

**BIOMASSA DE FLORESTAS PLANTADAS COMO FONTE
ALTERNATIVA DE ENERGIA EM SUBSTITUIÇÃO AO ÓLEO
COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL NO ESTADO DE SÃO PAULO**

RUBENS CRISTIANO DAMAS GARLIPP

Orientador: Dr. RICARDO BERGER

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Florestal.**

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho, 1982**

Aos meus irmãos,

REGINA , FREDERICO , JOSÉ e AUGUSTA,

a minha homenagem.

Aos meus pais,

MARIA e RUBENS, dedico

com eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

- Ao amigo e orientador Prof. Dr. Ricardo Berger, pela decisiva participação na minha formação científica;
- Aos Departamentos de Silvicultura e de Ciências Sociais Aplicadas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que me permitiram frequentar as disciplinas de pós graduação;
- A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, que financiou meu curso de mestrado, e ao Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq - pela cessão de bolsa de estudos;
- Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, inesgotável arcabouço de informações, cuja estrutura contribuiu para a realização deste trabalho;
- A Comissão Nacional de Energia - CNE - na pessoa do Dr. Carlos Eugênio Thibau e ao Conselho Nacional do Petróleo - CNP na pessoa do Gen. Oziel de Almeida Costa, pelo acesso aos dados cadastrais;
- Ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF que através das delegacias estaduais de São Paulo e Mato Grosso do Sul, permitiram a obtenção de dados relevantes à execução desta pesquisa.

- Às empresas reflorestadoras e consumidoras primárias de madeira no Estado de São Paulo, bem como às empresas transportadoras, que, atendendo às consultas formuladas, proporcionaram o suporte imprescindível à condução deste trabalho;
- Aos colegas eng^{os} florestais Arnaldo Salmeron e Antonio José Migliorini, pelas valiosas colaborações prestadas durante a execução deste trabalho;
- Ao Sr. Dirley W. Senne pela dedicação, eficiência e presteza na programação e computação eletrônica das informações básicas;
- À Sra. Maria Alice Metzker Poggiani, pelo auxílio no ordenamento da literatura citada;

Ao Prof. Dr. Luiz E.G. Barrichelo pelas críticas e sugestões apresentadas;
- À Srta. Lourdes de Souza Coelho, pela revisão dos originais;
- À Sra Randi Lynn Gonçalves e à colega eng^o florestal Petra Sylvia Roth pela prestativa colaboração na elaboração do summary;
- A todos aqueles que hipotecaram seu apoio, especialmente à Maria Aparecida Zago.

ÍNDICE

	página
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	xv
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A biomassa florestal como fonte de energia primária frente aos programas de substituição de óleo combustível no Brasil	4
2.2. Cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo	9
2.3. Evolução do reflorestamento no Estado de São Paulo e áreas de influência	11
2.4. Manejo e produtividade de florestas plantadas .	15
2.5. As atividades de transformação de madeira proveniente de florestas plantadas no Estado de São Paulo	19
2.6. Potencial energético da biomassa de florestas plantadas	21
2.7. Aspectos técnicos e econômicos da produção e utilização da biomassa de florestas plantadas como sucedâneo ao óleo combustível	24

2.8. Critérios de análise econômica da produção florestal	28
3. METODOLOGIA	35
3.1. Determinação do consumo atual e futuro de óleo combustível industrial no Estado de São Paulo .	35
3.2. Dimensionamento dos reflorestamentos no Estado de São Paulo e nas áreas de influência	37
3.3. Produção de biomassa de florestas plantadas e equivalência em óleo combustível	39
3.4. Determinação da demanda estadual por madeira de florestas plantadas	43
3.5. Viabilidade econômica da biomassa florestal como sucedâneo ao óleo combustível	45
3.6. Determinação do preço máximo de terras para reflorestamento	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1. Avaliação e projeção do consumo de óleo combustível no Estado de São Paulo	52
4.2. Área reflorestada e produção futura de madeira, no Estado de São Paulo	59
4.3. Balanço estadual entre demanda e oferta futura de florestas plantadas	71

4.4. Possibilidades de substituição do óleo combustí <u>í</u> vel industrial por biomassa de florestas planta <u>a</u> das no Estado de São Paulo e necessidades de plantio	80
4.5. Disponibilidade de biomassa florestal equivalen <u>u</u> te em óleo combustível nas áreas de influênc <u>i</u> a do Estado de São Paulo	90
4.6. Análise do custo unitário da utilização da bio- massa florestal em substituição ao óleo combus- tível	95
4.7. Análise econômica da produção florestal	101
4.8. Análise das condições econômicas de transporte de madeira	106
4.9. Preço máximo de terras para reflorestamento ...	110
5. CONCLUSÕES	116
6. LITERATURA CITADA	124
APÊNDICE 1	141
APÊNDICE 2	152
APÊNDICE 3	155
APÊNDICE 4	161
APÊNDICE 5	173

ÍNDICE DE TABELAS

tabela		página
1	Estimativa das áreas de matas nativas e de cerrados no Estado de São Paulo em 1979	12
2	Produtividade média das florestas de <i>Eucalyptus</i> spp no Estado de São Paulo e áreas de influência	40
3	Produtividade média das florestas de <i>Pinus</i> spp no Estado de São Paulo	41
4	Coefficientes técnicos de produção de biomassa de florestas plantadas	42
5	Valores de poder calorífico (Kcal/kg) à 30% de umidade, para madeira e resíduos	43
6	Custos de implantação e manutenção de florestas de <i>Eucalyptus</i> spp no Estado de São Paulo	48
7	Consumo paulista de óleo combustível por divisão regional administrativa (DA) a nível de segmento industrial - 1979	56

tabela

página

8	Consumo nominal projetado de óleo combustível a nível de segmento industrial no Estado de São Paulo - Década de 80	58
9	Área reflorestada anualmente no Estado de São Paulo com <i>Eucalyptus</i> spp por divisão regional administrativa, 1963-1984	63
10	Área reflorestada anualmente no Estado de São Paulo com <i>Pinus</i> spp por divisão regional administrativa	64
11	Produção futura de madeira de <i>Eucalyptus</i> spp durante a década de 80 a nível de divisão regional administrativa	67
12	Produção futura de madeira de <i>Pinus</i> spp durante a década de 80 a nível de divisão regional administrativa	69
13	Demanda industrial por madeira de <i>Eucalyptus</i> no Estado de São Paulo	72

tabela		página
14	Demanda industrial por madeira de <i>Pinus</i> no Estado de São Paulo	73
15	Demanda de madeira de <i>Eucalyptus</i> para fins energéticos tradicionais no Estado de São Paulo ...	75
16	Produção de resíduos florestais (<i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i>) equivalente em óleo combustível durante a década de 80 no Estado de São Paulo	81
17	Balanco estadual entre o consumo nominal de óleo combustível industrial e a disponibilidade de resíduos florestais no Estado de São Paulo	83
18	Substituição de óleo combustível industrial por biomassa florestal no Estado de São Paulo e previsão das necessidades de plantio	85
19	Substituição de óleo combustível pelos segmentos de celulose, papel e madeira, por biomassa florestal no Estado de São Paulo e previsão das necessidades de plantio	88

tabela	página
20 Disponibilidade potencial de biomassa proveniente de florestas de <i>Eucalyptus</i> implantadas nas áreas de influência do Estado de São Paulo (TEOC)	93
21 Custo da gigocaloria gerada pelo óleo combustível, carvão vegetal, madeira e resíduos da exploração de <i>Eucalyptus</i>	97
22 Valor líquido presente a diferentes taxas de juro anual para três níveis de produtividade de florestas de <i>Eucalyptus</i> spp no Estado de São Paulo	102
23 Preços mínimos de venda de madeira em pé em função do nível de produtividade e da taxa de juro desejada	105
24 Taxa de rentabilidade potencial para os três níveis de produtividade de florestas de <i>Eucalyptus</i> spp no Estado de São Paulo	107
25 Importância disponível e distância económica para transporte de madeira de <i>Eucalyptus</i> spp em função do nível de produtividade e da taxa de rentabilidade efetiva	108

tabela

página

26	Preço máximo a pagar por um hectare de terra para reflorestamento com <i>Eucalyptus</i> spp em função do nível de produtividade e da taxa de juro anual	111
27	Produção total mínima estimada para tornar economicamente viável o reflorestamento com <i>Eucalyptus</i> spp considerando-se o preço da terra igual a Cr\$ 200.000,00/ha	114

ÍNDICE DE FIGURAS

figura		página
1	Evolução do consumo anual de óleo combustível no Brasil e no Estado de São Paulo	53
2	Área total reflorestada anualmente no Estado de São Paulo, 1963-1984	60
3	Distribuição espacial dos reflorestamentos no Estado de São Paulo a nível regional. Período: 1963-1980	65
4	Balanco de madeira de <i>Eucalyptus</i> no Estado de São Paulo durante a década de 80	75
5	Balanco de madeira de <i>Pinus</i> no Estado de São Paulo, durante a década de 80	76
6	Localização das unidades industriais de consumo primário de madeira de reflorestamento no Estado de São Paulo	78
7	Áreas marginais à agricultura tradicional, potencialmente aptas ao reflorestamento	91

figura

página

8	Importância disponível para processamento e transporte de cada sucedâneo relativamente ao óleo combustível	98
9	Preço máximo a pagar por 1 ha de terra para reflorestamento com <i>Eucalyptus</i> spp em função da produtividade e da taxa de juro	113

RESUMO

BIOMASSA DE FLORESTAS PLANTADAS COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA EM SUBSTITUIÇÃO AO ÓLEO COMBUSTÍVEL INDUSTRIAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Este trabalho procurou diagnosticar as possibilidades de aproveitamento da biomassa de florestas plantadas no Estado de São Paulo como sucedâneo ao óleo combustível consumido pelas indústrias paulistas.

De início estimou-se o consumo previsto de óleo combustível para a década de 80 nas 11 divisões regionais administrativas do Estado. Posteriormente procedeu-se ao dimensionamento das áreas plantadas com *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp desde 1963 em cada região. Também foram dimensionados os reflorestamentos com *Eucalyptus* spp estabelecidos nas áreas de influência à economia florestal paulista (Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro).

A demanda interna estadual por madeira de reflorestamentos foi estimada para o período 1981-1990. Considerou-se a demanda ocasionada pelas indústrias de celulose e papel, chapas de fibras e madeira aglomerada, bem como a demanda representada pelo consumo energético já tradicional ocasionada por padarias, olarias, hotéis e outros estabelecimentos consumidores de lenha e carvão de *Eucalyptus* spp.

A biomassa florestal, representada por madeira e resíduos da exploração, foi convertida em toneladas equivalentes em óleo combustível.

As reais possibilidades de substituição de óleo combustível industrial durante a década foram analisadas frente aos programas governamentais e empresariais que preconizam o aproveitamento da biomassa florestal.

Considerações econômicas sobre a utilização energética da biomassa florestal são apresentadas. A viabilidade econômica da produção de florestas de *Eucalyptus* spp é discutida em função dos níveis de produtividade e face ao preço da terra vigente no Estado de São Paulo.

Sumariamente os resultados revelaram as seguintes indicações:

- 1 - O Estado de São Paulo, responsável por 40% do óleo combustível consumido no país apresentará uma demanda industrial de 14,8 milhões de toneladas no ano de 1990, concentrada principalmente nas re-

giões leste e sudeste do território paulista. Embora a maior concentração de florestas plantadas ocorra nessas regiões, o quadro geral de disponibilidade de madeira no Estado de São Paulo é pessimista.

- 2 - A curto prazo a disponibilidade de biomassa florestal é traduzida apenas pelos resíduos da exploração, cujo potencial energético (3,3 milhões de TEOC) possibilitaria substituir até 1990, cerca de 3,3% ao ano do óleo combustível demandado pelo parque industrial paulista;
- 3 - As indústrias que utilizam a madeira de florestas plantadas como matéria prima têm mais condições de aproveitar os resíduos como fonte de energia, podendo substituir, até 1990, cerca de 46% do consumo previsto de óleo combustível;
- 4 - Os reflorestamentos estabelecidos nas áreas de influência poderão oferecer um total acumulado de 53 milhões de estêreos durante a década. De outro modo, como insumo energético, as áreas de influência produzirão 4,4 milhões de TEOC no período, o que permitiria substituir 4,6% ao ano do óleo combustível consumido pelas indústrias paulistas;

- 5 - A biomassa florestal reúne condições favoráveis para substituir o óleo combustível industrial. Entretanto, face aos custos de produção, de transporte e ao elevado preço da terra no Estado de São Paulo, altos níveis de produtividade devem ser obtidos para viabilizar economicamente a produção florestal;
- 6 - O cenário florestal paulista clama pela intervenção governamental no sentido de reativar o reflorestamento estadual, cujas taxas anuais de plantio foram deprimidas desde 1973. Medidas de curto, médio e longo prazos, tais como preços mínimos para madeira e incentivos fiscais ajustados à realidade florestal paulista, devem ser implementadas para assegurar o abastecimento de matéria prima industrial e suportar a demanda por madeira com fins energéticos.

SUMMARY

BIOMASS FROM MAN - MADE FORESTS AS ALTERNATIVE
ENERGY SOURCE FOR SUBSTITUTION OF INDUSTRIAL
FUEL OIL IN SÃO PAULO STATE

The objective of this paper was to determine the possibilities for the utilization of biomass from forests planted in the State of São Paulo as a substitute for fuel oil consumed by São Paulo's industries.

First, a prevision of the expected fuel consumption in the 1980's was made for the eleven regional administrative sections of the state.

Next, the area planted to *Eucalyptus* spp and *Pinus* spp since 1963 in each region was assessed. *Eucalyptus* spp reforestations located in areas under the influence of São Paulo's forest economy (Mato Grosso do Sul and Triângulo-Mineiro) were also assessed.

The internal state demand for reforestation wood was estimated for the period 1981-1990. For this purpose, demands by the cellulose and paper, fiber wood and particle board industries were considered, as well as traditional energy consumption demands by bakeries, brick factories, hotels and other establishments consuming *Eucalyptus* spp firewood and coal.

By comparing the internal state demand with the forecasted wood production it was possible to gain some foresight as to the deficit/surplus of timber for the period under study.

Forest biomass which includes wood and residues resulting from exploration was converted into equivalent tons of fuel oil.

The actual possibilities of fuel oil substitution during this decade have been analysed in confrontation with governamental and private programmes involving forest biomass exploitation.

Some economic aspects of energetic use of forest biomass are shown. The economic viability of producing *Eucalyptus* spp forests is discussed in relation to productivity levels and considering the current land prices in São Paulo.

The development of this study relies on information and data available at governamental agencies, industrial associations, research institutes and in related literature.

In brief, the results led to the following conclusions:

1. The State of São Paulo, responsible for 40% of the Nation's fuel oil consumption, will have an industrial demand of 14.8 million tons in 1990, concentrated mainly in the East and Southeast of its territory;
2. Precisely these regions possess the highest density of man-made forests; however the general situation for wood availability in São Paulo is pessimistic, revealing a total lack of timber surplus available for industrial fuel oil substitution;
3. On a short term basis forest biomass availability is defined by the utilization of exploration residues, whose energetic potential (3,3 million of equivalent tons of fuel oil) could allow the substitution of about 3,3% / year of the fuel oil demanded by São Paulo's industries, until 1990;
4. Industries which use timber from man-made forests as raw-material, have better chances for using the residues for energy enabling a substitution of about 46% of the forecasted consumption, until 1990;
5. The reforestation located in areas under the States influence will be able to outstandingly contribute to alternate São Paulo's timber deficit, offering an total

amount of 53 million steres during the decade. Therefore, these areas will produce 4,4 million of equivalent tons of fuel oil during this period, allowing a fuel oil substitution of 4,4% / year;

6. Forest biomass prevents several favourable aspects for industrial oil substitution. However, very total productivity levels would be required in order to turn forest production economically practicable, in spite of the costs of production and transport, and high land prices in São Paulo;
7. The situation of forest activities in São Paulo requires governmental interventions, in order to reactivate the State's reforestations, which have suffered a depression of its annual planting rates since 1973. Short -, medium - and long-term revolutions, as for instance, minimum prices for timber, incitement of small and medium producers, fiscal incentives suitable to the actual forestry situation in São Paulo, should be elaborated in order to guarantee the industrial raw material supply and to support timber demand for energetic purposes.

1. INTRODUÇÃO

Os fatos e os motivos indutores da crise energética mundial, levada ao clímax pelas recentes conturbações internacionais, impuseram à economia universal uma inadiável busca de fontes alternativas de energia.

Tal preocupação é agravada no Brasil pelo fato do país apresentar um modelo energético apoiado em derivados do petróleo, de tal forma que a nação toda, em sua conjuntura econômica e social vem sofrendo os impactos da dependência externa de energia primária.

Calcada energeticamente no óleo combustível, a indústria paulista assume elevada importância sócio-econômica para o país. Nessa condição, e dado o custo proibitivo deste insumo para a manutenção dos atuais níveis de produção e crescimento do parque industrial do Estado, urge que esforços sejam conjugados para evitar que condicionantes adversos se interponham ao desenvolvimento da indústria estadual.

Dentro deste enfoque a biomassa oriunda de florestas plantadas, por suas características próprias e pelas condições ecológicas altamente favoráveis do Estado de São Paulo, tem sido apontada como uma opção lógica a ser utilizada em toda a sua potencialidade.

De fato, os planos governamentais contemplam a biomassa florestal como sucedâneo ao óleo combustível industrial. Sendo um recurso renovável, quando utilizada racionalmente poderá ser produzida eternamente, tornando-se inesgotável, além de permitir o aproveitamento de terras marginais à agricultura, bem como a geração de emprego.

Não obstante essas vantagens, o Estado de São Paulo dispõe hoje de tecnologia florestal altamente desenvolvida, com infraestrutura de produção e pesquisa de alto nível, capazes de transformar a biomassa no insumo energético essencial à manutenção das suas indústrias.

Entretanto, dada a representatividade da atividade florestal paulista no contexto nacional, as reais possibilidades de uso da biomassa para fins energéticos serão determinadas pela disponibilidade da matéria prima proveniente dos reflorestamentos. O impulsionamento e a intensificação de programas de substituição de óleo combustível industrial, apoiados em florestas plantadas serão, portanto, condicionados pelas perspectivas da viabilidade econômica da produção florestal.

