano		
	1995	2000	2005
Embalagem	2.293	2.899	3.879
Imprimir/Escrever	1.216	1.537	2.057
Imprensa	688	870	1.164
Cartão	544	688	920
Sanitário	480	607	812
Especial/Outros	212	268	359
Total	5.433	6.869	9.191

Fonte: BNDES (1996).

Para suprir a demanda estimada para o ano 2005 existe a necessidade de um acréscimo de 4,3 milhões de toneladas de papel e 3,6 milhões de toneladas de celulose, distribuídos conforme assinalado na Tabela 22.

Tabela 22. Acréscimos Necessários na Produção de Papel. Brasil 1996/2005.

Categoria	(em 1000 t)		
	1995	Acréscimo	2005
Embalagem	2.554	1.925	4.479
Imprimir/Escrever	1.790	1.008	2.798
Imprensa	282	532	814
Cartão	593	405	998
Sanitário	496	217	713
Especial	141	243	384
Total	5.856	4.330	10.186

Fonte: BNDES (1996).

Tabela 23. Acréscimos Necessários na Produção de Fibra. Brasil. 1996/2005.

Tipo	(em 1000 t)		
	1995 ⁽¹⁾	Acréscimo	2005
Fibra Longa	1.412	1.600	3.012
Fibra Curta	4.031	454	4.485
Fibra Reciclada	(2)	1.133	1.133
Pastas	493	484	977
Total	5.936	3.671	9.607

(1) Dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (1998).

(2) Sem informação disponível.

Fonte: BNDES (1996).

De acordo com as metas de aumento da produção, preconizadas pelo BNDES, serão necessárias as ampliações da capacidade produtiva, em média, 74% para papel e 62% para celulose.

No setor florestal a área de plantios, avaliada em cerca de 1,5 milhões de hectares de reflorestamento, necessitaria, para a expansão da produção estimada, de 600 mil hectares de novos plantios, o que significa, em termos de área bruta, isto é, computando-se as áreas de circulação e outras, o equivalente a 900 mil hectares.

Os investimentos previstos para suprirem os acréscimos são da ordem de US\$ 13 bilhões e estão distribuídos conforme Tabela 24.

Tabela 24. Investimentos Necessários na Indústria de Papel e de Celulose e Participação Percentual. Brasil.1996/2005

Atividade	(US\$ Milhões)	
	Investimento	%
Fábricas de Papel	4.763	37,04
Fábricas de Celulose e Pastas	4.667	36,29
Reflorestamento	480	3,73
Compra de Terras	450	3,50
Investimentos em Andamento	1.500	11,66
Investimentos de Reposição	1.000	7,78
Total	12.860	100,00

Fonte: BNDES (1996).

Considerando-se que as mesmas proporções sejam mantidas, no caso da indústria do Estado de São Paulo, têm-se as seguintes expectativas de aumento da produção industrial.

Tabela 25. Acréscimos Necessários na Produção de Papel e de Fibras. São Paulo 1996/2005.

Categoria	(Em 1000 t)		
	1995	Acréscimo	2005
Papel ⁽¹⁾	2.607	1.929	4.536
Celulose ⁽²⁾	1.679	1.041	2.720

(1) Inclui os tipos: embalagem, imprimir/escrever, imprensa, cartão, sanitário e especial.

(2) Inclui os tipos: fibra longa, fibra curta, fibra reciclada e pastas.

Fonte: ANFPC *apud* SEADE (1998) e dados da pesquisa.

A indústria paulista deverá, para suprir a demanda estimada para o ano 2005, produzir 1,9 milhões de toneladas de papel e 1,0 milhão de toneladas de celulose.

Em função do comportamento observado no ano base, onde o consumo real de energia, que correspondeu à 2.268.000 de tEP, possibilitou a produção de 4.286 mil toneladas de papel e celulose, admitiu-se a relação projeção do consumo de energia do cenário tendencial em

2005 para o setor, equivalente a 3.190.720 tEP, com a expectativa de demanda da indústria por fibras, necessárias para suprirem os mercados interno e externo, em 7.256 mil toneladas.

A estimativa do total da produção consumiria, extrapolando-se o dado base, a quantidade de energia equivalente de 3.839.619 tEP e, portanto, aproximando-se daquele projetado no cenário tendencial, ressalvando-se que a diferença entre os consumos, 20,34%, deveu-se à formulação de seus cálculos, uma vez que se impôs uma consistência ao trabalho quando do emprego de taxas iguais de crescimento para projetá-los.