Os objetivos principais deste trabalho são os seguintes:

- a) Analisar o consumo regional, atual e futuro de óleo combustível a nível de segmento industrial no Estado de São Paulo;
- b) Obter informações sobre a disponibilidade potencial, atual e futura de biomassa oriunda dos reflorestamentos realizados no Estado de São Paulo e nas áreas de influência à economia florestal paulista;
- c) Diagnosticar, a nível de divisão regional administrativa, as possibilidades de aproveitamento da biomassa de florestas plantadas em substituição ao óleo combustível industrial, durante a década de 80;
- d) Proceder à análise do custo unitário da utilização da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível;
- e) Proceder à análise econômica da produção florestal;
- f) Analisar as condições econômicas de transporte rodoviário de madeira de *Eucalyptus* spp;
- g) Determinar o preço máximo que o produtor florestal pode pagar pela terra com o objetivo de reflorestá-la com *Eucalyptus* spp.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A biomassa florestal como fonte de energia primária frente aos programas de substituição de óleo combustível no Brasil

Mais de 40% do consumo de energia primária no Brasil é proveniente do petróleo, importado na sua quase totalidade (CASTRO, 1977). Segundo GOLDEMBERG (1979a), o perfil deste consumo evidencia que o país não atravessa uma crise de energia, mas sim uma crise de combustíveis líquidos.

Tal constatação é reforçada pela matriz energética brasileira (MME, 1978 e IBDF, 1978a), que mostra o petróleo aumentando sua participação relativa ano a ano, passando de 9,2% em 1941 para 41,3% em 1980. Paralelamente, a madeira que, historicamente, sempre foi utilizada mais como combustível do que como matéria prima (SAEMAN, 1977a e BRITO e BARRICHELLO, 1979), teve sua participação relativa reduzida de 72,9% para 16,1% no mesmo período.

O declínio da madeira no balanço energético nacional não é privilégio apenas dos brasileiros. Embora ainda hoje, 50% da madeira cortada no mundo seja destinada à geração de energia, nos EUA sua queima como combustível atingiu o apogeu há cerca de um século (SAEMAN, 1977b).

No total brasileiro de energia primária consumida, a participação do carvão vegetal gira em torno de 3% ao ano. De acordo com estimativas do balanço energético nacional, este percentual deveria cair para 2,2% em 1985. Porém, o seu consumo como redutor, que foi contido por muitos anos, passa a ser incentivado pelo governo, e estudos do CONSIDER - Conselho Nacional de Siderurgia -, sugerem alterar as projeções iniciais, indicando a participação crescente das florestas de *Eucalyptus* na produção de carvão vegetal (FAGUNDES NETTO, 1980).

Causas políticas, institucionais e econômicas determinaram a contribuição decrescente da biomassa florestal como fonte de energia em favorecimento dos combustíveis fósseis.

Deve-se lembrar que em 1968 entrou em vigor a Portaria DC10 do IBDF, sobre reposição florestal obrigatória pelos usuários de lenha e carvão vegetal.

Como primeiro efeito ocorreu uma mudança nos hábitos domésticos nas grandes cidades, substituindo-se a lenha nos fogões por gás e eletricidade, ocasionando, posteriormente, a substituição maciça, principalmente da lenha, por derivados do petróleo nas indústrias nacionais (THIBAU, 1977).

Este autor lembra ainda, que a oferta abundante de petróleo, as sociada ao extraordinário desenvolvimento da petroquímica, de estimulou os estudos para aprimoramento dos recursos advindos das florestas naturais e plantadas, pois seus preços passaram a não ser competitivos. As restrições impostas praticamente aboliram o consumo da lenha, inclusive nos seus redutos mais primitivos, como o setor rural, onde foi paulatinamente substituída por derivados do petróleo (IBDF, 1980).

A contribuição das fontes de energia de origem fotossintética, especialmente da biomassa florestal, apesar de decrescente nas últimas décadas, é ainda responsável por expressiva parcela da energia primária consumida no Brasil. Em torno de 20%, comparável apenas ao petróleo e à energia hidráulica, este percentual demonstra que o uso da madeira tem papel destacado e, nas atuais circunstâncias, pode e deve ser encarado como opção importante para o abastecimento energético (FERREIRA, 1978).

O mesmo autor afirma que os maiores consumidores de lenha (60%) são as indústrias de produtos minerais não metálicos e a de produtos alimentares, sendo também expressivo o consumo das indústrias química, de papel e papelão e a de madeira. Quanto ao carvão vegetal, apesar de ser a indústria siderúrgica o maior consumidor (90%), e o único lançado nas estatísticas do balanço energético nacional, outros segmentos também o consomem (EMBRAPA, 1980).

Segundo MELLO (1979), os 118 milhões de metros

cúbicos de madeira utilizados como fonte de energia em 1977, possibilitaram a economia de 25 milhões de toneladas equivalentes de petróleo, evitando elevar em 50% a sua importação.

O reflexo dos preços do petróleo oligopolizados pela OPEP - Organização dos Países Produtores de Petróleo, na balança comercial do país, tornou imperativa a redução do consumo brasileiro de combustíveis fósseis.

A refinação do petróleo, da maneira como é feita no Brasil, produz gasolina, óleo diesel e óleo combustível em proporções similares que não podem ser muito alteradas (GOLDBERG, 1979b). Segundo este autor, a diminuição do consumo pode ser tentada, ou por melhorias técnicas ou por mudanças no estilo de vida, enfatizando que não há dúvidas de que qualquer progresso neste sentido será lento, restando como única possibilidade a adoção de substitutos.

O óleo combustível, utilizado exclusivamente para a geração de calor industrial, embora esta função possa ser exercida por diferentes fontes alternativas, representou em 1979 a considerável fatia de 32% do total de óleo bruto processado no país (CNP, 1980). Teoricamente, todos os segmentos industriais têm condições de promover a substituição por carvão ou lenha com pequenas alterações nos respectivos processos produtivos (LOPES, 1980 e MIC, 1980).

RODRIGUES (1980) declara que, dentre as alternativas potenciais com vistas à substituição de óleo combustível, se apresentam o carvão mineral, a madeira e seus deriva-

dos. O primeiro já é objeto de programa próprio e definido, de sorte que torna-se imprescindível o estabelecimento de uma política que tenha por objetivo a utilização da madeira como energético substitutivo do óleo combustível (MA, 1980a). Paralelamente à exploração de outras fontes, tal perspectiva vem de encontro à afirmação de GLASSER (1977) possibilitando, inclusive, que o país se volte à ampliação de seu desenvolvimento e não à redução no consumo de energia.

Configurada a necessidade de encontrar fontes alternativas e constatadas as possibilidades técnicas da substituição, alguns segmentos da indústria nacional já estão se mobilizando no sentido de reduzirem sua dependência da energia importada. Assim, as indústrias cimenteira (BARRETO, 1979), siderúrgica (RODRIGUES, 1980) e celulósico-papeleira (CHERKAASKY, 1980 e VILAS BOAS, 1980) responderam às evocações do governo e vêm adotando medidas de curto, médio e longo prazos, para promoverem a substituição do óleo combustível por carvão mineral e energéticos derivados da biomassa florestal. Submetido à CNE - Comissão Nacional de Energia - em outubro de 1980, o "Plano para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível" traz como metas a substituição de 5% do consumo industrial até 1985 e de 30% a partir de 1986 (MA, 1980a). O "Programa nacional de florestas energéticas" (MA, 1980b) sugeriu a utilização da biomassa florestal como sucedâneo ao óleo combustível, mediante plantios de 300 mil hectares de *Eucalyptus* em 1981 crescendo, posteriormente, a uma taxa de 10% ao ano.

A importância da biomassa florestal no quadro da política energética brasileira é traduzida ainda pela possibilidade de se produzir metanol e etanol da madeira, alargando o horizonte da substituição de combustíveis automotivo e industrial (GALLUF, 1979; GUILHON, 1979; PAULA, 1979; ZAGATO, 1979; CESP, 1980 e SOBRAL FILHO, 1980).

Tendo em vista o potencial da biomassa florestal no reordenamento da matriz energética brasileira, deve-se atentar para a recomendação do estudo "Possibilidades de substituição do óleo combustível no Brasil". Confrontando a demanda regional de óleo combustível com as ofertas futuras de biomassa florestal, este estudo enfatiza a necessidade de se dimensionar a disponibilidade física das florestas naturais e plantadas, notadamente na região sudeste do país, e em especial, no Estado de São Paulo. Só assim poder-se-á compatibilizar o processo substitutivo com a demanda projetada de óleo combustível sem prejuízo do atendimento das necessidades industriais de madeira.

2.2. Cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo

O fato de o "Plano para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível" contemplar a exploração de povoamentos nativos, induz à necessidade de se avaliar os remanescentes de florestas naturais no Estado de São Paulo.

VICTOR e MONTAGNA (1970) revelam que a cobertura florestal primitiva do Estado de São Paulo (século XVI) correspondia a 82% dos 25 milhões de hectares do território paulista e que, por volta de 1935, este percentual já havia se reduzido a 26%, ou seja 6,6 milhões de hectares.

VICTOR (1975) alega que esta desenfreada devastação teve como causas a lavoura extensiva apoiada na monocultura cafeeira, a alta taxa de crescimento da população e as necessidades de lenha e carvão consumidos por padarias, olarias, usos domésticos e para movimentar locomotivas a vapor. Também a estrutura fundiária de São Paulo, que até 1930 se caracterizava por latifúndios, dava lugar às pequenas e mêdias propriedades, contribuindo para o rendilhamento dos resquícios das matas.

De 1930 a 1950 a taxa de desmatamento foi de 2,5 milhões de hectares por década, cuja madeira era destinada também às siderúrgicas do Rio de Janeiro e de São Paulo. De 1950 a 1960 a taxa de desmatamento caiu para 1 milhão de hectares, já como consequência da deteriorada situação das matas naturais (VICTOR e MONTAGNA, 1970).

Em 1962, o levantamento aerofotográfico realizado pelo Instituto Agronômico de Campinas, registrou apenas 3,5 milhões de hectares de florestas nativas, caracterizadas por uma distribuição espacial bastante irregular, concentradas nas regiões de difícil acesso onde a população não podia exercer maior pressão (CHIARINI e COELHO, 1969).

Prosseguindo com os mesmos fatores do passado que determinaram a depauperação da vegetação nativa, o último levantamento, realizado em 1973, revelou que as florestas primitivas cobriam apenas 8,3% (2,1 milhões de hectares) do território estadual. (SERRA FILHO, 1974).

Na década de 70, o índice anual de desmatamento atingiu 45,5 mil hectares e, nos últimos anos, a taxa de desmatamento chegou a ser superior à de reflorestamento, traduzindo uma política florestal descompensada no Estado de São Paulo, (VICTOR *et alii*, 1980 e 1981).

Com o apoio das informações de Victor (1975) e indicações do levantamento realizado em 1973 (SERRA FILHO, 1974) o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - procedeu à estimativa dos remanescentes de povoamentos nativos no Estado de São Paulo, cujos resultados, por divisão regional administrativa, são apresentados na Tabela 1.

2.3. Evolução do reflorestamento no Estado de São Paulo e áreas de influência

O reflorestamento no Estado de São Paulo iniciou-se em 1909 pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro que optou pelo *Eucalyptus* como fonte supridora de combustível, mourões, cercas, postes e dormentes (ANDRADE, 1961). A partir de 1911 os plantios ganharam vulto e, em 1940, a área reflorestada totalizava 50 mil hectares (VICTOR e MONTAGNA, 1970).

Tabela 1. Estimativa das áreas de matas nativas e de cerrados por divisão regional administrativa do Estado de São Paulo em 1979

Tipologia Vegetal	1000 ha										Total	
	São Paulo	São Litoral	V.Pa- raíba caba	Soro- caba nas	Campi nas	Rib. Preto	Bauru	S. J. R. Preto	Ara- çatuba	Pres. Prudente		Marília
Mata primária	66,0	455,0	87,0	250,0	47,0	38,0	21,0	29,0	15,0	58,0	28,0	1.094,0
Mata secundária	73,0	75,0	68,0	174,0	41,0	44,0	20,0	46,0	34,0	49,0	21,0	645,0
Total	139,0	530,0	155,0	424,0	88,0	82,0	41,0	75,0	49,0	107,0	49,0	1.739,0
% sobre o total de matas	8,0	30,0	9,0	24,0	5,0	5,0	3,0	4,0	3,0	6,0	3,0	100,0
Cerradão	-	-	-	6,0	-	37,0	12,0	16,0	18,0	2,0	2,5	77,3
Cerrado	-	-	-	48,0	49,0	244,0	82,0	33,0	23,0	8,0	39,0	526,0
Campo cerrado	-	-	-	37,0	14,0	32,0	3,0	1,0	0,2	2,0	0,5	89,7
Campo	0,6	-	4,0	6,0	1,0	-	-	-	-	-	-	11,6
Total	0,6	-	4,0	97,0	64,0	313,0	97,0	50,0	25,0	12,0	42,0	704,6
% sobre o total de cerrados	0,1	-	0,6	14,0	9,1	44,0	14,0	7,0	3,5	1,7	6,0	100,0

FONTE: IPT (1980a)

Após 1945, com o uso crescente de óleo diesel e com a eletrificação das linhas das estradas de ferro, a considerável reserva de *Eucalyptus* interessou às indústrias de celulose e papel e, mais tarde, às de chapas de fibras que passaram a incrementar o reflorestamento através de plantios próprios e da política de fomento. Em 1950 já existiam 140 mil hectares plantados no Estado de São Paulo (VICTOR, 1975).

Em 1962 havia 373 mil hectares reflorestados, 95% dos quais com *Eucalyptus* e 5% com *Pinus* (CHIARINI e COELHO, 1969). Aliás, este segundo gênero foi introduzido em 1956/57 (VICTOR e MONTAGNA, 1970).

Até 1967, São Paulo abrigava cerca de 70% das florestas plantadas no Brasil. A partir daí, com o advento dos incentivos fiscais, as áreas reflorestadas, anualmente, foram aumentando. Entretanto, se após 1967 as florestas homogêneas brasileiras sofreram incremento de 17% ao ano, totalizando em 1979 uma área superior a 3 milhões de hectares, no mesmo período as áreas reflorestadas em São Paulo cresceram a taxas bem inferiores (EXAME, 1979). Até 1978, Beattie e Ferreira (1978) informam que a área reflorestada, apenas via incentivos fiscais, perfazia 910 mil hectares no Estado de São Paulo.

Analisando a evolução do reflorestamento estadual, Berger (1979) considera que as elevadas taxas de plantio verificadas no início do programa de incentivos fiscais, em contraposição às menores taxas dos últimos anos, são reflexo da legislação pertinente.

Na verdade, desde o início do reflorestamento incentivado, a implantação de florestas vem apresentando uma mobilidade espacial bem nítida, motivada não só pelos condicionantes institucionais como também pelo preço da terra.

Em 1970 já se verificava o deslocamento dos reflorestamentos para a zona sudoeste do Estado e, a partir de 1972, o caminhar para outros Estados da União, como Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Sul da Bahia e Triângulo Mineiro. (BEATTIE e FERREIRA, 1978).

No Mato Grosso do Sul, o reflorestamento iniciou-se em 1970 e teve um impulso tal, que em 1979 a área plantada equivalia a 11% do total nacional (COALBRA, 1980). As florestas foram estabelecidas no eixo Campo Grande-Três Lagoas e sem previsão de uso final.

Em Minas Gerais, até 1973, as regiões Sul, Centro Sul e Vale do Rio Doce detinham 62% da área total reflorestada no Estado. Com o redirecionamento da localização dos novos reflorestamentos aquelas regiões tiveram sua participação relativa reduzida em 1979 a 26% (BDMG, 1980). Paralelamente, a participação das regiões Centro-Oeste, Vale do São Francisco, Vale do Jequitinhonha e Triângulo Mineiro, aumentou consideravelmente. No caso particular do Triângulo Mineiro, os reflorestamentos também foram realizados sem previsão de uso final e as informações disponíveis indicam que apenas 7% da área reflorestada está comprometida (COALBRA, 1980).

2.4. Manejo e produtividade de florestas plantadas.

Os reflorestamentos paulistas objetivam principalmente a produção de madeira industrial e, conseqüentemente, a silvicultura tem sido orientada no sentido de se obter povoamentos puros, regulares, densos e produtivos em curtos períodos de rotação (MELLO, 1972).

As florestas de *Eucalyptus*, têm sido implantadas sob espaçamento de 3 x 1,5m ou 3 x 2,0m, com fertilização de 100 a 200gr de adubo por planta de uma formulação de NPK-10-28-6.

A prática de manejo é a talhadia regular com três cortes sucessivos, os quais, até recentemente, eram feitos aos 7, 14 e 21 anos de idade. Porém, a tendência é abreviar a rotação, com o primeiro corte variando dos 6 aos 8, o segundo aos 12 ou 13 e o terceiro aos 17 ou 18 anos de idade (BEATTIE e FERREIRA, 1978). Raramente são feitos desbastes, contudo já se observa em alguns povoamentos a associação de cortes rasos com a manutenção de 100 a 150 árvores por hectare após o primeiro corte, com vistas à produção de postes, dormentes ou madeira para serraria (GALVÃO, 1976 e SIMÕES, 1978). Na desbrota, realizada 10 a 14 meses após o corte, são deixados 2 a 3 brotos por touça.

Dependendo da produtividade e da porcentagem de falhas da brotação, uma nova concepção de manejo está sendo introduzida, segundo a qual, ou se procede à reforma ou se

promove o interplântio da floresta (FREITAS et alii, 1979).

A implantação de florestas de *Eucalyptus* com finalidade exclusivamente energética, onde seriam adotados espaçamentos reduzidos visando abreviar os ciclos de corte tem sido sugerida por alguns silvicultores. Entretanto, a adoção desta técnica tem gerado muita polêmica entre os pesquisadores (POGGIANI et alii, 1979 e BALLONI et alii, 1980).

FREITAS (1980) sugere aumentar o diâmetro mínimo de utilização da madeira industrial, considerando a madeira acima de 8 cm de diâmetro ideal para celulose e, abaixo deste limite, a madeira seria destinada à queima na caldeira.

REZENDE et alii (1980) apresentam resultados, aos 3 anos de idade, obtidos na exploração parcial de um povoamento de *E. grandis* no espaçamento 1 x 1,5 m, onde foram eliminadas fileiras intercaladas transformando o espaçamento inicial em 3 x 1,0 m.

A produtividade de uma floresta está na dependência de fatores inerentes à própria espécie, bem como dos fatores ambientais. (BONILLA, 1971), reunindo dados da literatura, discorre sobre os reflexos das variáveis edáficas e biológicas sobre o crescimento das florestas.

Inúmeros trabalhos dão conta de que a escolha da procedência adequada, uso de sementes melhoradas, produção de mudas, fertilidade do solo, preparo do solo, espaçamento de plantio, tratos culturais, proteção fitossanitária e manejo

são fatores que determinam o nível de produtividade (PRYOR, 1971; MELLO et alii, 1971; GOLFARI et alii, 1980; SALMERON et alii, 1980; MENDES FILHO e SUITER FILHO, 1979 e KAGEYAMA, 1980).

Em função desses condicionantes, torna-se difícil adotar um nível médio de produtividade. BEATTIE e FERREIRA (1978) enfatizam que os povoamentos de *Eucalyptus* implantados no Brasil ressentem-se de elevada desuniformidade no tocante às taxas de crescimento. Em seu trabalho optaram por estabelecer três níveis, correspondentes a 29,4; 25,1 e 20,9 m³ com casca/ha/ano para os cortes realizados aos 7, 12 e 17 anos de idade. Estudo do Ministério da Indústria e Comércio (1980) revela que as taxas de incremento anual das florestas pertencentes às empresas ligadas à siderúrgicas situam-se em torno de 22 estêreos/ha/ano. Segundo CHEVRAND e ASSIS (1980), empresas maiores deste mesmo segmento industrial alcançam até 30 estêreos/ha/ano. O setor de celulose e papel, de acordo com esta mesma fonte, relata rendimentos de 34 estêreos/ha/ano em São Paulo e 45 estêreos/ha/ano no Espírito Santo.

No Estado do Mato Grosso do Sul, estima-se incrementos entre 15 e 18 estêreos/ha/ano, como média para as florestas de *Eucalyptus* (COALBRA, 1980). Para os plantios realizados até 1974, são relatados rendimentos de 9,3 a 13,6 m³ com casca/ha/ano (FUPEF, 1978). Em 1979, inventário realizado pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF, 1979) determinou, para a região, taxas médias de crescimento ao redor de 13,5 estêreos com casca/ha/ano.

Para as florestas do Triângulo Mineiro, os únicos dados disponíveis são encontrados em FUPEF (1978). De acordo com esta fonte, os incrementos médios das florestas de *Eucalyptus* variam de 7,8 a 12,2 estéreos/ha/ano.

O manejo de florestas de *Pinus* não é tão definido como no caso dos *Eucalyptus* e tem ainda um caráter experimental, pois os povoamentos mais antigos foram implantados em 1957. Entre as indústrias de celulose pensa-se aplicar rotação de 20 anos com desbastes aos 8, 12 e 15 anos. Embora esta opção seja viável quando se objetiva a produção de celulose, não parece ser ideal na produção de madeira para laminação e serraria (BEATTIE e FERREIRA, 1978).

Geralmente o primeiro desbaste é feito entre 7 e 9 anos e os desbastes subsequentes são realizados a cada 3 ou 4 anos, com corte final previsto entre 25 e 30 anos. Os esquemas de exploração variam, podendo ser sistemáticos, seletivos ou uma combinação dos dois (SIMÕES et alii, 1974 e SIMÕES, 1978).

No manejo de povoamentos de *Pinus*, cujos desbastes proporcionam boa distribuição das plantas remanescentes, vem sendo incrementada a prática de resinagem (NICOLIELO e BERTOLANI, 1979). A condução do povoamento visando obter madeira valorizada para usos mais nobres, inclui a desrama artificial (NEGREIROS, 1976; FONSECA, 1978 e SPELTZ e DISMANN, 1979).

A exemplo do que ocorre com qualquer essência florestal, a produtividade dependerá também dos fatores in-

trínsecos à espécie bem como do ambiente e do sistema de manejo.

VICTOR et alii (1972), adotando uma rotação de 25 anos, assumiram rendimento total de 182 m³/ha de madeira fina e 230 m³/ha de madeira para serraria. Dados médios de produtividade para florestas de *Pinus* no Brasil são encontrados também no trabalho de MUTHOO et alii (1977).

Para o Estado de São Paulo, dados particularizados de crescimento em função da espécie/procedência e local, são encontrados em KAGEYAMA et alii (1977); NICOLIELO (1978) e NICOLIELO e BERTOLANI (1979).

A despeito da enorme dificuldade em se adotar níveis representativos de produtividade média para povoamentos de *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp, VICTOR et alii (1980) sugerem que o avanço tecnológico da silvicultura deve ser considerado, sempre que se pretende projetar a produção das florestas plantadas.

2.5. As atividades de transformação de madeira proveniente de florestas plantadas no Estado de São Paulo.

No Estado de São Paulo a madeira dos reflorestamentos é utilizada fundamentalmente para o abastecimento das indústrias celulósico-papeleiras, de chapas de fibras e de aglomerados; com menor importância é empregada nas siderúrgicas como carvão vegetal (BERGER, 1976).

A indústria de serraria e laminação de *Pinus* e *Eucalyptus* é incipiente, ao passo que pequena porcentagem é destinada para dormentes, postes e artefatos de madeira.

Enquanto os *Pinus* são utilizados para a fabricação de celulose e de madeira aglomerada, cobrindo 9% da demanda industrial, os *Eucalyptus* atendem 91% desta demanda, sendo utilizados tanto pelas indústrias de celulose e de madeira aglomerada, como pela de chapas de fibras (CIANFLONE, 1973 e IPT, 1980b).

De acordo com o levantamento efetuado pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - em 1977, 75% das espécies plantadas foram consumidas pela indústria de celulose e papel e 23% pelas indústrias de chapas de fibras e de madeira aglomerada. Considerando apenas os *Eucalyptus*, 78,6% foram utilizados pela indústria de celulose e papel, 19,2% pela de madeira aglomerada e de chapas de fibras, sendo que o restante foi destinado para a confecção de postes, serrarias e artefatos de madeira (IPT, 1980b).

No ano de 1978, a Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose registrou para São Paulo uma capacidade nominal instalada de 64 mil toneladas de celulose de fibra longa e 971 mil toneladas de celulose de fibra curta. Considerando uma ociosidade de 30%, e levando em conta os fatores de conversão (7,2 stsc/t. celulose de fibra longa e 5,5 stsc/t. celulose de fibra curta) a indústria paulista de celulose consumiu o equivalente a 387 mil estêreos com casca de madeira de *Pinus* e 4,37 milhões de estêreos com casca de madeira de *Eucalyptus*. Esses números refletem a importância da atividade florestal paulista dentro da conjuntura econômica

do país, na qual é responsável por 46% da produção nacional de celulose e 53% da produção de papel (ANFPC, 1978). A indústria de chapas de fibras, que consome exclusivamente madeira de *Eucalyptus*, com apenas duas empresas abastece o mercado interno e exporta 40% dos excedentes da produção (estimada em 350 t/dia no ano de 1978). A indústria de madeira aglomerada, cuja matéria-prima é fundamentalmente a madeira de *Pinus* apresentou em 1978, capacidade instalada em torno de 100 mil metros cúbicos de produto (IPT, 1980b).

Dentro deste cenário encontra-se, ainda, a madeira de *Eucalyptus* como fonte de energia tradicional, representada pela queima direta da lenha ou como carvão vegetal, consumidos pelas cerâmicas, olarias, hotéis, padarias e outros segmentos industriais e comerciais (IBDF, 1978b e IBDF, 1979).

2.6. Potencial energético da biomassa de florestas plantadas

Segundo BEREZOWSKY (1979), biomassa é o material orgânico contido no conjunto de plantas (floresta plantada, plantas não convencionais e culturas agrícolas propriamente ditas), resíduos agrícolas e florestais, resíduos animais e despejos urbanos passíveis de utilização como fonte energética.

Os resíduos florestais compreendem o material originado das árvores e que permanece no campo após a exploração e desbrota, ou seja, a biomassa não comercial represen-

tada pelas árvores dominadas ou mortas, casca, galhos, ponteiros, folhas e brotos. Há, ainda, as touças e raízes que são consideradas resíduos, mas que, nas condições atuais, carecem de estudos para sua utilização, podendo causar danos ao solo, além de, no caso de *Eucalyptus* se prestarem à regeneração da floresta (COUTO e BRITO, 1980). O aproveitamento das folhas também é questionável pelo fato de representarem, nas florestas à idade de corte, por volta de 5% da matéria seca total e conterem, em algumas situações, mais de 50% dos nutrientes essenciais às plantas (HAAG et alii, 1977; BALLONI et alii, 1979 e CASTRO e POGGIANI, 1980). Dada a baixa representatividade das folhas como matéria seca e os atuais preços de fertilizantes que deveriam ser adicionados ao solo para manter a produtividade do sítio, é recomendável que na exploração dos resíduos as folhas permaneçam no solo (POGGIANI, 1980).

Relatam-se diversos métodos de inventário na literatura (BAILEY, 1969 e FAUROT, 1977). COUTO e BRITO (1980) consideram que o inventário de resíduos florestais requer a unidade de peso como medida quantitativa e que, para a determinação de seu potencial energético, a unidade mais adequada seria o poder calorífico. Também para a madeira, MELLO et alii (1972) já consideravam mais interessante expressar a quantidade de matéria prima em termos de peso seco.

BRITO e BARRICHELO (1978) enfatizam que na utilização da madeira como combustível, várias propriedades são importantes e devem ser consideradas. Junge (1975), Arola (1976)

e Corder (1976a), citados por aqueles autores, afirmam que poder calorífico, análise elementar, análise imediata, teor de umidade e densidade da madeira são fatores importantes a serem julgados.

BRITO e BARRICHELO (1979) citam variação de 3000 a 5400 kcal/kg para o poder calorífico da madeira. CORDER (1976b) cita uma variação para madeira de não resinosas de 4000 a 4250 kcal/kg, sendo que para madeira de resinosas os valores se situam entre 4300 a 4850 kcal/kg, e para casca, entre 4400 a 5400 kcal/kg. KROGH (1979), determinou valores de 2774 kcal/kg e 1620 kcal/kg, respectivamente para madeira e resíduos com 35% de umidade.

MELLO (1979), assumindo uma produtividade otimista para florestas de *Eucalyptus* estimou que 1 ha produziria o equivalente a 28 barris de petróleo por ano.

Com o objetivo de avaliar o potencial energético da madeira de algumas espécies de *Eucalyptus* aos 3 anos de idade, MIGLIORINI et alii (1980) obtiveram os resultados de 12 TEOC/ha ^{a/} para *E. saligna*, 11 TEOC/ha para *E. grandis*, 8,5 TEOC para *E. urophylla* e 6,3 TEOC para *E. citriodora*.

Outros resultados, também recentes, relatam o potencial energético da biomassa de florestas plantadas nas áreas de atuação de empresas do Estado de São Paulo.

^{a/} TEOC = toneladas equivalentes de óleo combustível por hectare.

FAZZIO (1980) apresenta os valores de 2812, 2745 e 2526 Kcal/kg, respectivamente para madeira, copa e casca a 25% de umidade em *E. saligna* com 8,5 anos de idade.

BALLONI et alii (1980), compilando dados da literatura, informam que os resíduos de florestas de *Pinus* e de *Eucalyptus* podem contribuir, em média, com 25% a mais de matéria seca do que produziria uma floresta explorada nos padrões tradicionais. Considerando um poder calorífico de 3000 Kcal/kg para os resíduos, e de 10500 Kcal/kg para o óleo combustível, os resultados indicaram que os resíduos podem fornecer de 4 a 12 toneladas equivalentes de óleo combustível por hectare, em função da idade do povoamento.

2.7. Aspectos técnicos e econômicos da produção e utilização da biomassa de florestas plantadas como sucedâneo ao óleo combustível

A biomassa florestal apresenta diversas possibilidades de utilização energética, como a queima direta da madeira e resíduos ou do produto transformado (carvão), gasificado (metanol) ou hidrolisado (etanol).

A viabilização de uma dessas alternativas, contudo, depende de fatores ambientais, localizacionais, técnicos e econômicos (RUTH e HARRIS, 1975).

Existe conhecimento suficiente para a explora-

ção da biomassa florestal de modo a minimizar os impactos sobre o ambiente. Os problemas causados pelo emprego da madeira são mais facilmente contornáveis do que aqueles causados pelos combustíveis fósseis (ROSE e OLSON, 1979b). Além disso, a madeira conta com a vantagem de não liberar enxofre durante sua queima (KALISH, 1979).

Uma das desvantagens da madeira reside na necessidade de secagem e preparo do material (ROSE e OLSON, 1977a). Quando comparada aos combustíveis líquidos, a madeira apresenta dificuldades de manuseio e armazenamento, requerendo pátios de estocagem maiores. O carvão vegetal situa-se neste particular, em posição intermediária entre madeira e óleo combustível (IBDF, 1980). Os resíduos trazem como agravante o seu grande volume, baixo peso e dispersão no campo (SALMERON, 1980).

Em qualquer caso, o problema central é a elaboração de esquemas de processamento que minimizem os custos de produção, independente do tipo de material a ser utilizado (BARE et alii, 1976).

Diversos autores enfatizam a necessidade de se estudar novos esquemas de exploração quando se pretende a obtenção simultânea de madeira e resíduos, influenciando este objetivo já no planejamento e escolha dos equipamentos (CHASE, 1979), visando maior eficiência das operações e redução dos custos envolvidos. Neste sentido, ERICKSON (1973), já afirmava que a utilização de resíduos se torna econômica quando sua

picagem é feita no campo, enquanto BENSON e STRONG (1977), levantam a possibilidade de processamento em pátios intermediários. AROLA e HOST (1976) também mostraram a possibilidade técnica e econômica de descascar resíduos da exploração já picados para posterior aproveitamento como energia. Os processamentos preconizados para minimizar os inconvenientes do uso de resíduos são a picagem, enfardamento e densificação (por peletização, briquetagem ou extrusão (MIGLIORINI, 1980)).

Em alguns casos, os resíduos gerados nas serrarias e indústrias de laminação que processam madeira de reflorestamento, poderão ser aproveitados como insumo energético (BERTOLANI, 1980).

Embora Gedney e Henley (1971) argumentem que nos EUA a utilização de resíduos da serraria possa apresentar-se atrativa, porque o material é facilmente condensado para transporte e uso subsequente para geração de força motriz e calor, nas nossas condições representam situações particularizadas, Aqui, os resíduos são gerados nas serrarias e nas indústrias de compensados e lâminas, as quais operam, quase exclusivamente, com madeira de florestas naturais (IPT, 1980b).

Um importante fator a ser considerado é a disponibilidade da biomassa, o que torna evidente a necessidade de se quantificar e determinar o material disponível para uso energético, verificando sua localização e a demanda esperada (CARLISLE, 1976). Em um estudo conduzido neste sentido, veri-

ficou-se a correspondência da distribuição espacial da biomassa florestal em relação aos centros consumidores no Estado de São Paulo (GARLIPP, 1981).

Quanto à viabilidade econômica do uso alternativo da biomassa florestal como sucedâneo ao óleo combustível, HAKKILA (1979) afirma que, nas condições do seu estudo, a madeira seria uma alternativa onerosa do ponto de vista microeconômico. Salieta que a rentabilidade da queima da madeira é enfraquecida pela baixa eficiência quando comparada ao óleo combustível, porém sua posição competitiva melhora significativamente com o aumento do preço do óleo.

BERGER e GARLIPP (1980a), analisando a importância disponível para corte e transporte, constataram que a substituição do óleo combustível por madeira de eucalipto é econômica, frisando, entretanto, que em algumas situações específicas, notadamente altos custos de plantio e manutenção aliados a baixa produtividade, podem inviabilizar a substituição. Os mesmos autores (1980b), ao analisarem o custo final da energia da madeira consumida em caldeiras afirmam que a participação da matéria prima na composição do custo unitário da energia produzida é expressiva, devendo-se, portanto, concentrar as atenções na otimização da produção de biomassa florestal. No mesmo trabalho enfatizam a necessidade do incentivo fiscal para baixar os custos de produção, a ponto de torná-la competitiva com o óleo combustível.

2.8. Critérios de análise econômica da produção florestal

A análise econômica da produção florestal é regida pelo mesmo princípio de toda atividade que visa a obtenção de lucros, qual seja, comparar os custos decorrentes do processo produtivo com as receitas provenientes da venda do produto final (SPEIDEL, 1966).

Calçados neste conceito, vários métodos ou critérios de avaliação foram desenvolvidos visando indicar a efetividade econômica de empreendimentos florestais (BERGER, 1980). De fato, uma retrospectiva na história da gestão florestal mostra que os silvicultores têm sido engenhosos na elaboração e adoção de instrumentais de análise econômica, gerando, conseqüentemente, contínua controvérsia entre os seguidores das diferentes doutrinas.

Este perturbante aspecto da economia florestal exige que o produtor defina, a priori, claramente os seus objetivos, o que lhe permitirá eleger o critério que possibilite decidir racionalmente e auferir o máximo resultado pretendido.

Definidos os seus objetivos e estabelecido o critério de decisão, o produtor florestal necessita ainda identificar as restrições que afetam a sua liberdade de ação e coligir os dados e informações relevantes (coeficientes técnicos, custos e preços) para aplicar ao modelo escolhido.

Segundo MOOSMAYER (1967), o custo de produção da biomassa florestal compõe-se de:

- custo de plantação (incluindo desmatamento, preparo do terreno, mudas, adubação e plantio);
- custo de administração (no sentido amplo: - construção de estradas, proteção e administração no sentido restrito);
- custo do terreno (que constitui a renda do terreno).

Discussões sobre os critérios de análise e suas implicações podem ser encontradas em diversas citações, tais como GAFFNEY (1960), ECKSTEIN (1961), PREST e TURVEY (1965) e VODAK (1978).

Ao discorrer sobre "maturidade financeira de povoamentos florestais" GREGORY (1972) apresenta uma interessante explanação sobre as implicações de diferentes critérios, enfatizando os procedimentos: taxa interna de retorno (TIR), valor líquido presente (VLP) e valor esperado da terra (Te). Em sua obra o autor apresenta também o método "forest rent (FR)" ou receita líquida média anual. Entretanto, este critério, não pode ser encarado como estritamente econômico, uma vez que ignora o efeito do fator tempo e, conseqüentemente, não incorpora o custo do dinheiro representado pela taxa de juros.

SASSONE e SCHAFFER (1978) salientam que a aná-

lise de custo/benefício envolve um conjunto de procedimentos para avaliar as características econômicas de um projeto ou grupo de projetos. Este conjunto inclui, além dos critérios VLP e TIR, a relação benefício/custo (B/C), que se ajusta melhor quando existe restrição orçamentária.

Quando se analisa projetos alternativos de investimento cujos horizontes temporais sejam diferentes, os mesmos não podem ser comparados apenas quanto aos seus valores atuais e, portanto, as vidas econômicas devem ser igualadas. Neste caso, um critério útil que elimina a defasagem temporal é a renda anual equivalente (RAE), a qual tem sido empregada em análise de empreendimentos florestais mutuamente exclusivos (DUTROW e SAUCIER, 1975).

A despeito da existência de vários instrumentais de análise econômica, cada qual com suas vantagens e limitações, são fortes os argumentos a favor dos critérios taxa interna de retorno (TIR) e valor líquido presente (VLP).