5.3 Impactos na Agricultura

5.3.1 Projeção da Área Florestal

A base florestal paulista, de propriedade do setor, que representou 21,1% da área total reflorestada do país, no ano base de 1995, (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 1996) deverá equivaler a 205.426 hectares, para suprir a demanda de papel e celulose em 2005 e, admitindo-se a projeção de expansão da área reflorestada para o país (70%).

Do total da área estimada, considerou-se que 88% serão destinadas à produção de papel e celulose e 12% à energia, admitindo-se as mesmas proporções das médias relativas do volume da produção da indústria (MICT, 1998), o que significa, respectivamente, 180.775 ha e 24.651 ha.

Neste sentido, o cenário que se vislumbra, em função dos investimentos do setor industrial na base florestal, produzirá importantes reflexos sobre o setor agrícola paulista. Os

impactos decorrentes da expansão da área de reflorestamentos incorrerão, basicamente, em transformações na agricultura, na redistribuição regional da produção, no aumento da concentração fundiária, e ocupação da mão-de-obra agrícola, com efeitos no volume de emprego na agricultura.

No Estado de São Paulo foram realizados alguns estudos sobre a mudança da composição do setor agropecuário nas décadas de 70, 80 e início dos anos 90, que permitiram determinar a variação da área total do conjunto das atividades agrícolas, a alteração no nível de emprego, a direção desse movimento e o efeito substituição com que uma determinada atividade avançava sobre as áreas de outras lavouras (IGREJA & CAMARGO, 1992 e CAMARGO *et alii*, 1995)

Esse comportamento, conforme ressaltaram Veiga Filho & Yoshii *apud* CAMARGO *et alii* (1995), deveu-se ao fato de que “o Estado de São Paulo não tem mais fronteira agrícola externa a ocupar, ou seja, não conta com grandes áreas devolutas ou extensos maciços florestais que poderiam ser utilizados para uso agrícola, de acordo com o processo de evolução da agricultura que ocorreu no passado, feito por incorporação de áreas novas. Assim, qualquer expansão de área de atividades agrícolas que não ocorra por uso mais intensivo da terra, será feita por substituição de outras atividades”.

Os reflorestamentos somente foram contemplados no estudo publicado em 1995, que abrangia o período 1983-1993, o qual apontava, por sua vez, uma redução da área ocupada com a atividade, concluindo, por hipótese, ter ocorrido o abandono de plantios de baixa

produtividade e que haviam sido implantados com o objetivo único de obtenção de incentivos fiscais.

Em face da indisponibilidade de estudos mais recentes sobre a matriz provável de substituição entre as principais atividades agrícolas, assumiu-se que a ampliação da área com reflorestamentos, no período 1996-2005, pertencentes ao setor de papel e celulose, deverá dar-se proporcionalmente em função da área ocupada no ano de 1995, por cada uma das culturas que cederam áreas para as demais atividades, excluindo-se, evidentemente, aquelas com reflorestamentos (CAMARGO *et alii*, 1995).

Assim, foi possível analisar a intensidade dos impactos, tanto nas culturas exportáveis e/ou agroenergéticas, quanto nas lavouras alimentares, com desdobramentos diferenciados do ponto de vista econômico e social.

As atividades agropecuárias, que, pelos efeitos de substituição apontados, poderão ser deslocadas pela expansão do reflorestamento, são: café, algodão, feijão, milho, mamão, arroz, mandioca, pastagem natural, batata, amendoim, tomate, abacaxi, trigo e mamona.

As quantidades de hectares ocupados pelas atividades selecionadas estão publicadas em GRAZIANO DA SILVA (1996) e referem-se ao ano de 1995. As quantidades de mão-de-obra ocupadas em cada uma das culturas também foram obtidas na mesma publicação, exceção feita ao mamão e à pastagem natural¹¹.

¹¹ Nesses casos os coeficientes foram calculados a partir das informações contidas em ANUALPEC, 1997:160-161, para a pastagem natural, e se referem ao deslocamento da mão-de-obra necessária para a exploração da pecuária de corte com baixa produtividade, em pastagens nativas no Rio Grande do Sul, uma vez que para São Paulo só estão disponíveis informações sobre o uso da força de trabalho em gado de corte com alta produtividade e em pastagens formadas. Para os coeficientes do mamão foram consultados boletins técnicos da CATI (1986) e LUNA (1982).