No meio florestal a taxa interna de retorno pode ser considerada como a taxa média acumulada de todos os custos anteriores ao corte da madeira ou, em outras palavras, a TIR seria a taxa média de crescimento de um investimento. Define-se como a taxa de juros compostos que iguala o valor presente esperado das receitas futuras ao valor presente dos custos esperados, durante o ciclo da rotação (NOGUEIRA, 1980). SASSONE e SCHAFFER (1978) advertem que este critério traz consigo o inconveniente de poder apresentar soluções múltiplas.

O valor líquido presente é definido como o valor presente das receitas futuras esperadas menos o valor presente dos custos futuros esperados, ambos descontados a uma taxa de juro pré-estabelecida (THOMPSON, 1973 e MISHAN, 1976). O VLP é útil para classificar um investimento em relação ao retorno financeiro que um investidor poderia esperar de uma oportunidade alternativa merecendo uma dada taxa de juros, porém o principal problema consiste na escolha correta da taxa a ser empregada (BERGER, 1980). Visando contornar este inconveniente, normalmente o que se faz é calcular VLPs adotando-se diferentes taxas de juros, permitindo assim maior flexibilidade de análise (GARLLIP, 1979 e NOGUEIRA, 1980).

Um outro indicador na avaliação da produção florestal é o critério custo-preço (Cp) que se refere ao custo médio da produção. Embora este critério não leve em conta os benefícios possíveis de serem obtidos, ele é útil para as considerações de âmbito interno da empresa florestal. Definido como o mínimo de custo total médio, tem sido adotado em estudos sobre possibilidade econômica de substituição de óleo combustível por madeira (BERGER e GARLIPP, 1980a, 1980b e 1982).

Outros critérios poderiam ser citados, tais como período de retorno do capital e taxa média de retorno líquido que, entretanto, são pouco utilizados.

Depreende-se, portanto, que a necessidade de o produtor se apoiar em parâmetros econômicos para a tomada de decisões, gerou o desenvolvimento de um campo bastante fértil dentro da economia florestal.

Uma das grandes preocupações do produtor florestal é saber quanto pode pagar por uma área de terra com o objetivo de reflorestá-la.

Esta não é uma questão manifestada somente nos dias atuais. Reportando-se no tempo, verifica-se que esta pergunta foi formulada na Alemanha em 1849 pelo engenheiro florestal Martin Faustmann (GREGORY, 1972), idealizador da teoria conhecida como renda do solo ou valor esperado da terra (Te).

Realmente, existe uma especial dificuldade quando se pretende atribuir o correto valor à terra. DAVIS (1960) cita quatro fatores controlando o valor da terra: qualidade do sítio, tipo e intensidade de manejo e seus custos, valor de mercado do produto e o intervalo de tempo envolvido na produção. MOOSMAYER (1967) considera o valor produtivo da terra influenciado pelas condições de transporte, acesso ao mercado de produtos e materiais e pela situação da mão de obra.

A teoria da renda do solo é amplamente aceita e entre seus partidários incluem-se MAW (1909), ROTH (1926) e GAFFNEY (1960).

A aplicação prática deste modelo é enfatizada também por DUERR (1960).

No Brasil, os trabalhos mais recentes sobre preço máximo de terras para reflorestamento são encontrados em BERGER et alii (1981) e BRIGATTI e GARLIPP (1982).

Para o proprietário de uma gleba a decisão so-

bre o uso da terra é condicionada não apenas pela rentabilidade resultante da produção, como também pelos custos de transporte dos produtos da floresta ao local de consumo. O custo do transporte tende, portanto, a selecionar a utilização da terra, de acordo com a sua localização (SPEIDEL, 1966).

Partindo do fato de que o preço no local da produção deve ao menos cobrir os custos da produção, MOOSMAYER (1967) adverte que o custo do transporte limita o raio no qual o produto pode ser vendido. Continuando, o autor enfatiza que, quanto mais primitivo, volumoso e de menor valor por unidade de volume e peso for o produto primário, mais importante será o custo de transporte, por ter uma incidência maior sobre as possibilidades de aproveitamento.

Esta assertiva reflete o princípio de transportabilidade relativa comentado por DUERR (1960), segundo o qual o custo de transporte que um produto pode suportar tende a variar diretamente com o seu valor por unidade de peso ou volume. Quando se analisa a possibilidade de utilização de biomassa como sucedâneo ao óleo combustível, este aspecto se reveste de importância capital, pois o que determina a acessibilidade aos produtos não é a distância mas sim o custo de transporte.

O princípio da transportabilidade relativa foi utilizado por BERGER e GARLIPP (1980a) num estudo sobre viabilidade econômica da substituição do óleo combustível por madeira de eucalipto. Neste caso, o critério de análise foi o

custo preço da produção de madeira, a partir do qual foram determinadas as importâncias disponíveis para exploração e transporte que tornariam indiferente a decisão de consumir óleo ou madeira. Este mesmo critério foi utilizado em um estudo do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF, 1980a), no qual se estabeleceu a distância de transporte que assegurava a condição de indiferença entre carbonizar a madeira ou transportá-la na forma de lenha.

A determinação do raio econômico de transporte é um eficiente indicador da viabilidade econômica da produção florestal.

DAVIS (1969) analisando o problema em relação ao *Pinus* no sudeste norteamericano, conclui que 60 a 75% do custo final da madeira posto fábrica eram devidos à exploração e transporte. Nas condições brasileiras, e particularmente no Estado de São Paulo onde o transporte de madeira é realizado exclusivamente por rodovias, a situação não é diferente.

De fato, as condições econômicas para transportar a madeira das florestas ao centro consumidor são determinadas pela diferença entre a rentabilidade potencial e a rentabilidade efetiva que o reflorestador exige de seu investimento (VEIGA et alii, 1975).

3. METODOLOGIA

3.1. Determinação do consumo atual e futuro de óleo combustível industrial no Estado de São Paulo

O período de análise é a década de 80 abrangendo as 11 divisões regionais administrativas do Estado de São Paulo (DA).

Numa primeira instância verificou-se a participação estadual no consumo anual brasileiro de óleo combustível e, posteriormente, procedeu-se à avaliação do consumo por setor de atividade econômica. Os dados foram levantados diretamente junto ao CNP - Conselho Nacional do Petróleo - Brasília.

Para apreciação das repercussões do consumo e delimitação das reais possibilidades de substituição, os dados, que são disponíveis por município, foram agrupados nas 11 DAs. De conformidade com as DAs e considerando-se a sua im

portância, o setor industrial foi estratificado em 10 segmentos: Química, Metalurgia; Produtos alimentares (alimentos e bebidas); Produtos minerais não metálicos (cimento, cerâmica, e transformações de minerais não metálicos); Mecânica, materiais elétricos e comunicações; Materiais de transporte; Têxtil; Celulose e papel; Borracha e Outros (energia elétrica, vidro, produtos farmacêuticos e processamento de madeira).

Para a projeção do consumo anual de óleo combustível a nível de segmento industrial, foram utilizados dados de um estudo realizado em 1979 pela CESP - Companhia Energética do Estado de São Paulo - no qual foi estabelecido um relacionamento formal entre o consumo de diversos tipos de combustíveis e os índices de produção industrial (CESP, 1979).

Convencionou-se denominar o consumo projetado como consumo nominal de óleo combustível, tendo em vista que refletem tendências geradas pela ponderação de séries históricas e comportamento de índices sócio-econômicos relacionados ao consumo antes da elaboração dos planos governamentais de substituição.

Os valores obtidos pela CESP, expressos em toneladas equivalentes de petróleo (TEP), foram convertidos em toneladas equivalentes de óleo combustível (TEOC) mediante a multiplicação pelo fator 1,029866.

Assumiu-se que a participação relativa de cada segmento será constante em cada divisão regional administrativa durante a década, estabelecendo-se um índice per-

centual médio baseado nos consumos reais de 1979. Esses índices foram calculados através da matriz de consumo regional elaborada com dados levantados junto à CNE - Comissão Nacional de Energia.

3.2. Dimensionamento dos reflorestamentos no Estado de São Paulo e nas áreas de influência

3.2.1. Área reflorestada no Estado de São Paulo

Para os propósitos do presente trabalho foi totalizada a área efetivamente plantada com *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp a partir de 1963 em cada divisão regional administrativa. A escolha do ano de 1963 é devida aos esquemas de manejos e idades de corte assumidas, quais sejam:

a) *Eucalyptus* spp: talhadia simples e regular com 3 cortes rasos respectivamente aos 6, 12 e 18 anos de idade;

b) *Pinus* spp: alto fuste com corte final aos 25 anos e desbastes aos 8, 10, 12, 15 e 19 anos de idade.

As áreas reflorestadas anualmente com *Eucalyptus* spp de 1963 a 1966 foram obtidas de CHIARINI e COELHO (1969), NEGREIROS (1972) e SERRA FILHO (1973), enquanto que no caso dos *Pinus* spp consultou-se o trabalho de VICTOR e MONTAGNA (1970).

Para dimensionar a área plantada anualmente de 1967 a 1980, recorreu-se aos projetos registrados na delegacia estadual do IBDF e à pesquisa direta junto às empresas do setor. Com os dados assim obtidos procedeu-se à caracterização dos reflorestamentos em indústrias e independentes, assumindo que os plantios protocolados no IBDF pelas indústrias foram efetivamente plantados. Quanto aos reflorestamentos independentes, foram deduzidas as áreas relativas aos projetos aprovados mas não executados, aplicando-se um desconto de 30%.

Dada a necessidade de previsão de plantio, assumiu-se que seriam reflorestados 1500 hectares com *Pinus* spp em 1981 e 1982 e 12000 hectares por ano com *Eucalyptus* spp de 1981 a 1984. Essas estimativas basearam-se na intenção de plantio manifestada pelas empresas consultadas.

3.2.2. Área reflorestada nas áreas de influência

As condições de proximidade, grau de concentração dos plantios, descomprometimento da matéria prima e possibilidades de escoamento, condicionaram a escolha dos distritos florestais de Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro, como áreas de influência à economia florestal paulista.

Informações levantadas junto às respectivas delegacias estaduais do IBDF, empresas do setor, bibliografia pertinente e dados disponíveis no IBDF permitiram o dimensionamento das áreas plantadas com *Eucalyptus* nessas regiões.

Nas duas áreas os reflorestamentos anuais foram dimensionados a nível de município, sendo que aos dados dos projetos protocolados no IBDF, procedeu-se ao desconto de 30%. Para o distrito florestal do Mato Grosso do Sul este procedimento fundamentou-se nas indicações do "Programa de monitoramento da cobertura florestal do Brasil" (IBDF, 1980b). Analogamente, para o Triângulo Mineiro, levantamento realizado pelo INDI (1975) revelou que para se obter um quadro mais realista da situação florestal na região, deve-se aplicar um fator de correção de 0,7 sobre a área total de projetos aprovados.

No dimensionamento dos reflorestamentos no Triângulo Mineiro foi excluída a área de *Eucalyptus* spp. já comprometida (7% de acordo com COALBRA, 1980).

3.3. Produção de biomassa de florestas plantadas e equivalência em óleo combustível

Para as florestas de *Eucalyptus* spp, tanto no Estado de São Paulo como nas áreas de influência, foram adotados os níveis de produtividade apresentados na Tabela 2.

A produtividade média assumida para as florestas de *Pinus* spp no Estado de São Paulo é apresentada na Tabela 3.

Tabela 2. Produtividade média das florestas de *Eucalyptus* spp no Estado de São Paulo e nas áreas de influência

Local	Período de implantação	stcc/ha ^{a/}			Total
		1º corte (6 anos)	2º corte (12 anos)	3º corte (18 anos)	
Estado de São Paulo	até 1971	133	110	110	353
	1972/1975	150	120	120	390
	1976/1984	205	180	164	549
Estado do Mato Grosso do Sul	até 1972	65	55	55	175
	1973/1975	81	70	70	221
	1976/1979	110	90	75	275
Triângulo Mineiro	até 1971	50	41	41	132
	1972/1975	76	61	61	198
	1976/1978	102	84	69	255

^{a/} estêreos com casca por hectare.

FONTES: FUPEF (1978), IPEF (1979) e empresas consultadas.

A estimativa de produção futura de madeira de *Pinus* spp foi feita apenas para madeira fina (destinada à fabricação de celulose e/ou madeira aglomerada).

A biomassa originada pelas florestas plantadas foi considerada como constituída pela madeira comercial mais os resíduos gerados durante a exploração. Os resíduos foram representados pela casca e galhada (galhos e ponteiros com diâmetro inferior a 8 cm). Assumiu-se que tocos, raízes e folhas

Tabela 3. Produtividade média das florestas de *Pinus* spp no Estado de São Paulo

Idade (anos)	stcc/ha <u>a/</u>		
	Celulose e/ou madeira aglomerada	Serraria e/ ou laminação	Total
8	26	3	29
10	26	8	34
12	23	17	40
15	18	27	45
19	17	38	55
25	65	318	383

a/ estêreos com casca por hectare.

FONTE: empresas consultadas.

não serão aproveitados como fonte de energia, dadas as restrições de caráter técnico, econômico e ambiental.

Para se estimar a produção total de biomassa por hectare, os rendimentos médios de madeira comercial e de resíduos foram transformados em unidades de peso, sendo que o fuste comercial foi previamente transformado em volume sólido mediante a aplicação de um fator de empilhamento igual a 1,4.

Foram empregados os coeficientes técnicos apresentados na Tabela 4, obtidos através de consulta aos inventá

rios realizados por empresas paulistas em colaboração com o IPEF.

Tabela 4. Coeficientes técnicos de produção de biomassa de florestas plantadas

Parâmetro	<i>Eucalyptus</i> spp	<i>Pinus</i> spp até 11 anos de idade	<i>Pinus</i> spp até 19 anos de idade	<i>Pinus</i> spp até 25 anos de idade
Densidade básica ^{a/}	0,42 t/m ³	0,40 t/m ³	0,40 t/m ³	0,40 t/m ³
Peso seco total da árvore (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Peso seco de madeira s/casca % ^{b/}	71,00	68,00	74,20	75,50
Peso seco da casca (%)	12,70	15,20	11,50	11,70
Peso seco da galhada (%)	13,10	10,90	9,70	9,10
Peso seco das folhas (%)	3,20	5,90	4,60	3,70

^{a/} Embora muitos trabalhos - BRASIL e FERREIRA (1971); AMARAL et alii (1977), BARRICHELO et alii (1977); BRITO et alii (1978) e FERREIRA (1978) - demonstrem que a densidade básica do povoamento varia com a espécie, procedência, local e idade do povoamento, considerou-se que esses valores representam uma boa estimativa para a média das florestas de *Eucalyptus* spp e de *Pinus* spp.

^{b/} Refere-se ao fuste comercial.

A equivalência de biomassa em óleo combustível foi obtida mediante os valores de poder calorífico apresentados na Tabela 5, os quais foram fornecidos pelo Setor de Química, Celulose e Energia do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Quêiroz". Adotou-se para o óleo combustível o valor de 10.500 Kcal/kg.

Tabela 5. Valores de poder calorífico (Kcal/kg) à 30% de umidade para madeira e resíduos

Componente da biomassa	<i>Eucalyptus</i> spp	<i>Pinus</i> spp
Madeira sem casca	3.000	3.800
Casca	2.800	3.500
Galhada	3.000	3.800

FONTE: Departamento de Silvicultura - ESALQ/USP.

3.4. Determinação da demanda estadual por madeira de florestas plantadas

Foram elaboradas matrizes de demanda estadual, considerando-se o total das necessidades das indústrias de ce

lulose e papel, chapas de fibras e de madeira aglomerada durante a década de 80.

As estimativas foram feitas através de referências sobre as atuais capacidades instaladas e futuras ampliações das capacidades produtivas das respectivas unidades de transformação. Os dados sobre consumo atual e futuro da indústria celulósico-papeleira foram extraídos dos relatórios estatísticos da Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose (ANFPC, 1978 e ANFPC, 1980). As indicações sobre a indústria de madeira aglomerada resultaram de consulta direta às empresas deste segmento. No caso da indústria de chapas de fibras as previsões para 1981 e 1982 foram fornecidas pelas empresas e, a partir de 1982 adotou-se uma taxa de 6,5% ao ano de crescimento da produção.

Foram utilizados os seguintes coeficientes de conversão:

- a) 5,5 stsc/t de celulose de fibra curta;
- b) 7,2 stsc/t de celulose de fibra longa;
- c) 3,5 stcc/t de chapas de fibra;
- d) 2,4 stcc/t de madeira aglomerada.

Um outro componente da demanda por madeira de florestas de *Eucalyptus* spp foi representado pelo consumo energético tradicional, o qual é traduzido pela demanda ocasionada pelas cerâmicas, hotéis, padarias, olarias, usinas de açúcar e outros estabelecimentos. Os dados relativos ao consumo

de 1978, 1979 e 1980 foram compilados dos registros da delegacia estadual do IBDF, de acordo com o item II da Portaria 934 do Ministério da Agricultura e § 3º do artigo 2 da Portaria Normativa DC 23-IBDF. A partir desses dados, tabulados a nível regional, adotou-se uma taxa de crescimento de 5% ao ano no consumo para inferir prognósticos futuros de demanda.

3.5. Viabilidade econômica da biomassa florestal como sucedâneo ao óleo combustível

Foram estabelecidas as seguintes premissas:

a) Admitiu-se a formação de florestas de *Eucalyptus* spp para a produção de biomassa com fins energéticos;

b) A utilização energética de florestas naturais é inaceitável no Estado de São Paulo;

c) Dadas as diferentes possibilidades de aproveitamento energético da biomassa florestal, foram assumidas as seguintes formas de utilização;

c₁) Queima da madeira com casca;

c₂) Queima dos resíduos (casca mais galhada); neste caso a madeira será descascada e picada no pátio da indústria e a galhada será secada no campo e transportada até a unidade consumidora;

d) Do ponto de vista do consumidor, este irá se estruturar em função dos objetivos, podendo utilizar a madeira para fins industriais e/ou como fonte de energia;

e) Do ponto de vista do pequeno e médio produtor rural, o tamanho da área reflorestada poderá limitar a sua estrutura disponível, não justificando o processamento da biomassa.

3.5.1. Determinação do custo unitário da energia

Utilizou-se o critério custo preço (C_p), através da seguinte expressão (BERGER e GARLIPP, 1981):

$$C_p = \frac{\left[\left(\sum_{r=0}^{18} VPC_r \right)_i + (COT)_i \right]}{\sum_{r=6,12,18} (IVP_r)_i}, \quad \text{onde}$$

C_p = custo unitário de produção

$(\sum VPC_r)_i$ = somatória do valor presente dos custos de implantação e custos anuais de manutenção descontados à taxa i ($Cr\$/ha$);

$(COT)_i = \frac{T [(1+i)^{18} - 1]}{[(1+i)^{18}]}$ = custo de oportunidade da terra ($Cr\$/ha$);

$\sum (IVP_r)_i$ = Índices do valor presente das produções (t/ha) descontados à taxa i ;

r = ano;

i = taxa de juro real (8% ao ano).