As categorias de trabalhadores rurais contempladas usualmente nos levantamentos realizados por instituições de pesquisa como o Instituto de Economia Agrícola (IEA/SAASP) e a Fundação SEADE, e nas quais se baseia grande parte das pesquisas sobre o setor agrícola paulista, incluem o trabalho de diversas categorias da mão-de-obra na agricultura, dentre as quais, diaristas, volantes, administradores, tratoristas, mensalistas e capatazes.

Contudo, para o presente estudo, a análise sobre a ocupação de mão-de-obra não contemplou este nível de detalhamento, por exigir maior complexidade nos cálculos, e cuja discriminação não acrescentaria maiores ganhos dentro da perspectiva geral do deslocamento de mão-de-obra. Da mesma forma, não considerou a especialização da mão-de-obra utilizada nos reflorestamentos, que a diferencia daquelas ocupadas em outras atividades agrícolas.

Os dados sobre a quantidade de hectares e de homens-dias ocupados, em 1995, por atividade, e o deslocamento de área e mão-de-obra necessárias à expansão do reflorestamento estão listados na Tabela 26.

Tabela 26. Área Cultivada com as Principais Culturas e Demanda da Força de Trabalho Agrícola Efetiva e Deslocada. Estado de São Paulo. 1995 e 2005.

Cultura	1995			2005	
	Área		Homens-dia (1000hd)	Área Deslocada (ha)	Homens-dia Deslocado
	(1000ha)	%			
Café	268,54	6,50	19,21	13.350,67	955
Algodão	179,65	4,35	6,04	8.931,44	300
Feijão	237,12	5,74	4,21	11.788,60	209
Milho	1.200,04	29,04	3,64	59.660,90	181
Mamão	0,15	0,00	2,44	7,46	121
Arroz	132,13	3,20	2,26	6.568,94	112
Mandioca	49,34	1,19	1,95	2.452,98	97
Pastagem Nat.	1.924,18	46,57	1,16	95.662,06	58
Batata	27,86	0,67	0,23	1.385,08	11
Amendoim	79,08	1,91	0,18	3.931,52	9
Tomate	5,56	0,13	0,18	276,42	9
Abacaxi	3,81	0,09	0,17	189,42	8
Trigo	23,88	0,58	0,04	1.187,21	2
Mamona	0,67	0,02	0,02	33,31	1
Total	4.132,01	100,00	41,73	205.426,00	2.075

Fonte: A partir de GRAZIANO DA SILVA (1996).

Dos 205.426 hectares a serem incorporados pelos reflorestamentos, 46,57% seriam provenientes de pastagem natural, 29,04% de milho, 6,50% de café, 5,74% de feijão, 4,35% de algodão e os 7,80% restantes distribuídos entre as culturas de mamão, arroz, mandioca, batata, amendoim, tomate, abacaxi, trigo e mamona.

De acordo com CAMARGO *et alii* (1995), algumas observações feitas, em especial, acerca das culturas que cederam maior quantidade de área, são, ainda hoje, bastante pertinentes. No caso das pastagens naturais, apontam que, historicamente elas vêm dando lugar a outras atividades mais intensivas e rentáveis. No caso do milho, que embora apresente uma

área expressiva, normalmente é considerado, nas explorações agrícolas, como uma atividade complementar, com características de um cultivo espacialmente/regionalmente disperso, e com uma participação relativamente modesta como matéria-prima industrial.

Dentre as atividades agrícolas exportáveis tradicionais que sofreriam perda de área estão o café e o algodão. Neste caso, ambos apresentaram perda de dinamismo nos últimos anos em razão dos desestímulos do mercado internacional e da concorrência de outras regiões produtoras, como a Colômbia, África e América Central, para o café, e a penetração no mercado de fibras sintéticas oriundas do leste asiático, para o algodão (IGREJA & CAMARGO, 1992). Dos demais produtos exportáveis, o amendoim cederia 3.931,52 hectares e a mamona 33,31 ha aos reflorestamentos.

As lavouras de mercado interno, como feijão, milho, arroz, mandioca e trigo, se somadas, perderiam uma área correspondente a 81.659 hectares, tomados pelo efeito substituição. As lavouras intensivas, batata e tomate perderiam 1.661 hectares.