A determinação de C_p levou em conta a equivalên

cia energética com óleo combustível, calculando-se o custo unitário da gigocaloria produzida ($1 \text{ Gcal} = 10^6 \text{ Kcal}$), considerando-se os seguintes valores de eficiência energética em processos de aquecimento: óleo combustível, 70%; carvão vegetal, 65%; e lenha e resíduos, 60% (ERBER e CARREIRO FILHO, .. 1980).

Considerou-se o nível de produtividade representado pela média dos níveis médios das florestas de *Eucalyptus* spp no Estado de São Paulo:

1º corte (6 anos) = 163 stcc/ha;

2º corte (12 anos) = 137 stcc/ha;

3º corte (18 anos) = 131 stcc/ha.

Custos e preços referem-se a cruzeiros de janeiro de 1982 e estão fundamentados em levantamento efetuado junto a empresas reflorestadoras, indústrias que consomem madeira e transportadoras localizadas no Estado de São Paulo.

Os custos de implantação e manutenção encontram-se na Tabela 6.

Utilizou-se como referência o preço do óleo combustível BPF cotado a Cr\$ 23.000,00/t (FOB/Paulínia), cujo custo de transporte (distância média de 150 a 200 Km) foi tomado a Cr\$ 6,40/t.Km.

Para o carvão vegetal considerou-se o preço de Cr\$ 6.600,00/t na carvoaria e o frete a Cr\$ 4,00/t.Km.

Tabela 6. Custos de implantação e manutenção de florestas de *Eucalyptus* spp, no Estado de São Paulo

Operação	Ano	Custo (Cr\$/ha)
Implantação	0	52.000,00
Manutenção	1º	11.000,00
Manutenção	2º	8.000,00
Manutenção	3º	3.500,00
Manutenção	4º ao 6º	2.500,00
Manutenção	7º	3.500,00
Manutenção	8º ao 12º	2.500,00
Manutenção	13º	3.500,00
Manutenção	14º ao 18º	2.500,00

FONTE: empresas consultadas

O custo de transporte da madeira foi considerado a Cr\$ 3,00/stcc.Km.

O valor de mercado da terra (T) foi tomado a Cr\$ 200.000,00/ha.

3.5.2. Análise econômica da produção florestal

Empregou-se o critério valor líquido presente (VLP), determinado pela fórmula:

$$VLP = \left[\sum_{r=0}^{18} R_r \div (1+i)^{18} \right] - \left[\sum_{r=0}^{18} C_r \div (1+i)^{18} \right] - (COT)_i,$$

onde:

r = ano;

i = taxa anual de juro real;

R_r = receita oriunda da venda da madeira no ano r
(Cr\$/ha);

C_r = custo ocorrido no ano r (Cr\$/ha);

$(COT)_i = \frac{T [(1+i)^{18} - 1]}{[(1+i)^{18}]} =$ custo de oportunidade da terra
(Cr\$/ha);

A análise foi feita para os três níveis médios de produtividade de florestas de *Eucalyptus* spp em São Paulo, (Tabela 6).

Para maior flexibilidade de análise e interpretação dos resultados foram adotadas quatro taxas de juro real: 4%; 6%; 8% e 10% ao ano.

Quanto ao valor de mercado da madeira de *Eucalyptus* spp, tomou-se o preço de Cr\$ 450,00/stcc em pé.

3.5.3. Determinação das condições econômicas de transporte de madeira

As condições econômicas de transporte foram analisadas, determinando-se a taxa de rentabilidade potencial, calculada através da equação básica florestal.

A distância econômica para transportar a madeira do povoamento ao local de consumo foi determinada calculando-se a importância disponível para o transporte rodoviário (T_r) em função da taxa de rentabilidade efetiva. O valor de T_r foi obtido pela transformação da equação básica florestal, de acordo com a metodologia preconizada em IBDF (1970 e 1974).

$$PF-E-T_f = \frac{P + \frac{M_1}{(1+i_e)} + \frac{M_2}{(1+i_e)^2} + \dots + \frac{M_{18}}{(1+i_e)^{18}} + \frac{T [(1+i_e)^{18}-1]}{(1+i_e)^{18}}}{\frac{V_6}{(1+i_e)^6} + \frac{V_{12}}{(1+i_e)^{12}} + \frac{V_{18}}{(1+i_e)^{18}}}$$

ou

$$T_f = PF-E - \frac{P + \frac{M_1}{(1+i_e)^1} + \frac{M_2}{(1+i_e)^2} + \dots + \frac{M_{18}}{(1+i_e)^{18}} + \frac{T [(1+i_e)^{18}+1]}{(1+i_e)^{18}}}{\frac{V_6}{(1+i_e)^6} + \frac{V_{12}}{(1+i_e)^{12}} + \frac{V_{18}}{(1+i_e)^{18}}}$$

onde:

T_r = importância disponível para transporte (Cr\$/stcc);

PF = preço da madeira posto fábrica (Cr\$/stcc);

E = custo de exploração (corte, empilhamento, remoção) (Cr\$/stcc);

V_6, V_{12}, V_{18} = volume de madeira cortada nos anos 6, 12, 18
(stcc/ha);

P = custo de plantio (Cr\$/ha);

M_1, \dots, M_{18} = custos anuais de manutenção (Cr\$/ha);

i_e = taxa de rentabilidade efetiva.

Adotou-se o valor de $E = \text{Cr\$ } 550,00/\text{stcc}$; os demais valores de custos e preços são os mesmos citados no ítem 3.5.1.

3.6. Determinação do preço máximo de terras para reflorestamento

O modelo matemático adotado é representado pela seguinte expressão (ROTH, 1926; BERGER et alii, 1981 e BRIGATTI e GARLIPP, 1982).

$$T_e = \frac{RL}{[(1+i)^{18}-1]} \quad \text{onde,}$$

T_e = renda do solo ou valor esperado da terra;

RL = receita líquida capitalizada da produção florestal no final da rotação.

i = taxa anual de juro real;

Valores de T_e foram determinados para as diferentes combinações de níveis de produtividade e taxas de juro real.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação e projeção do consumo de óleo combustível no Estado de São Paulo

A despeito da existência de categorias específicas de óleo combustível (BPF, BTE, OC4, EPM e APF)^{a/}, os resultados reportam-se ao total dos diferentes tipos.

A participação do Estado de São Paulo no cenário nacional de consumo de óleo combustível está representada na Figura 1. Em 1972 o consumo estadual foi de 4,1 milhões de toneladas e em 1979 foi de 5,8 milhões de toneladas, contribuindo, respectivamente com 45 e 39% do total brasileiro. Nes

^{a/} BPF - óleo combustível de baixo ponto de fluidez;
BTE - óleo combustível de baixo teor de enxofre;
OC4 - óleo combustível nº 4;
EPM - óleo combustível especial para a marinha;
APF - óleo combustível com alto ponto de fluidez.

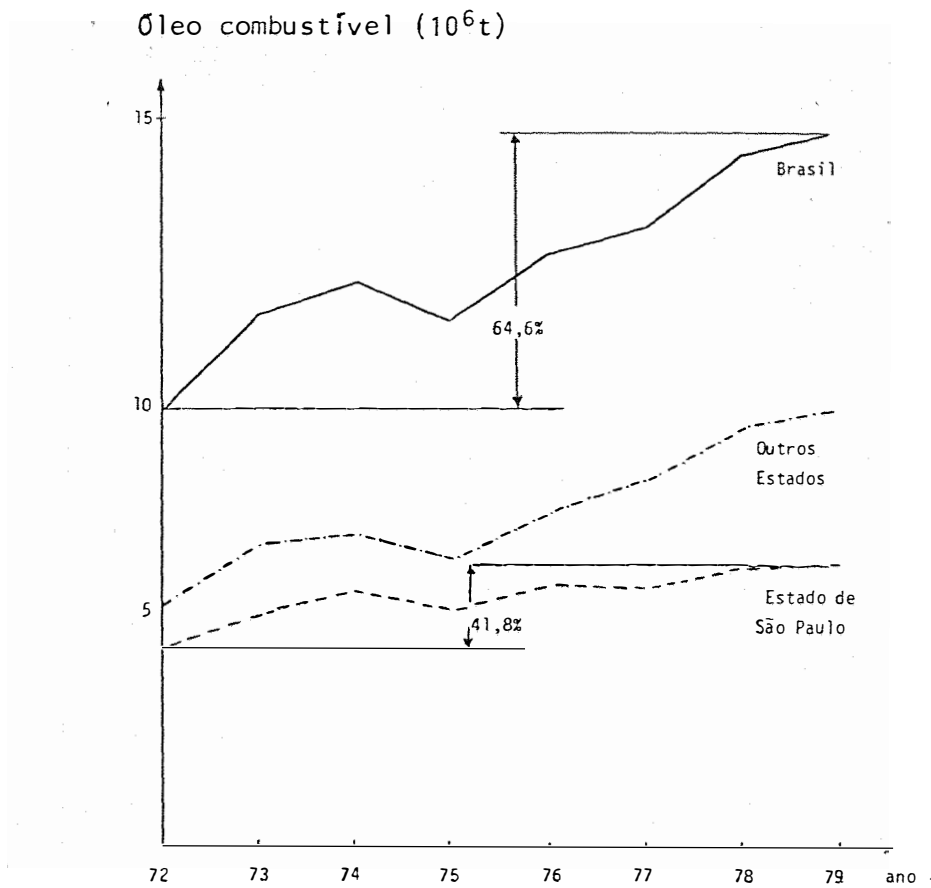


Figura 1. Evolução do consumo anual de óleo combustível no Brasil e no Estado de São Paulo. Fontes: CNP (1980) e MME (1980).

te período, enquanto o consumo nacional cresceu 64,6%, o consumo paulista aumentou 41,8%.

A diminuição relativa da participação de São Paulo no quadro nacional pode ser interpretada como reflexo de uma série de medidas tomadas, tanto a nível governamental como de âmbito interno de algumas indústrias. Entre elas podem ser citadas, a redução de 10% nas cotas das empresas, surgimento de indústrias em outros Estados, estabelecimento de turnos operacionais, revisão de equipamentos e início de programas de substituição em algumas empresas, principalmente aquelas que utilizam madeira como matéria prima.

Levando-se em consideração os setores da economia adotados pelo CNP para classificar os consumidores, constatou-se que em São Paulo o setor industrial foi o principal responsável pelo consumo de óleo combustível com cerca de 90% (5,2 milhões de toneladas) do total consumido em 1979.

Os outros setores, excluindo o comercial com 6,7%, têm pequena expressão no consumo total. São os setores em que a substituição é tecnicamente limitada, exceção feita, talvez, ao setor de geração de energia elétrica, a qual apresentou de 1978 a 1979 um índice de 40% de substituição devido à expansão da rede elétrica estadual (CESP, 1979). Nos demais setores^{a/} em função da própria estabilidade no nível de consu-

^{a/} postos de revenda (0,52%); agrícola pastoril (1,34%); entidades públicas particulares (0,34%); transporte, forças armadas e uso próprio (0,55%).

mo, prevê-se que não hajam modificações a curto prazo.

Tais indicações traduzem a necessidade de canalizar esforços para o setor industrial, pois qualquer economia conseguida refletirá diretamente no consumo agregado do estado. Para tanto, o estudo e a proposição de fontes alternativas de energia devem considerar, primeiro, a regionalização do consumo e, em seguida, identificar os segmentos industriais onde a substituição é possível.

O consumo paulista de óleo combustível à nível regional e por segmento industrial é apresentado na Tabela 7.

Em termos regionais o consumo pelo parque industrial paulista está assim distribuído:

DA São Paulo	43,9%
DA Campinas	20,3%
DA Sorocaba	14,4%
DA Litoral	9,1%
DA Vale do Paraíba	4,6%
DA Ribeirão Preto	4,4%
Outras DAs	3,3%

A nível industrial verifica-se que o principal responsável pelo consumo é o segmento de minerais não metálicos (18,1%), concentrado nas DAs de Sorocaba e São Paulo, cuja posição é devida à indústria cimenteira. O segundo maior consumidor é a indústria química (15,7%) concentrada principalmente na DA de São Paulo. O segmento de produtos alimentares (14,6%), único que apresenta consumo em todas as re-

Tabela 7. Consumo paulista de óleo combustível por divisão regional administrativa (DA) a nível de segmento industrial - 1979

DA	1000 TOC										
	Química	Metalurgia	Produtos Ali- mentares	Mine- rais e metais	Mecâ- nica Mat. Elet. e Comun.	Trans- por- te	Textil	Celu- lose e papel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	712,3	245,5	199,3	316,0	38,6	59,3	150,6	230,1	39,7	304,9	2296,3
Litoral	56,1	92,3	11,2	32,1	-	-	-	6,4	-	276,9	475,0
Vale do Paraíba	8,6	19,3	-	-	-	-	104,8	83,4	-	25,7	241,8
Sorocaba	-	76,9	19,6	508,2	-	-	43,7	39,2	-	66,3	753,9
Campinas	42,9	39,3	163,2	92,9	-	-	175,1	190,6	13,1	341,8	1058,9
Rib. Preto	-	4,9	224,7	-	-	-	-	-	-	-	229,6
Bauru	-	-	30,5	-	-	-	-	-	-	24,4	54,9
S.J.R. Preto	-	-	24,3	-	-	-	-	-	-	-	24,3
Araçatuba	-	-	34,0	-	-	-	-	-	-	-	34,0
Pres.Prudente	-	-	37,0	-	-	-	-	-	-	-	37,0
Marília	-	-	21,0	-	-	-	-	-	-	-	21,0
Total	819,9	478,2	764,8	949,2	38,6	59,3	474,2	549,7	52,8	1040,0	5226,7

Fonte: Dados Cadastrais do Conselho Nacional do Petróleo e Comissão Nacional de Energia

TOC = toneladas de óleo combustível

giões exceto Vale do Paraíba, posiciona-se como o terceiro maior consumidor estadual. Em quarto lugar, incluído em "outros segmentos" aparece o próprio CNP (12,1%) com gastos relativos ao refino do petróleo nas regiões de Campinas e Litoral. O segmento de celulose e papel (10,5%), surgindo em quinto lugar, pode ser considerado altamente potencial em termos de substituição, pois tem as indústrias concentradas, principalmente nas DAs de São Paulo, Campinas e Vale do Paraíba. Este segmento oferece a vantagem de deter a posse e a tecnologia de exploração da matéria prima, além da possibilidade de utilização dos resíduos florestais. A indústria madeireira, incluída em "outros segmentos", concentra-se nos DAs de Campinas, Sorocaba e Bauru; a exemplo do segmento de celulose e papel, apresenta as mesmas facilidades para implementar o processo substitutivo.

Os valores projetados do consumo nominal de óleo combustível a nível de segmento industrial estão resumidos na Tabela 8, enquanto os valores anuais projetados a nível regional são apresentados no apêndice 1.

Tomando-se como referência o total consumido pelas indústrias paulistas em 1979, prevê-se um crescimento no consumo de 2,84 vezes até 1990. Segundo informações da CNE, em 1985 o Brasil demandará 26,9 milhões de t, e terá uma oferta de apenas 16,4 milhões de t. Esses números mostram que o país deverá substituir 39% da demanda para compensar o déficit de 10,5 milhões de t. Aplicando-se este percentual ao valor

Tabela 8. Consumo nominal projetado de óleo combustível a nível de segmento industrial no Estado de São Paulo - Década de 80

ANO	1000 TOC										
	Química	Meta- lurgia	Produtos Alimenta- res	Minerais não metálicos e Co- munic.	Mecâ- nica Mat. Elet.	Trans- portes	Textil	Celulo- se e Papel	Borra- cha	Outros	Total
1981	1086,1	633,4	1013,1	1257,1	51,1	78,5	628,2	728,2	69,9	1377,7	6923,4
1982	1185,0	691,1	1105,4	1371,8	55,8	85,6	685,5	794,5	76,3	1503,1	7554,0
1983	1292,2	753,6	1205,2	1495,8	60,8	93,4	747,4	866,4	83,2	1639,1	8237,1
1984	1408,0	821,3	1313,5	1630,0	66,3	101,7	814,5	944,1	90,7	1786,1	8976,2
1985	1533,5	894,4	1430,4	1775,2	72,1	110,8	887,0	1028,2	98,8	1945,2	9775,6
1986	1669,3	973,6	1557,1	1932,4	78,5	120,6	965,6	1119,3	107,6	2117,5	10641,5
1987	1816,1	1059,2	1694,0	2102,4	85,5	131,2	1050,6	1217,5	117,0	2303,7	11577,2
1988	1974,8	1151,8	1842,2	2286,2	92,9	142,7	1142,3	1324,0	127,2	2505,1	12589,1
1989	2146,3	1251,7	2002,2	2484,8	101,0	155,1	1241,6	1439,1	138,3	2722,6	13682,9
1990	2331,7	1359,9	2175,1	2699,3	109,7	168,5	1348,9	1563,4	150,2	2957,8	14864,5

FONTES: CESP (1979) e dados cadastrais da Comissão Nacional de Energia.

TOC = toneladas de óleo combustível.

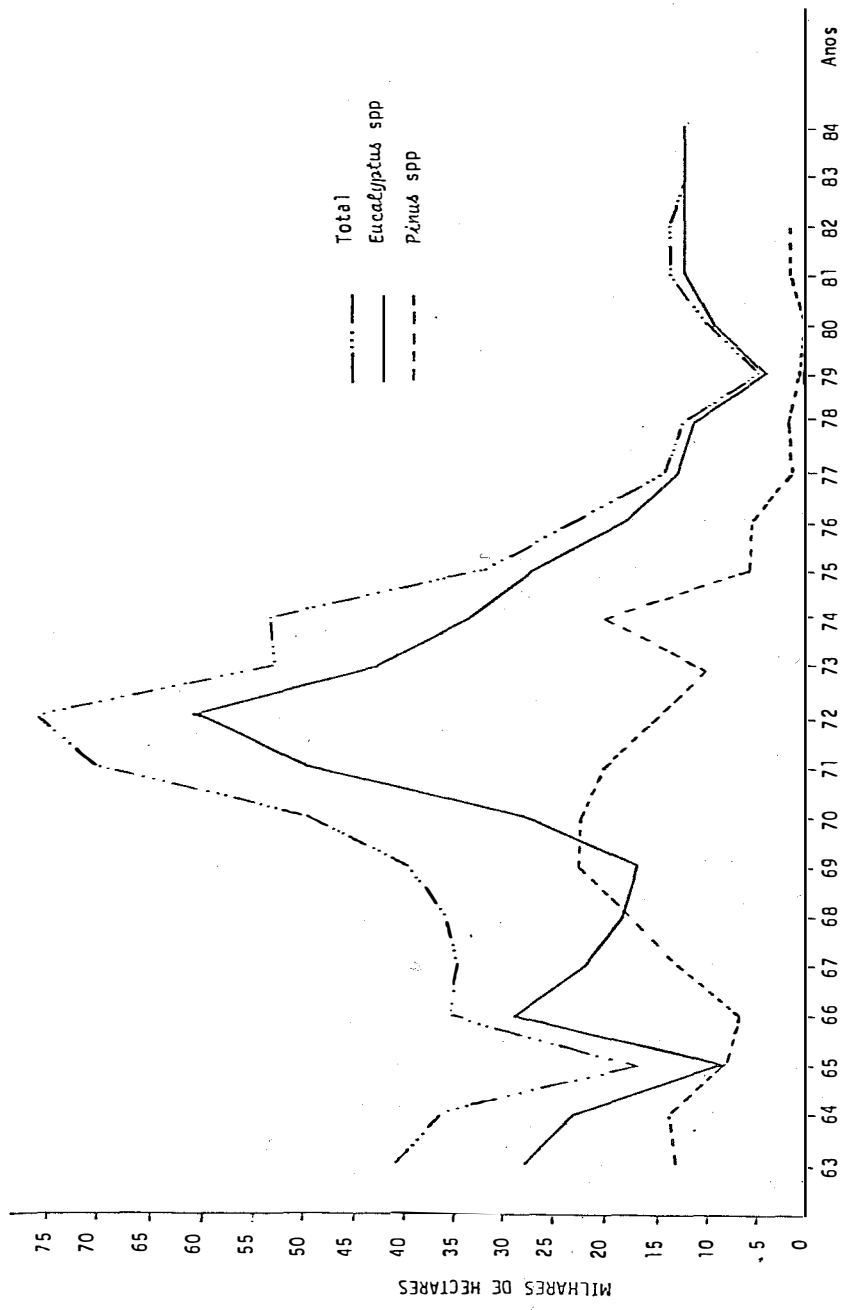
projetado na Tabela 8, os programas de substituição no Estado de São Paulo deveriam gerar em 1985, o equivalente a 3,8 milhões de t de óleo combustível.

4.2. Área reflorestada e produção futura de madeira no Estado de São Paulo

As estimativas de área reflorestada desde 1963 no Estado de São Paulo totalizam cerca de 690 mil hectares, dos quais 70% (487 mil ha) com *Eucalyptus* spp e 30% (201 mil ha) com *Pinus* spp.

Ao se analisar a evolução do reflorestamento estadual, representada na Figura 2, verifica-se a ocorrência de diferentes taxas médias de plantio anual. No Apêndice 2 pode-se observar a evolução dos reflorestamentos incentivados de *Eucalyptus* spp e de *Pinus* spp.

As elevadas taxas de reflorestamento estadual verificadas no início do programa de incentivos fiscais (1967), em contraposição às menores taxas verificadas nos últimos anos, são melhor entendidas, analisando-se os atos institucionais de 1967 a 1978, onde são reconhecidos quatro períodos distintos. O primeiro (1967/70), reflete a influência da lei 5106 que criou o reflorestamento incentivado em setembro de 1966. No segundo período (1971/73) aconteceram os picos máximos de plantio, resultado do decreto lei 1134 que, em termos comparativos, igualou o incentivo fiscal para reflorestamento a ou



60.

Figura 2. Área total reflorestada anualmente no Estado de São Paulo, 1963-1984. De 1981 a 1984: estimada de acordo com intenção de plantio manifestada pelas empresas consultadas.

tras opções de investimento incentivado. A partir de 1973 verifica-se acentuado declínio nas taxas anuais de plantio. O terceiro período (1974/75) já acusa esta tendência tendo em vista as alterações introduzidas na legislação vigente (com o decreto lei 1307 os percentuais de abatimento no imposto de renda foram reduzidos até o patamar de 17,5%). Este declínio na taxa anual de plantio persistiu até 1977 quando, neste 4º período, um outro condicionante é identificado: o preço da terra no Estado de São Paulo. De fato, o valor do hectare em 1977 já era superior ao próprio volume de recursos concedidos pelo incentivo fiscal (VICTOR et alii, 1980).

O programa de reflorestamento por si só é, provavelmente, fator que causa a elevação do preço da terra embora alguns observadores apontem outros aspectos, como especulação imobiliária e pressão da agricultura.

A tendência do reflorestamento no Estado de São Paulo parece caminhar para a estabilização das taxas anuais de plantio. Entretanto, o surgimento de novo segmento demandante (madeira como fonte energética), poderá alterar esta perspectiva. Os reflorestamentos independentes não estarão mais à mercê dos tradicionais consumidores (celulose, chapas de fibras e aglomerados) o que exigirá, em contrapartida, que as empresas integradas venham a plantar mais florestas mesmo com recursos próprios, a fim de evitar futuros déficits de matéria prima e, paralelamente, atingir auto-suficiência.

Nas Tabelas 9 e 10, são apresentadas as áreas

Tabela 9. Área reflorestada anualmente no Estado de São Paulo com *Eucalyptus* spp por divisão regional administrativa, 1963-1984.

ANO	hectares											
	SÃO PAULO	LITORAL	VALE DO PARAÍBA	SOROCABA	CAMPINAS	RIBEIRÃO PRETO	BAURURIO PRETO	S. J. DO RIO PRETO	ARAÇATUBA	PRESIDENTE PRUDENTE	MARILIA	TOTAL
63	6.005	343	1.380	5.520	8.832	3.588	276	828	276	276	276	27.600
64	4.983	284	1.145	4.580	7.328	2.977	229	687	229	229	229	22.900
65	1.828	104	420	1.680	2.688	1.092	84	252	84	84	84	8.400
66	6.222	355	1.430	5.720	9.152	3.718	286	858	286	286	286	28.600
67	1.649	1.753	1.656	9.824	4.088	1.156	1.027	156	47	93	187	21.636
68	1.949	159	1.787	8.290	3.350	1.324	908	263	14	144	21	18.209
69	1.150	242	2.416	5.578	3.386	2.555	1.726	10	3	6	95	16.967
70	483	5	4.328	11.668	3.965	4.362	2.604	4	43	3	30	27.495
71	1.121	306	4.836	19.018	5.183	7.396	11.812	5	2	10	126	49.815
72	1.881	328	7.830	19.629	6.980	14.276	7.233	177	53	1.707	311	60.405
73	498	331	3.102	19.898	4.573	10.442	3.041	2	308	1	361	42.557
74	270	1.269	4.298	15.598	4.476	6.722	588	3	1	1	52	33.279
75	84	2.998	2.551	7.577	2.489	6.149	4.065	3	30	297	474	26.712
76	76	76	2.647	5.804	1.803	5.074	2.063	4	1	3	134	17.685
77	18	0	1.103	3.025	609	3.572	4.212	0	0	0	0	12.539
78	0	0	0	7.517	1.068	2.000	459	0	0	0	0	11.044
79	0	0	1.176	144	0	1.888	1.000	0	0	0	0	4.208
80	289	0	452	4.227	997	1.894	1.737	0	0	0	0	9.551
81	0	0	0	3.837	1.302	5.042	1.819	0	0	0	0	12.000
82	0	0	0	7.200	850	3.950	0	0	0	0	0	12.000
83	0	0	0	8.000	0	4.000	0	0	0	0	0	12.000
84	0	0	0	8.000	0	4.000	0	0	0	0	0	12.000
TOTAL	28.507	8.353	42.557	182.334	73.119	97.132	45.169	3.252	1.377	3.141	2.666	487.607

De 1981 a 1984: estimada de acordo com intenção de plantio manifestada pelas empresas consultadas.

Tabela 10. Área reflorestada anualmente no Estado de São Paulo com *Pinus* spp por divisão regional administrativa

hectares

ANO	SÃO PAULO		LITORAL		VALE DO PARAITIBA		SOROCABA CAMPINAS		RIBEIRÃO PRETO		BAURU		S. J. DO RIO ARAÇÁ		PRESIDENTE MARÇALIA		TOTAL
63	2.899	160	665	2.660	4.256	1.729	133	399	133	133	133	133	133	133	133	133	13.300
64	3.052	169	700	2.800	4.480	1.820	140	420	140	140	140	140	140	140	140	140	14.000
65	1.788	98	410	1.640	2.624	1.066	82	246	82	82	82	82	82	82	82	82	8.200
66	1.461	80	335	1.340	2.144	871	67	201	67	67	67	67	67	67	67	67	6.700
67	147	454	230	9.405	1.046	691	797	23	7	197	28	13.025	17.712	6	12	22.499	
68	68	1.280	172	10.165	1.042	713	4.241	10	3	6	12	17.712	2.465	61	22.337	20.054	
69	89	1.702	595	12.074	512	1.761	3.117	58	65	2.465	61	22.499	2.465	61	22.337	20.054	
70	261	4.525	315	11.484	1.520	343	3.049	6	506	127	201	22.337	201	201	20.054	15.385	
71	95	2.308	398	13.397	143	455	2.535	5	2	306	410	20.054	410	410	15.385	10.060	
72	672	2.007	379	8.278	592	418	1.579	57	17	1.299	87	15.385	87	87	10.060	19.968	
73	50	1.468	478	5.080	6	70	2.718	1	1	22	166	10.060	166	166	19.968	5.679	
74	55	1.424	2.207	5.223	1.058	239	8.574	1	1	777	409	19.968	409	409	5.679	5.402	
75	6	95	146	5.228	14	8	150	1	1	1	29	5.679	29	29	5.402	1.470	
76	4	1	3	5.255	9	63	43	1	1	1	21	5.402	21	21	1.470	1.614	
77	0	0	0	1.470	0	0	0	0	0	0	0	1.470	0	0	0	625	
78	0	0	0	1.520	0	0	94	0	0	0	0	1.614	0	0	0	275	
79	0	0	0	500	125	0	0	0	0	0	0	625	0	0	0	1.500	
80	0	0	0	125	0	0	150	0	0	0	0	275	0	0	0	1.500	
81	0	0	0	1.500	0	0	0	0	0	0	0	1.500	0	0	0	1.500	
82	0	0	0	1.250	250	0	0	0	0	0	0	1.500	0	0	0	1.500	
TOTAL	10.647	15.770	7.033	100.394	19.821	10.247	27.469	1.429	1.026	5.623	1.840	201.305	1.840	1.840	201.305		

reflorestadas anualmente com *Eucalyptus* e *Pinus* por divisão regional administrativa do Estado. Verifica-se que as mesmas são mais expressivas nas regiões de Sorocaba, Ribeirão Preto e Campinas que, juntas, abrigam mais de 54% dos reflorestamentos do Estado. Atualmente, mais de 80% dos *Pinus* estão em Sorocaba (49,3%), Bauru (13,7%), Campinas (9,8%) e Litoral (7,9%) e 80% dos *Eucalyptus* estão nas regiões de Sorocaba (37,4%), Ribeirão Preto (19,9%), Campinas (15%) e Vale do Paraíba (8,7%).

A Figura 4 descortina um melhor perfil da distribuição espacial relativa do reflorestamento realizado no Estado a nível regional.

As estimativas de produção futura de madeira de *Eucalyptus* spp aparecem na Tabela 11. Os 487 mil ha reflorestados com este gênero terão fornecido, em 1981, cerca de 8,9 milhões estéreos de madeira com casca. No período em estudo, 1984 é o ano em que deverá haver maior produção de madeira de fibra curta (12,6 milhões de stcc) ao passo que as menores quantidades serão produzidas nos anos de 1986 e 1987 (menos de 8 milhões de estéreos com casca).

A análise da Tabela 11 evidencia ainda os seguintes aspectos:

a) As DAs de Sorocaba, Campinas e Ribeirão Preto produzem, atualmente, mais de 60% da madeira de fibra curta no Estado: a participação relativa dessas DAs no contexto estadual será maior ainda no transcurso da década, chegando a 79% em 1990;

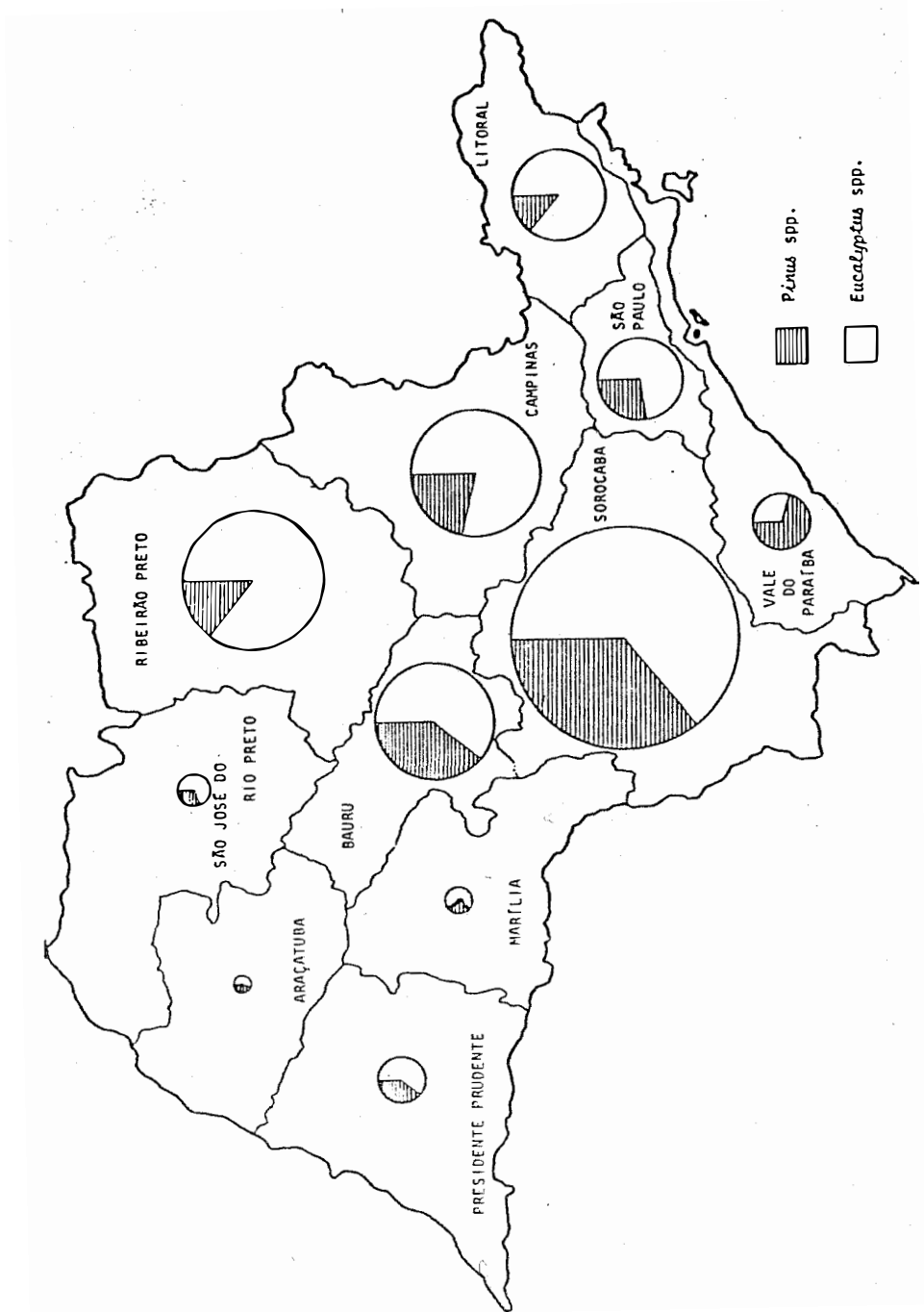


Figura 3. Distribuição espacial dos reflorestamentos no Estado de São Paulo a nível regional. Período: 1963-1980.

Tabela 11. Produção futura de madeira de *Eucalyptus* spp durante a década de 80 a nível de divisão regional administrativa (DA)

DA	estêreos com casca									
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
São Paulo	799.650	616.840	328.080	910.250	241.150	306.035	136.580	66.180	126.550	225.720
Litoral	492.050	47.370	45.100	78.410	232.550	169.770	364.380	14.230	33.660	39.360
Valle do Paraíba	800.210	1.144.665	804.275	1.096.900	795.480	804.990	571.880	952.540	730.500	939.600
Sorocaba	2.357.330	2.977.100	2.896.905	4.525.665	3.497.920	3.650.195	2.309.405	3.804.200	4.276.480	5.348.540
Campinas	1.717.330	1.611.845	990.655	2.063.260	998.440	1.110.005	938.050	934.940	679.750	1.029.840
Albrelão Preto	1.598.080	1.847.460	1.665.940	2.532.100	1.767.240	1.331.325	2.052.540	2.202.890	2.276.520	2.893.120
Bauru	829.970	734.545	2.172.020	993.515	682.890	526.525	1.050.555	657.780	2.057.480	950.580
S.J.R. Preto	92.630	76.830	28.270	115.620	17.400	29.290	1.460	1.160	550	21.240
Araçatuba	35.190	30.125	9.460	37.820	42.130	1.660	3.930	4.910	220	6.360
Pres. Prudente	75.570	26.135	10.340	236.300	10.350	16.080	36.300	870	1.100	204.840
Marília	111.910	55.960	23.100	68.780	63.890	8.550	67.330	27.420	13.860	37.320
TOTAL	8.909.920	9.168.875	8.974.145	12.658.620	8.349.440	7.954.425	7.532.410	8.667.750	10.196.670	11.696.520

b) Já a partir de 1982 a DA de Ribeirão Preto deverá produzir mais eucalipto do que a DA de Campinas, invertendo assim, uma tendência histórica;

c) A seguir, aparecem as DAs do Vale do Paraíba e São Paulo; a participação relativa dessas duas regiões deverá sofrer um decréscimo ao longo da década, como reflexo da quase ausência de reflorestamentos na DA de São Paulo desde 1973;

d) A DA de Bauru também deverá produzir volumes consideráveis de madeira de fibra curta. Atualmente, participa com 9% da produção estadual, sendo que este percentual deverá persistir nos anos futuros;

e) A região administrativa do Litoral tem, atualmente, uma participação discreta no total de madeira de *Eucalyptus* no Estado; entretanto, já a partir de 1982, sua participação decrescerá sensivelmente, como reflexo da inexistência de reflorestamento desde 1976;

f) As regiões de São José do Rio Preto, Araçatuba, Presidente Prudente e Marília, fornecerão valores inexpressivos de madeira de eucalipto, durante toda a década.