Das frutíferas, o abacaxi sofreria uma redução maior de área equivalente a 189 hectares, se comparado com o mamão, com 7,46 ha.

É importante relativizar, como observaram IGREJA & CAMARGO (1992), que o efeito substituição nem sempre significa decréscimo nas quantidades produzidas em determinadas culturas, à exemplo do arroz, batata e mandioca, que tiveram, no período analisado, aumentos de produtividade compensando as perdas das áreas cedidas. Outras culturas, no entanto, embora apresentando ganhos de produtividade, como o tomate e o café, sofreram queda na produção, em função da substituição.

Quanto ao deslocamento da mão-de-obra ocupada por atividade, observa-se pela Tabela 26 que o maior contingente estaria concentrado em culturas intensivas neste fator, ou seja, que necessitam do emprego de mão-de-obra, especialmente na época da colheita, como o café e o algodão. É interessante observar que, acrescentando-se os homens dias empregados nas culturas de feijão e milho, tem-se, somente com as quatro culturas, uma perda de 1.645 homens-dia ou 79% da mão-de-obra deslocada, em função do efeito substituição.

A expansão das áreas reflorestadas em 205.426 hectares representaria, no total, a perda de 2.075 homens dia nas culturas que cederiam área, contra o emprego de 1.647 hd, que teriam ocupação naquela atividade, portanto uma diminuição da demanda da força de trabalho de 428 hd.

Por outro lado, o aumento do contingente empregado na cultura do eucalipto contribuiria, como visto em GRAZIANO *et alii* (1996) e também ressaltado em BASALDI (1998), para uma diminuição da sazonalidade da utilização da força de trabalho agrícola. Essa maior estabilidade de emprego, no entanto, representaria uma diminuição de postos de serviços, que, aliados à ausência de ofertas de ocupação no meio rural, sejam elas agrícolas ou não, reduziriam o número de empregos no campo.

5.3.2 A Substituição do Óleo Combustível pela Lenha

Ao admitir-se a substituição total do óleo combustível pela lenha como energético nas caldeiras da indústria de papel e celulose em São Paulo, ter-se-ia, além da área florestal normalmente destinada a fornecer energia à indústria, um acréscimo, aqui denominado de

delta, necessário para suprir a quantidade de energia que deixaria de ser fornecida pelo óleo combustível.

Esse delta, por sua vez, ao refletir na expansão da área reflorestada, resultaria em aumento das substituições das atividades agrícolas e respectivos deslocamentos da mão-de-obra.

A projeção da área reflorestada para atender a demanda de mercado no ano 2005, como visto anteriormente, representaria 205.426 hectares, dos quais 24.651 de área alocada somente com fins energéticos. Empregando-se o total de energia útil necessária para acionar a caldeira ($630 * 10^3$ tEP), em 1995, o consumo projetado seria de 951.384 tEP; sendo todo ele originário da lenha, haveria, para efetivar a substituição analisada, um acréscimo de área da ordem de 25.975 hectares, ou seja, a expansão da área em 2005 passaria a compor-se de 50.626 hectares somente com fins energéticos, que, somados àqueles destinados à produção de papel e celulose, totalizariam 231.401 hectares.

Utilizando-se os mesmos dados apresentados na Tabela 26, sobre a quantidade de hectares e de homens-dias ocupados em 1995, por atividade, recalculou-se o deslocamento de área e mão-de-obra em função da substituição óleo combustível-lenha, bem como para o total acrescido deste delta, conforme a Tabela 27.

Tabela 27. Área Deslocada com as Principais Culturas e Demanda da Força de Trabalho Deslocada. Estado de São Paulo. 2005.

Cultura	Delta		Área Total	
	Área Deslocada (ha)	Homens-dia Deslocado	Área Deslocada (ha)	Homens-dia Deslocado
Café	1.688,12	121	15.038,79	1.076
Algodão	1.129,33	38	10.060,77	338
Feijão	1.490,60	26	13.279,20	236
Milho	7.543,80	23	67.204,69	204
Mamão	0,94	15	8,40	137
Arroz	830,61	14	7.399,55	127
Mandioca	310,17	12	2.763,14	109
Pastagem Nat.	12.095,95	7	107.758,01	65
Batata	175,14	1	1.560,22	13
Amendoim	497,12	1	4.428,64	10
Tomate	34,95	1	311,37	10
Abacaxi	23,95	1	213,37	10
Trigo	150,12	0	1.337,33	2
Mamona	4,21	0	37,52	1
Total	25.975,00	262	231.401,00	2.337

Fonte: A partir de GRAZIANO DA SILVA (1996).