A Tabela 12 apresenta as produções futuras de madeira industrial de *Pinus*, cuja análise permite inferir que os volumes de madeira de *Pinus* são significativamente inferiores aos de *Eucalyptus*, reforçando o fato de que o parque industrial florestal paulista está mais voltado para processamento de madeiras de fibra curta.

Tabela 12. Produção futura de madeira de *Pinus* spp durante a década de 80 a nível de divisão regional administrativa (DA)

DA	estêreos com casca									
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
São Paulo	32.115	76.834	56.749	48.988	30.841	5.578	13.390	190.940	203.807	117.943
Litoral	138.762	204.173	119.618	115.513	119.044	82.040	60.071	65.781	113.477	47.316
Vale do Paraíba	42.491	89.926	40.374	83.857	25.155	61.913	13.104	62.013	90.581	36.044
Sorocaba	782.224	829.668	806.709	708.034	520.480	697.310	493.273	633.233	557.052	499.163
Campinas	54.243	169.040	98.725	95.182	64.310	44.924	31.942	285.659	339.334	179.743
Ribeirão Preto	69.831	66.802	56.267	67.286	22.799	27.072	19.829	145.031	128.433	77.169
Bauru	209.475	350.712	211.591	317.859	122.435	259.943	103.969	117.891	215.265	57.187
S.J.R. Preto	5.108	8.843	7.487	6.589	3.574	530	1.219	26.962	27.420	16.093
Araçatuba	2.779	14.493	2.532	3.007	10.296	204	380	9.791	17.720	5.382
Pres. Prudente	66.429	62.704	10.124	95.869	3.957	26.754	23.507	50.969	25.245	10.550
Marília	17.585	20.284	17.096	15.673	9.329	17.809	2.437	13.153	19.879	12.822
TOTAL	1.421.042	1.893.479	1.427.272	1.557.857	933.220	1.224.077	763.117	1.601.423	1.738.213	1.059.412

Os 202 mil hectares de área total reflorestada com *Pinus* teriam produzido em 1981, o equivalente a 1,4 milhão de estêreos sendo que no período todo, 1982 é o ano de maior produção de madeira (1,9 milhão de estêreos). Outras inferências podem ser extraídas quanto à produção de madeira de *Pinus* durante a década de 80:

a) As menores produções deverão ocorrer nos anos de 1985 e 1987;

b) Mais da metade da produção atual de madeira de *Pinus* deverá provir dos reflorestamentos realizados na região de Sorocaba, tendência esta que persistirá até o final da década;

c) A região de Bauru deverá, também, fornecer quantidades apreciáveis de madeira de *Pinus*. Entretanto, se atualmente tem uma participação de 15% do total estadual, no fim do período Bauru não estará fornecendo volumes expressivos de madeira de desbastes, pois os povoamentos mais antigos deverão comportar, proporcionalmente, madeira de serraria e laminação em maiores quantidades;

d) Num segundo plano aparece a região administrativa do Litoral, embora com participação bem inferior à de Bauru;

e) A região de Ribeirão Preto deverá produzir madeira, em maiores quantidades do que a de Campinas até o ano de 1983; a partir daí, Campinas deverá disponibilizar mais madeira fina de *Pinus*;

f) A região administrativa de São Paulo produzirá pouca madeira durante praticamente todo o período, a exemplo do que ocorrerá com a região do Vale do Paraíba;

g) Quantidades marginais deverão ser disponibilizadas pelas regiões de Araçatuba, São José do Rio Preto e Marília. Das regiões sem tradição de reflorestamento, a de Presidente Prudente é a que deverá disponibilizar maiores volumes.

4.3. Balanço estadual entre demanda e oferta futura de madeira de florestas plantadas

4.3.1. Demanda futura de madeira

As Tabelas 13 e 14 apresentam, respectivamente, as previsões de demanda industrial por madeira de *Eucalyptus* e de *Pinus*, de onde pode-se inferir o alto grau de dependência das indústrias paulistas para com os reflorestamentos de folhosas e coníferas.

As previsões de demanda por gênero de indústria encontram-se no apêndice 3, onde se verifica que 90% da demanda industrial é ocasionada pelas indústrias que processam madeira de *Eucalyptus*.

Se, atualmente a demanda industrial no Estado de São Paulo é de 10,6 milhões de estêreos (dos quais 9,7 mi-

Tabela 13. Demanda industrial ^{a/} por madeira de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo

Ano	1000 estéreos com casca					Total
	São Paulo	V. Paraíba	Sorocaba	Campinas	Rib. Preto	
1981	1.737,2	2.362,9	1.693,2	2.639,2	-	8.432,3
1982	1.737,2	2.362,9	1.853,2	3.218,4	579,1	9.750,8
1983	1.737,2	2.362,9	1.960,7	3.247,3	1.158,2	10.466,3
1984	1.737,2	2.362,9	2.075,4	3.277,9	1.158,2	10.611,6
1985	1.737,2	2.362,9	2.341,7	3.310,3	1.158,2	10.910,3
1986	1.737,2	2.362,9	2.471,9	3.344,9	1.158,2	11.075,1
1987	1.737,2	2.362,9	2.610,8	3.381,5	1.158,2	11.250,6
1988	1.737,2	2.362,9	2.759,0	3.420,4	1.158,2	11.437,5
1989	1.737,2	2.362,9	2.921,1	3.457,1	1.158,2	11.636,5
1990	1.737,2	2.362,9	3.083,7	3.506,5	1.158,2	11.848,5

^{a/} Inclui demanda para celulose de fibra curta, chapas de fibras e madeira aglomerada.

lhões de *Eucalyptus*), no final da década as necessidades de matéria prima somarão 13,6 milhões de estéreos (11,8 milhões dos quais, de madeira de *Eucalyptus*).

Tabela 14. Demanda industrial ^{a/} por madeira de *Pinus* no Estado de São Paulo

1000 estéreos com casca					
Ano	São Paulo	V.Paraíba	Sorocaba	Baurú	Total
1981	124,3	41,1	518,1	170,1	853,6
1982	124,3	41,1	518,1	170,1	853,6
1983	124,3	41,1	518,1	170,1	853,8
1984	124,3	41,1	518,1	170,1	853,6
1985	124,3	41,1	614,1	170,1	949,6
1986	124,3	41,1	1 002,9	170,1	1 338,4
1987	124,3	41,1	1 391,7	170,1	1 727,2
1988	124,3	41,1	1 391,7	170,1	1 727,2
1989	124,3	41,1	1 391,7	170,1	1 727,2
1990	124,3	41,1	1 391,7	170,1	1 727,2

^{a/} Inclui demanda para celulose de fibra longa e madeira aglomerada.

Quanto ao consumo tradicional de madeira para energia, as informações obtidas indicam que este componente

da demanda absorveu em 1980, mais de 4 milhões de estêreos (vide apêndice 3). Para os próximos anos espera-se que o consumo energético tradicional seja suprido somente pelas florestas de *Eucalyptus*, em função da deteriorada situação da cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo.

Os prognósticos de demanda energética tradicional são mostrados na Tabela 15, segundo a qual em 1990 serão consumidos 6,5 milhões de estêreos de madeira de *Eucalyptus*.

4.3.2. Balanço estadual entre demanda e necessidades futuras de madeira

Os resultados globais do balanço estadual estão representados nas Figuras 4 e 5, respectivamente para *Eucalyptus* e *Pinus*.

Considerando-se a demanda total por madeira de *Eucalyptus* (industrial + energética tradicional) observa-se a ocorrência de déficits em todos os anos da década. O balanço acusa um déficit acumulado da ordem de 66,3 milhões de estêreos, com um mínimo de 2,8 milhões de estêreos no ano de 1984 e um máximo de 9,4 milhões de estêreos em 1987. De maneira geral a situação tende a se agravar após o ano de 1985.

Ao se considerar apenas a demanda industrial - por madeiras de fibra curta, o déficit acumulado será de 13,3 milhões de estêreos.

Tabela 15. Demanda de madeira de *Eucalyptus* para fins energéticos tradicionais no Estado de São Paulo

1.000 estéreos com casca

ANO	SÃO PAULO		LITORAL	VALE DO PARAITIBA	SOROCABA	CAMPINAS	RIB. PRETO	BAURU	S.J. DO R. PRETO	ARAÇÁ TUBA	PRESIDENTE PRUDENTE	MARLIA	TOTAL
	1981	400,4	93,9	116,9	1051,6	1169,5	409,1	332,2	59,7	85,9	183,5	320,5	4223,2
1982	420,4	98,6	122,7	1104,2	1228,0	429,6	348,9	62,7	90,2	192,7	336,6	4434,6	
1983	441,5	103,6	128,9	1159,4	1289,4	451,1	366,2	65,9	94,7	202,3	353,4	4656,5	
1984	463,5	108,7	135,3	1217,4	1353,8	473,6	384,6	69,2	99,4	212,5	371,0	4889,0	
1985	486,7	114,2	142,1	1278,3	1421,5	497,3	403,9	72,6	104,4	223,1	389,6	5133,7	
1986	511,1	119,9	149,2	1342,2	1492,6	522,2	424,0	76,3	109,6	234,2	409,1	5390,4	
1987	536,5	125,9	156,7	1409,3	1567,2	548,3	445,2	80,1	115,1	245,9	429,6	5659,8	
1988	563,4	132,2	164,5	1479,8	1645,6	576,0	467,5	84,1	120,8	258,2	451,1	5943,2	
1989	591,6	138,8	172,7	1553,7	1727,9	604,5	490,9	88,3	126,9	271,1	473,6	6240,0	
1990	621,2	145,7	181,4	1631,4	1814,3	634,7	515,4	92,7	133,2	284,6	497,3	6551,9	

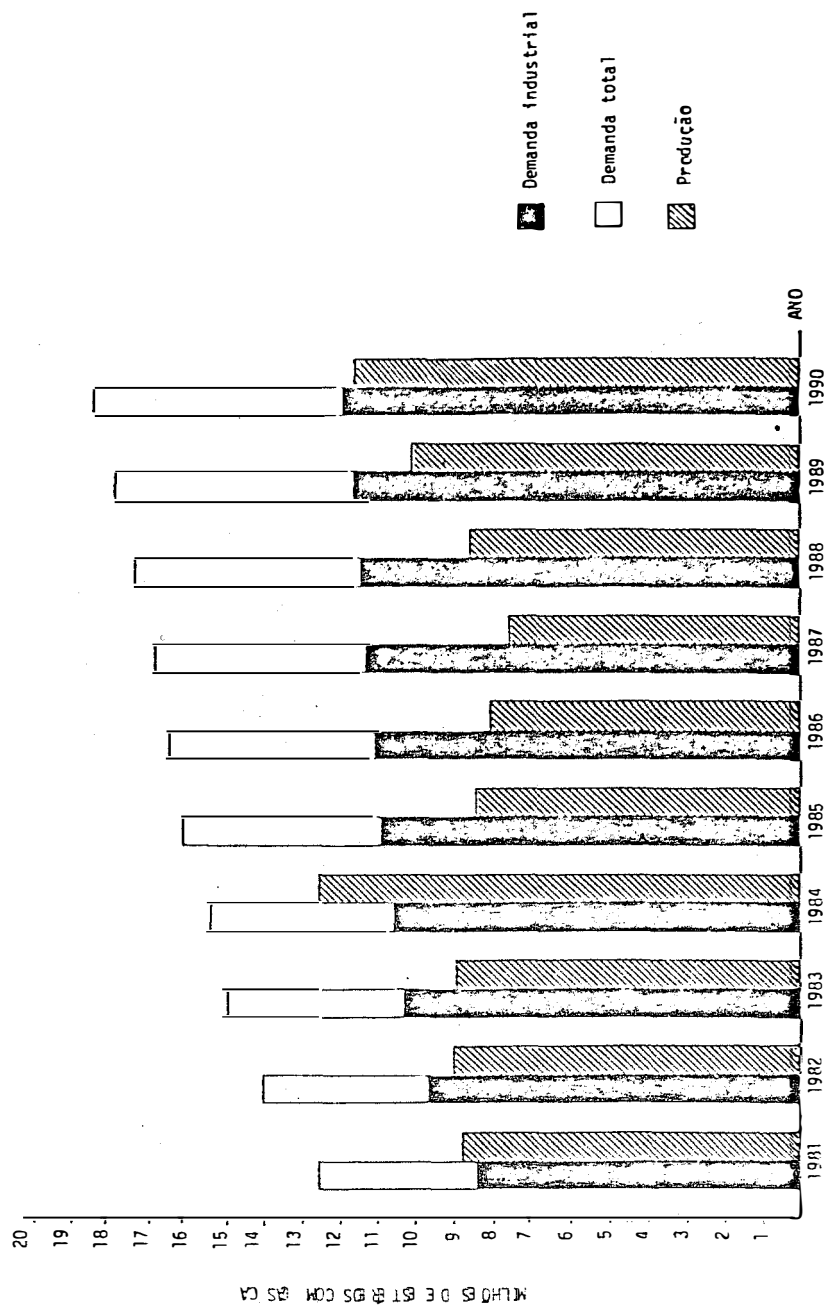


Figura 4. Balanço de madeira de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo durante a década de 80.

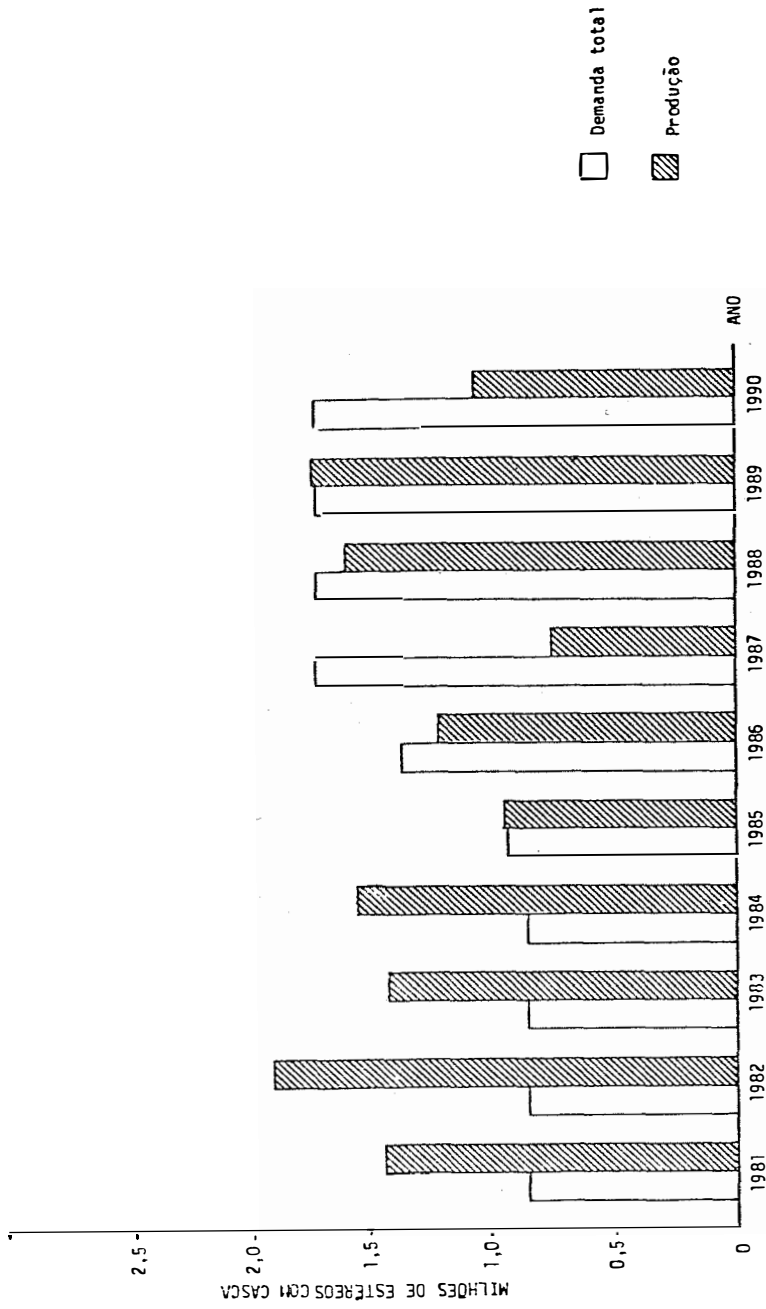


Figura 5. Balanço de madeira de *Pinus* no Estado de São Paulo, durante a década de 80.

Para o gênero *Pinus*, o balanço global é mais favorável, registrando um saldo positivo de 2,6 milhões de estéreos durante a década; porém, saldos negativos poderão ocorrer na segunda metade do período.

Com os elementos obtidos é interessante relacionar os balanços com a localização espacial dos centros consumidores.

As unidades industriais de consumo primário de madeira acham-se distribuídas geograficamente nas regiões leste e sudeste do Estado de São Paulo, conforme mostra a Figura 6. Os centros de consumo industrial de madeira de *Eucalyptus*, inserem-se nas DAs de São Paulo, Vale do Paraíba, Sorocaba e Campinas, enquanto as unidades processadoras de madeira de *Pinus* estão concentradas nas DAs de Sorocaba, Baurū, São Paulo e V. Paraíba.

A situação particularizada de cada divisão regional administrativa é retratada no apêndice 3.