A cessão de áreas das diferentes culturas manteria, tanto para o delta necessário à substituição do óleo combustível pela lenha, quanto para a área total, incluindo este delta, o mesmo comportamento analisado anteriormente, guardadas as respectivas alterações das quantidades de área.

Quanto à mão-de-obra, ocorreria, para a área correspondente ao delta, um deslocamento de 262 homens-dia, que acrescido ao necessário à expansão do setor, conduz a uma perda total da demanda da força de trabalho em 231.401 hectares de 2.337 homens-dia, frente aos 1.856 que seriam absorvidos pela atividade silvícola.

6. CONCLUSÕES

Do ponto de vista do planejamento, pensar a médio prazo é um desafio e uma necessidade. Nesse sentido, exercícios de cenários realçam a importância daquelas que podem ser consideradas alternativas para se atingir metas de crescimento, identificando as variáveis fundamentais para a concretização destas projeções.

Neste trabalho foram projetados e discutidos dois cenários para o consumo de energia na indústria de papel e celulose do Estado de São Paulo frente à expectativa de demanda da produção para o ano 2005, diante de uma perspectiva de crescimento moderado da economia brasileira.

Discutiu-se, ainda, a viabilidade da substituição do óleo combustível pela lenha, no processo de produção industrial, contemplando aspectos sócio-econômicos e ambientais.

Os resultados das projeções do consumo de energia para o setor em 2005, bem como da análise do potencial econômico da substituição entre os energéticos, mostraram que o modelo utilizado representa um instrumental importante e consistente para análises prospectivas, desde que se possua informações confiáveis e adequadas, no nível de detalhamento desejado, para as necessidades do cenário.

Sob a ótica da indústria, os consumos de energia projetados respondem satisfatoriamente às expectativas de aumento da produção de papel e celulose destinados ao abastecimento do mercado interno e às exportações. A análise econômica salientou os benefícios em se promover a substituição do óleo combustível, nas caldeiras, pela lenha

oriunda dos reflorestamentos integrados ao setor, devido à economia de custo com o combustível, refletindo nos resultados anuais.

A substituição do óleo combustível pela lenha, apesar de seu maior impacto na taxa de emissão de CO₂ que, no entanto, pode ser compensada pela maior área fotossintética proveniente dos plantios florestais adicionais, apresentou-se, ainda, como uma medida de conservação dos recursos naturais ao promover uma importante economia de energia primária, fonte estratégica dentro do atual modelo de desenvolvimento sócio-econômico e sujeita a possíveis crises de origem externa.

Sob o enfoque ambiental, a substituição de um combustível de origem fóssil por outro renovável pode ser visto como uma estratégia de desenvolvimento, uma vez que, possibilita um certo grau de independência de um recurso não renovável.

Quanto aos impactos no setor agrícola se concluiu que a ampliação territorial das áreas reflorestadas, necessárias à expansão do setor, devem intensificar o deslocamento das culturas que, historicamente, já vêm sendo substituídas por outras tão dinâmicas e rentáveis quanto as florestas plantadas. E, em relação à ocupação da força de trabalho tem-se um horizonte de redução, embora pequeno, da demanda pela mão-de-obra agrícola, ou seja, de restrição da oferta de emprego.

Finalmente, esses cenários podem auxiliar os responsáveis pela política de desenvolvimento do setor de papel e celulose, no estabelecimento de um programa que vise a substituição integral do óleo combustível pela lenha, ou ainda proporcionar elementos para se compatibilizar o desenvolvimento econômico do setor com os interesses sociais e estratégicos do país.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAE – Agência para Aplicação de Energia. **Uso Final de Energia nas Indústrias do Estado de São Paulo- 1986/1989**. CESP/CPFL/ELETROPAULO/COMGÁS. SICEN, 1990.
- ANUALPEC **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo, 1997. 329p.
- ANFPC – Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. **O Setor de Papel e Celulose Relatório Estatístico**. 1996. 13p.
- AMAZONAS, Maurício de C. **Economia do meio-ambiente: uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas**. Campinas: IE, UNICAMP, 1994. Dissertação (mestrado). 159p.
- BACHA, C. J. C. A expansão da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, 45(1):145-168, jan./mar. 1991a.
- _____. A situação atual dos dados sobre reflorestamento no Brasil. In: XXIX Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). **Anais ... Brasília-DF**. 1991b. p.120-137.
- _____. **A dinâmica do desmatamento e do reflorestamento no Brasil**. São Paulo: ESALQ, USP, 1993. Tese (Livre-Docência). 236p.
- _____. A importância atribuída aos recursos naturais nas formulações econômicas. In: XXXII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). **Anais ... Brasília-DF**. 1994. p. 854-875.
- _____. A Evolução do Desmatamento no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, 34(2):111-135, nov./dez. 1995.
- BARROS, J. R. M. de O Brasil e o Novo Cenário Internacional. In: XXXI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). **Aula Magna...** Ilhéus-BA. 1993. (mimeo).
- BASALDI, O V. Demanda da Força de Trabalho na Agricultura Paulista no Período 1990-97. **Informações Econômicas**. São Paulo, 28(4): 19-31, Abril 1998.

- BEESP – **Balço Energético do Estado de São Paulo**. Ano Base 1993. Secretaria de Estado de Energia. CESP. São Paulo. 1995.
- BEESP – **Balço Energético do Estado de São Paulo**. Ano Base 1994. Secretaria de Estado de Energia. CESP. São Paulo. 1996. 208p.
- BEESP – **Balço Energético do Estado de São Paulo**. Ano Base 1997. Secretaria de Estado de Energia. CESP. São Paulo. 1998.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. MACEDO, A R. P. & MATTOS, R. L. G. **A Trajetória de Crescimento dos Principais Produtores Brasileiros de Papel e Celulose – 1970/94**. BNDES Setorial nº 3. Março de 1996.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. MACEDO, A R. P. & VALENÇA, A. C. V. **O Terceiro Ciclo de Investimentos na Indústria de Papel e Celulose**. BNDES Setorial nº 4. Setembro de 1996a.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. MACEDO, A R. P.; VALENÇA, A. C. V. & MATTOS, R. L. G. **Indústria de Celulose e Papel: Necessidade de Investimentos**. BNDES. Maio de 1998.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. VALENÇA, A. C. V. & MATTOS, R. L. G. **Papéis de Imprimir e Escrever**. BNDES. Agosto de 1998a.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F. & NAJBERG, S. **Cenários Macroeconômicos e Setoriais para a Economia Brasileira – 1997-2002**. BNDES. 1998b.
- BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel. (<http://www.bracelpa.com.br>)
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA. **Balço Energético Nacional**. Brasília-DF. 1993. 140p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA. **Balço Energético Nacional**. Brasília-DF. 1995. 140p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional**. Brasília-DF. 1998.

- BRITO, José Otávio. Forest Resources Contribution to Energy Supplies in Brazil. In: 5th European Conference Biomass for Energy and Industry. **Anais ...** Lisboa. Portugal. 1989. 5p.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E INTEGRAL – CATI. **Manual Técnico das Culturas**. Campinas / SP. 1986. 518p.
- CAMARGO, A M. M. P. de *et alii* Alteração na Composição da Agropecuária no Estado de São Paulo, 1983-93. **Informações Econômicas**. São Paulo, 25(5): 49-81, Maio de 1995.
- CASTANHO FILHO, E. P. O Complexo Silvindustrial. **Florestar Estatístico**. São Paulo: Fundação Florestal, 1(3), nov. 1993-fev. 1994.
- CASTILHO, M. DOS R. **Barreiras Não Tarifárias: O caso da Imposição de Restrições Ambientais sobre as Exportações Brasileiras de Papel e Celulose**. Rio de Janeiro: UFRJ. Outubro de 1994. Dissertação (Mestrado) 106p.
- CELULOSE & PAPEL. Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. Ano XIV, nº 57. 1997. 34p.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988. 430p.
- CONYERS, D. & HILLS, P. **An Introduction to Development Planning in the Third World**. Scotland: John Wiley & Sons, 1984, 271p.
- CURSINO, E. A. **Análise do Consumo de Energia e Perspectivas da Demanda Residencial de Eletricidade em Rondônia**. Campinas: FEM, UNICAMP, 1998. Dissertação (Mestrado). 95p.
- DELGADO, G. C. **Capital Financeiro e Agricultura no Brasil: 1965-1985**. Coleção América Latina. São Paulo: Ícone Editora, 1985. 40p.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira. 1986.
- Fundação Florestal. **Florestar Estatístico**. 1(3). São Paulo-SP. 1993b.
- _____. **Florestar Estatístico**. 2(4). São Paulo-SP, mar./jun. 1994. 77p.

- _____. **Florestar Estatístico**. 3(8-9). São Paulo-SP, jul./out. 1995 – nov./1995/fev. 1996. 82p.
- _____. **Florestar Estatístico**. 4(11). São Paulo-SP, jul./out. 1996. 83p.
- FIBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. Brasil. Rio de Janeiro-RJ. 1985.
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, 1997. (<http://www.seade.gov.br>).
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, 1998. (<http://www.seade.gov.br>).
- FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.
- FURTADO, A. Opções Tecnológicas e Desenvolvimento do Terceiro Mundo. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.) **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995. p. 256-275.
- GONÇALVES, J. S. & SOUZA, S. A. M. Proibição da Queima de Cana no estado de São Paulo: simulações dos efeitos na área cultivada e na demanda pela força de trabalho. **Informações Econômicas**. São Paulo, 28(3): 21-40, Março de 1998.
- GRAZIANO DA SILVA, J. (coord.) *et alii*. O Rural Paulista Muito Além do Agrícola e do Agrário. **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, 10 (2). 1996. 17p.
- HÉMERY, D.; DEBIER, J. C. & DELÉAGE, J. P. **Uma História da Energia**. Trad. Sérgio de Salvo Brito. Brasília: Edunb., 1993. 447p.
- JANNUZZI, G. DE M. & SWISHER, J. N. P. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. Meio Ambiente, Conservação de Energia e Recursos Renováveis**. Campinas, SP: Autores Associados, 1997. 246p.
- IEA/SAASP **Anuários Estatísticos do Instituto de Economia Agrícola**. São Paulo, (vários anos).
- IGREJA, A. C. M. & CAMARGO, A. M. P. M. de **A Agropecuária Paulista**. In: São Paulo no Limiar do Século XXI. Diagnósticos Setoriais da Economia Paulista. 1992. p. 57-247.
- IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.26, nº 1. jan/1996.

- KRONKA, F. J. N. et alii. Inventário Florestal do Estado de São Paulo. In: 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro. Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Anais ...** set. 1993.
- LESOURD, J. B. & FABERON, J. Y. **Collection Que sais-je?** Presses Universitaires de France: Paris - France. 1994. 127p.
- LIMA, W. de P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais.** São Paulo: ARTPRESS. 1987. 114p.
- LIPIETZ, A. **Audácia: uma alternativa para o século 21.** São Paulo: Nobel, 1991.
- LUNA, J. V. U. Instruções para a Cultura do Mamão. Salvador. **Circular Técnica.** Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia S.A (EPABA), 1982. 22p.
- MAIMON, D. Responsabilidade Ambiental das Empresas Brasileiras: realidade ou discurso? In: CAVALCANTI, Clóvis (org.) **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez, 1995. p. 399-416.
- MARTINE, G. (org.) **População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1993. 207p.
- MARX, K. **O Capital: crítica da economia política.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro III, vol. VI. 1968.
- MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen & BEHERENS III, William W. **The Limits of Growth.** A Report of the Club of Rome Project. Potomac Associates Book, London, 1974.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Conservação de Energia no Brasil.** 1998. (<http://www.mct.gov.br>).
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Emissões de CO₂ Derivadas do Uso da Biomassa no Sistema Energético Brasileiro.** 1998. (<http://www.mct.gov.br>).
- MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. 1998 (<http://mre.gov.br>).
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1998 (<http://mma.gov.br>).
- NORONHA, J. F. **Projetos Agropecuários.** Piracicaba: FEALQ. 1981. 274p.
- ODUM, H. P. **Environment, Power and Society.** New York: Willey Interscience, 1981.

- PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1979. 102p.
- SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.
- SEKIGUCHI, Celso & PIRES, Elson L.S. Agenda para uma economia política da sustentabilidade: potencialidades e limites para o seu desenvolvimento no Brasil. In: Cavalcanti, Clóvis (org.) **Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995. p.208-230.
- SICCT. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia/Coordenadoria da Indústria e Comércio. **Biomassa Florestal como Fonte de Energia Alternativa na Substituição do Óleo Combustível. Uma Diagnose para o Estado de São Paulo**. São Paulo-SP. 1982. 95p. (Documento Síntese).
- SILVA, M. da **Tendências no Mercado Mundial de Celulose: A Regulação Ambiental e o Desenvolvimento Tecnológico**. Rio de Janeiro, UFRRJ, 1995. Dissertação (Mestrado) 136p.
- SZMRECSÁNYI, Tamás **O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil (1930-1975)**. São Paulo: Hucitec/UNICAMP (*Economia & Planejamento: Série Teses e Pesquisas*), 1979. 540p.
- TOLEDO, Y. I. M. de **Comportamento do Emprego na Silvicultura Paulista**. Campinas, IE, UNICAMP, 1994. Tese (Doutorado). 186p.
- UGAYA, C. M. L. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: uma aplicação na Região Administrativa de Campinas**. Campinas, FEM, UNICAMP, 1996 Dissertação (Mestrado). 189p.
- VEIGA FILHO, Alceu de A.; GATTI, Elcio U.; MELLO, Nilda T. C. de **O programa nacional do álcool e seus impactos na agricultura paulista**. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1980. 25p. (Relatório de Pesquisa, 8/80).
- VICTOR, M. A. M. **A devastação florestal. Sociedade Brasileira de Silvicultura**. São Paulo-SP. 1975.

VICTOR, M. A. M. & MONTAGNA, R. G. Análise panorâmica da situação florestal e efeito da Lei dos Incentivos Fiscais em São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**. São Paulo, (7):7-18.1970.

VIEIRA, A. H. G. (coord.) *et alii*. **Consumo energético no Brasil: perspectivas para 1990**. FDTE - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Co-edição CESP - São Paulo: Livraria Cultura Ed., 1978.

8. ANEXO I

Tabela 28. Projeção de Consumo do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 2005.

Setor	E(X) (tEP)	TC (%)	E(X + 10) (tEP)
P & C	2.268.000	4,2	3.422.320
		3,8	3.293.190
		5,0	3.694.330

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 29. Consumo de Energia do Setor de Papel e Celulose. São Paulo. 2005.

Setor	I (Kcal/R\$)	PIB (10 ⁶ R\$)	M (horas/ano)	E(X) (tEP)	TC (%)	E(X + 10) (tEP)
P & C	4,15	3.105	1.095	2.114.519	4,2	3.190.720
					3,8	3.070.330
					5,0	3.444.330

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 30. Projeção de Consumo de Lenha do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 2005.

Energético	E(X) (tEP)	TC (%)	E(X + 10) (tEP)
Lenha	307.000	4,2	463.250
		3,8	445.771
		5,0	500.071

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 31. Projeção de Consumo de Lenha por Uso Final do Setor de Papel e Celulose. 2005.

	I	PIB	M	E(X)	TC	E(X + 10)
Energético	(Kcal/R\$)	(10 ⁶ R\$)	(horas/ano)	(tEP)	(%)	(tEP)
Lenha	0,697	3.105	1.095	355.239	4,2	536.041
					3,8	515.815
					5,0	578.647

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 32. Projeção de Consumo Total de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 1995 e 2005.

	E(X)	TC	E(X + 10)
Energético	(tEP)	(%)	(tEP)
Óleo Comb.	378.000	4,2	570.386
		3,8	548.865
		5,0	615.722

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 33. Projeção de Consumo por Uso Final de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose a partir do Consumo Real. 1995 e 2005.

	E(X)	TC	E(X + 10)
Energético	(tEP)	(%)	(tEP)
Óleo Comb.	323.492	4,2	488.136
		3,8	469.718
		5,0	526.934

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 34. Projeção de Consumo Total de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose. 1995 e 2005.

	I	PIB	M	E(X)	TC	E(X + 10)
Energético	(Kcal/R\$)	(10 ⁶ R\$)	(horas/ano)	(tEP)	(%)	(tEP)
Óleo Comb.	1,046	3.105	1.095	532.859	4,2	804.062
					3,8	773.724
					5,0	867.971

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.

Tabela 35. Projeção de Consumo por Uso Final (85,58%) de Óleo Combustível do Setor de Papel e Celulose. 1995 e 2005.

	E(X)	TC	E(X + 10)
Energético	(tEP)	(%)	(tEP)
Óleo Comb.	456.021	4,2	688.117
		3,8	662.153
		5,0	742.810

Fonte: A partir dos dados da pesquisa.