No caso da demanda por madeira de *Eucalyptus*, as DAs de São Paulo, Vale do Paraíba e Campinas não produzirão o bastante para satisfazer suas necessidades industriais. A DA de Sorocaba, embora suporte a demanda industrial, produzirá excedentes para suprir o consumo energético tradicional apenas em alguns anos da década. As DAs de Baurū e Ribeirão Preto serão autosuficientes, enquanto a DA do Litoral alternará déficits/excedentes durante a década. As regiões sem tradição em reflorestamento (S.J. do Rio Preto, Araçatuba, Pres. Prudente e Marília) não suportarão a demanda energética tradicional. O panorama apresentado evidencia que, se persistirem as atuais taxas de plantio, os níveis deficitários serão mais a-

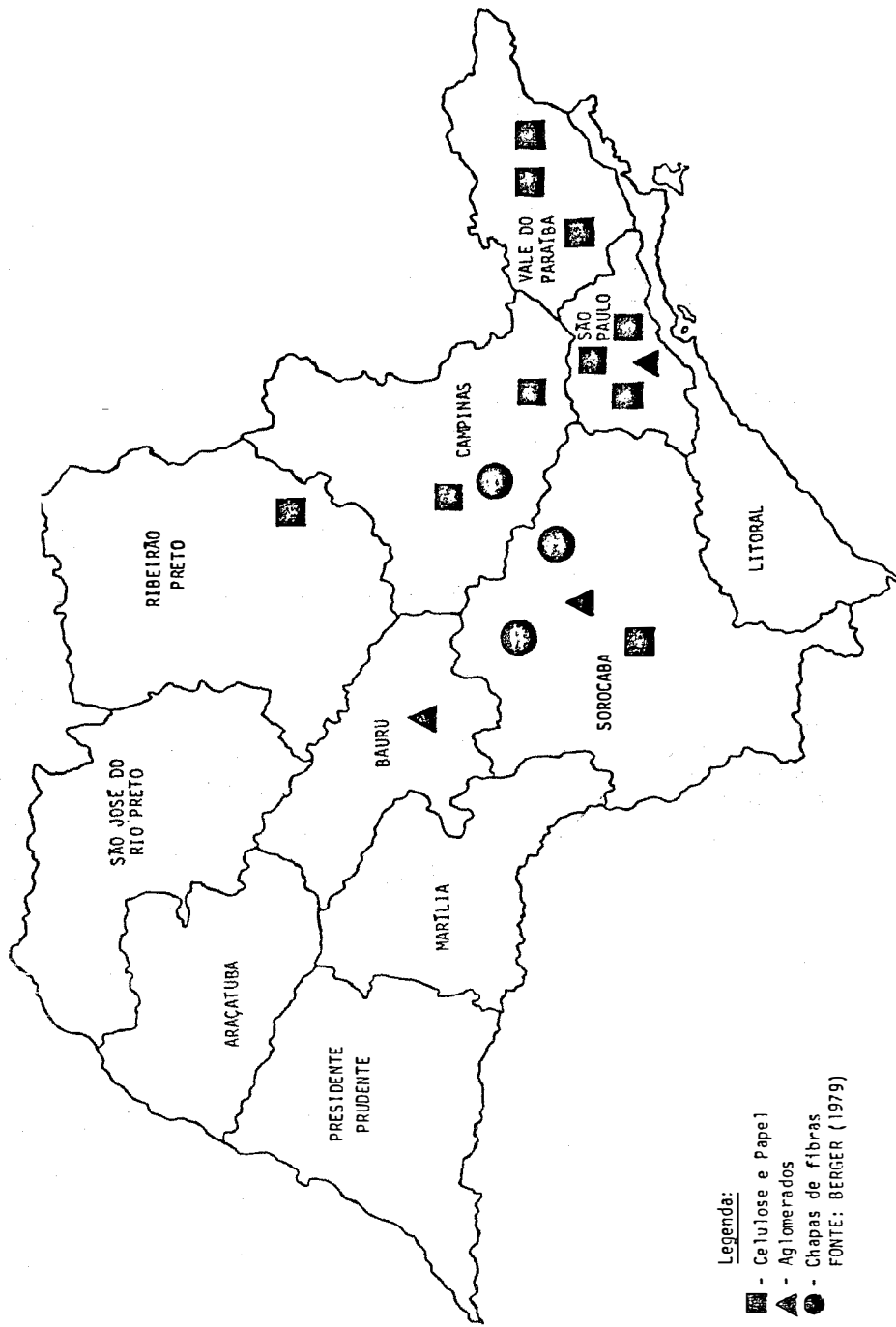


Figura 6. Localização das unidades industriais de consumo primário de madeira de reflorestamento no Estado de S.Paulo.

larmantes após a década, perspectiva esta que é reforçada pela matriz da área reflorestada com *Eucalyptus* (Tabela 9). Em 1994, por exemplo, as florestas de *Eucalyptus* plantadas até 1976 já terão sofrido o terceiro e último corte.

A inexistência quase total de plantios, principalmente em regiões estratégicas, como São Paulo, desde 1976 exige que, doravante, os reflorestamentos industriais tenham maior participação na oferta futura de madeira de fibra curta.

No caso da demanda por *Pinus* a DA de São Paulo será autosuficiente apenas no final da década, sendo que até lá, suas necessidades poderão ser satisfeitas pelas regiões mais próximas, como Campinas ou Litoral. As regiões de Bauru e Sorocaba apresentarão excedentes até a metade do período. A região do Vale do Paraíba, embora consuma quantidades marginais de madeira de fibra longa, não terá suas necessidades plenamente satisfeitas pelas florestas locais. Quanto às DAs sem tradição florestal, irão produzir quantidades que não afetam significativamente o balanço global.

Em que pese a situação favorável do balanço estadual para madeira de *Pinus*, há de se considerar que as florestas plantadas no passado já sofreram ou vêm sofrendo desbastes, de modo que o estoque em pé deverá originar, futuramente, madeira de serraria em proporções majoritárias. O decréscimo paulatino nos saldos de madeira industrial durante a década, principalmente nas regiões estratégicas, é reflexo das ridículas taxas de plantio verificadas após 1973.

4.4. Possibilidades de substituição do óleo combustível industrial por biomassa de florestas plantadas no Estado de São Paulo e necessidades de plantio

4.4.1. Quantificação de biomassa florestal equivalente em óleo combustível no Estado de São Paulo

As informações obtidas no ítem 4.3. deste trabalho sugerem que seria temerário impulsionar um programa de substituição, apoiado no atual estoque de florestas plantadas no Estado de São Paulo.

Portanto, a curto prazo, resta a alternativa de se aproveitar os resíduos da exploração florestal.

As estimativas de produção anual de resíduos são apresentadas na Tabela 16, onde se observa que poderão fornecer um total acumulado de 3,3 milhões de TEOC ^{a/}, durante a década.

De modo geral, as florestas de *Eucalyptus* deverão gerar de 2,6 a 4,2 vezes mais resíduos do que as florestas de *Pinus* até 1987. A partir de então, as coníferas produzirão mais em função da exploração de madeira para serraria dos plantios mais antigos de *Pinus*.

a/ TEOC - toneladas equivalentes em óleo combustível.

Tabela 16. Produção de resíduos florestais (*Eucalyptus* e *Pinus*) equivalente em óleo combustível durante a década de 80 no Estado de São Paulo

1000 TEOC

DA	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
São Paulo	22,2	20,8	12,7	26,4	8,4	8,2	4,3	28,0	31,1	22,0	184,2
Litoral	18,0	9,7	6,7	7,5	12,5	8,8	13,3	5,7	10,0	5,2	97,4
V.Parafiba	22,2	33,0	22,7	31,8	21,7	23,4	15,4	31,6	27,8	28,3	257,9
Sorocaba	92,0	114,4	111,9	149,1	115,4	132,4	88,7	149,6	158,7	177,6	1289,8
Campinas	46,8	51,1	32,6	58,4	30,0	31,0	26,1	62,9	61,0	50,3	450,1
R. Preto	43,9	51,3	46,2	68,6	46,7	35,7	53,7	74,2	75,1	83,9	579,4
Bauru	29,4	32,1	65,6	39,4	23,7	25,8	34,4	25,5	67,2	28,7	371,8
S.J.R.Preto	2,6	2,6	1,3	3,4	0,7	0,8	0,1	3,7	3,8	2,8	21,8
Araçatuba	1,0	1,5	0,4	1,2	1,7	0,05	0,1	1,4	2,0	0,9	10,2
Pres.Prudente	4,8	3,2	0,8	10,9	0,5	1,8	2,4	4,5	2,2	6,5	37,6
Marília	3,6	2,3	1,4	2,5	2,1	1,1	1,8	2,2	2,3	2,3	21,6
Total	286,6	321,8	302,3	399,2	263,5	269,0	240,3	389,3	441,2	408,4	3321,6

Fontes: Tabelas 1 e 2 do apêndice 4.

Os dados obtidos salientam que no período analisado, a disponibilização de resíduos equivalentes em óleo combustível é desuniforme, apresentando os menores valores nos anos de 1985 e 1987.

4.4.2. Substituição de óleo combustível por biomassa florestal no setor industrial do Estado de São Paulo

O balanço estadual entre o consumo nominal de óleo combustível industrial e a disponibilidade potencial dos resíduos equivalentes em óleo combustível encontra-se na Tabela 17.

Durante a década de 80, os resíduos poderão substituir parcialmente o óleo combustível, contribuindo com cerca de 3,8% ao ano até 1985 e 2,7% ao ano na segunda metade da década.

É interessante analisar as repercussões das possibilidades de substituição frente as metas do "Plano nacional para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível, o qual prevê 5% ao ano até 1985, e 30% ao ano a partir de 1986.

Dentro deste enfoque, pode-se vislumbrar as perspectivas de cada divisão regional administrativa do Estado de São Paulo, consultando-se os balanços individuais apresentados no apêndice 4.

Tabela 17. Balanço estadual entre o consumo nominal de óleo combustível industrial e a disponibilidade de resíduos florestais no Estado de São Paulo

Ano	Consumo de óleo combustível (t)	Disponibilidade de resíduos (TEOC)	Saldo (TEOC)	% de Substituição
1981	6.923.450	286.554	- 6.636.896	4,1
1982	7.554.103	321.805	- 7.232.298	4,3
1983	8.230.707	302.310	- 7.928.397	3,7
1984	8.976.278	399.291	- 8.576.987	4,4
1985	9.775.672	263.516	- 9.512.156	2,7
1986	10.641.532	269.063	-10.372.469	2,5
1987	11.577.341	240.385	-11.336.956	2,1
1988	12.589.185	389.331	-12.978.516	3,1
1989	13.682.888	441.502	-13.241.386	3,2
1990	14.864.871	408.453	-14.556.418	2,7

média = 3,3

Em síntese, observa-se que nas DAs de São Paulo, Litoral, Campinas, Araçatuba e Presidente Prudente, a representatividade dos resíduos é baixa, podendo substituir, respectivamente, apenas 0,4%, 1,1%, 2,2%, 1,6% e 3,6% ao ano do

do consumo nominal previsto. Para as DAs do Vale do Paraíba (5,4%), São José do Rio Preto (5,4%), Marília (5,6%), Sorocaba (8,7%) e Ribeirão Preto (12,8%), os percentuais anuais satisfazem as metas até 1985, enquanto que a DA de Baurú (35,8%) se posiciona de modo privilegiado podendo satisfazer plenamente as metas preconizadas.

Como o aproveitamento de resíduos é uma solução paliativa de curto prazo, após 1986 as metas só poderiam ser satisfeitas mediante a utilização de florestas plantadas a partir de 1981, com finalidade exclusivamente energética.

Considerando-se os atuais níveis de produtividade média das florestas de *Eucalyptus*, a ampliação da oferta futura de biomassa florestal para atender o plano de substituição de óleo combustível no Estado de São Paulo, exigiria os plantios anuais registrados na Tabela 18. Lembrando que o Estado de São Paulo é responsável por 40% do consumo nacional de óleo combustível, surge a evidência de que os resultados obtidos estão de acordo com as necessidades de plantio sugeridas pelo plano de substituição.

Obviamente, medidas de cunho político, financeiro e institucionais deverão ser implementadas para possibilitar o alcance das ambiciosas metas do processo substitutivo.

Tabela 18. Substituição de óleo combustível industrial por biomassa florestal no Estado de São Paulo e previsão das necessidades de plantio

Ano	Consumo Nominal (TOC)	Redução através medidas de racionalização (TEOC) ^{a/}	Economia obtida		Substituição prevista pelo PABF (TEOC) ^{b/}	Saldo (1 - 2)	Necessidade de plantio (ha) ^{c/}
			com resíduos disponíveis (TEOC) (1)	com resíduos disponíveis (TEOC) (2)			
1981	6.923.450	-	286.554	346.172	- 59.618	135.592	
1982	7.554.103	1.133.115	321.805	321.049	756	146.045	
1983	8.230.707	1.234.601	302.310	349.805	- 47.495	152.382	
1984	8.976.278	1.346.442	399.291	381.492	17.799	169.104	
1985	9.775.672	1.466.351	263.516	415.466	-151.950	170.000	
1986	10.641.532	1.596.223	269.063	2.713.593	-2.444.530	170.000	
1987	11.577.341	1.736.601	240.385	2.952.222	-2.711.837	-	
1988	12.589.185	1.888.378	389.331	3.210.242	-2.920.911	-	
1989	13.682.888	2.052.433	441.502	3.489.136	-3.047.634	-	
1990	14.864.871	2.229.731	408.453	3.790.542	-3.382.089	-	

^{a/} 15% sobre o consumo nominal a partir de 1982

^{b/} Substituição prevista no plano para aproveitamento de biomassa florestal

^{c/} 1 ha de floresta de *Eucalyptus* gera 20 TEOC a cada 6 anos.

TOC = toneladas de óleo combustível

TEOC = toneladas equivalentes de óleo combustível

4.4.3. Substituição de óleo combustível por biomassa florestal nas indústrias de celulose e papel e madeira

A exceção das indústrias que consomem óleo combustível para gerar potência, ou aquelas cujo processo produtivo necessite de fornecimento constante de vapor a temperaturas bem controladas; todas têm condições de substituir este insumo energético por biomassa florestal.

Porém, é evidente que as empresas cuja matéria prima seja a madeira, apresentam maiores possibilidades de utilização dos resíduos florestais como fonte de energia. Em função deste aspecto, a disponibilidade potencial dos resíduos foi contrastada com o consumo nominal de óleo combustível pelos segmentos industriais de celulose e papel, chapas de fibras e madeira aglomerada. Segundo VILLAS BOAS (1980), já no primeiro trimestre de 1980, as indústrias de celulose e papel apresentaram, em relação ao ano de 1979, uma redução de 6% no consumo de óleo combustível como reflexo da utilização da lenha.

A análise desses segmentos a nível regional, encontra-se no apêndice 4.

A observação deste conjunto de informações indica que as DAs de São Paulo, Campinas e Vale do Paraíba são as menos favorecidas. Os resíduos disponíveis nessas regiões poderão substituir, respectivamente, 4,2%, 10,4% e 16,3% do

consumo de óleo combustível previsto para as indústrias florestais. Lembrando que o comércio de madeiras no Estado de São Paulo obedece um fluxo permanente, as empresas florestais atuando nessas regiões, poderiam receber os resíduos de outras DAs juntamente com a matéria prima adquirida.

A DA de Ribeirão Preto, por exemplo, revela a possibilidade de substituir 100% do óleo combustível consumido pelo segmento de celulose e papel, gerando excedentes que poderiam atender as necessidades de outras regiões, ou mesmo de outros segmentos da própria DA. As regiões do Litoral (65%) e de Bauru (66%) também deverão gerar excedentes em determinados anos do período, enquanto Sorocaba, embora não atinja autossuficiência, revela taxas de substituição potencial acima de 50% ao ano.

As perspectivas de aproveitamento da biomassa florestal pelos segmentos de celulose e papel e madeireiro face ao protocolo de redução e substituição de óleo combustível celebrado entre o governo federal e a Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose, podem ser analisadas consultando-se a Tabela 19.

Verifica-se que os resíduos disponíveis nas regiões onde se localizam as indústrias florestais poderão contribuir de maneira decisiva até 1983, satisfazendo plenamente os objetivos do protocolo. Entretanto, a partir de 1984, face à proposta de substituição crescente, os resíduos não possibilitarão a substituição prevista.

Tabela 19. Substituição de óleo combustível pelos segmentos de celulose, papel e madeira, por biomassa florestal no Estado de São Paulo e previsão das necessidades de plantio

Ano	Consumo Nominal (TOC)	Redução através medidas de racionalização (TEOC) a/ (1)	Economia obtida com resíduos disponíveis (TEOC) (1)	Substituição prevista no protocolo (TEOC) (2)	Saldo (1-2)	Necessidade de plantio b/ (ha)
1981	895.710	179.142	274.556	-	274.556	29.396
1982	996.919	199.384	312.215	-	312.215	26.494
1983	1.104.898	220.980	298.400	229.819	68.581	27.662
1984	1.200.531	240.106	319.543	355.357	- 35.814	34.354
1985	1.303.950	260.790	258.424	500.717	-242.293	35.000
1986	1.415.970	283.194	265.323	543.732	-278.409	35.000
1987	1.537.039	307.408	235.928	823.853	-587.925	-
1988	1.667.945	333.589	377.470	907.362	-529.892	-
1989	1.809.441	361.888	431.095	984.336	-553.241	-
1990	1.962.358	392.472	396.137	1.088.221	-687.084	-

a/ 20% sobre o consumo nominal a partir de 1981

b/ 1 ha de floresta de *Eucalyptus* gera 20 TEOC a cada 6 anos

TOC = toneladas de óleo combustível

TEOC = toneladas equivalentes de óleo combustível.

Para atender as metas do protocolo, haveria necessidade de efetivar plantios anuais em torno de 32 mil hectares de 1981 a 1986.

4.4.4. Terras aproveitáveis não exploradas no Estado de São Paulo

Tendo em vista as necessidades de plantio para atender a demanda energética programada no Estado de São Paulo e a fim de se aumentar o estoque futuro de madeira para prover os diversos segmentos demandantes, é necessário incorporar ao processo produtivo as áreas marginais à agricultura e potencialmente aptas ao reflorestamento. Embora esteja difundida a idéia de que o Estado de São Paulo se encontra limitado quanto à disponibilidade de terras para a expansão do reflorestamento, deve-se estudar o aproveitamento de terras marginais mesmo em pequenos plantios, ou seja, desenvolver nova tecnologia florestal para o uso alternativo dessas terras, adequando-se a atividade florestal à atual estrutura fundiária do Estado.

Estudos baseados sobre o atual uso da terra, demonstram que o Estado de São Paulo dispõe de apreciável estoque de terras aproveitáveis não exploradas, com nítida vocação para silvicultura, estimadas em 2,6 milhões de ha (IN-CRA, 1976).

Também sob o ângulo conservacionista o proble

ma é importante, já que o Estado apresenta área superior a 2,2 milhões de hectares de terras com elevado risco de erosão e despidas de coberturas arbóreas (Figura 7). Estas deveriam suportar um programa de culturas permanentes com ênfase ao reflorestamento, tanto com finalidade econômica como ambiental.

Considerando que a área reflorestada no Estado de São Paulo desde 1963 foi dimensionada em 690 mil hectares, torna-se claro que o potencial representado pelas áreas não ocupadas é significativo.

4.5. Disponibilidade de biomassa florestal equivalente em óleo combustível nas áreas de influência do Estado de São Paulo

Nas áreas de influência do Estado de São Paulo existem 358,3 mil hectares disponíveis de florestas de *Eucalyptus*, dos quais 283 mil ha no Mato Grosso do Sul e 75,3 mil ha no Triângulo Mineiro.

A previsão de um estoque acumulado de 44 milhões de estêreos de madeira (apêndice 5), despertou o interesse da CESP em utilizar as florestas do Mato Grosso do Sul como fonte de matéria prima para a produção de metanol. Entretanto, as florestas não apresentam até o momento, nenhuma vinculação direta com o projeto metanol, constituindo-se em potencial com elevadas possibilidades de ser aproveitado pelo parque industrial paulista.

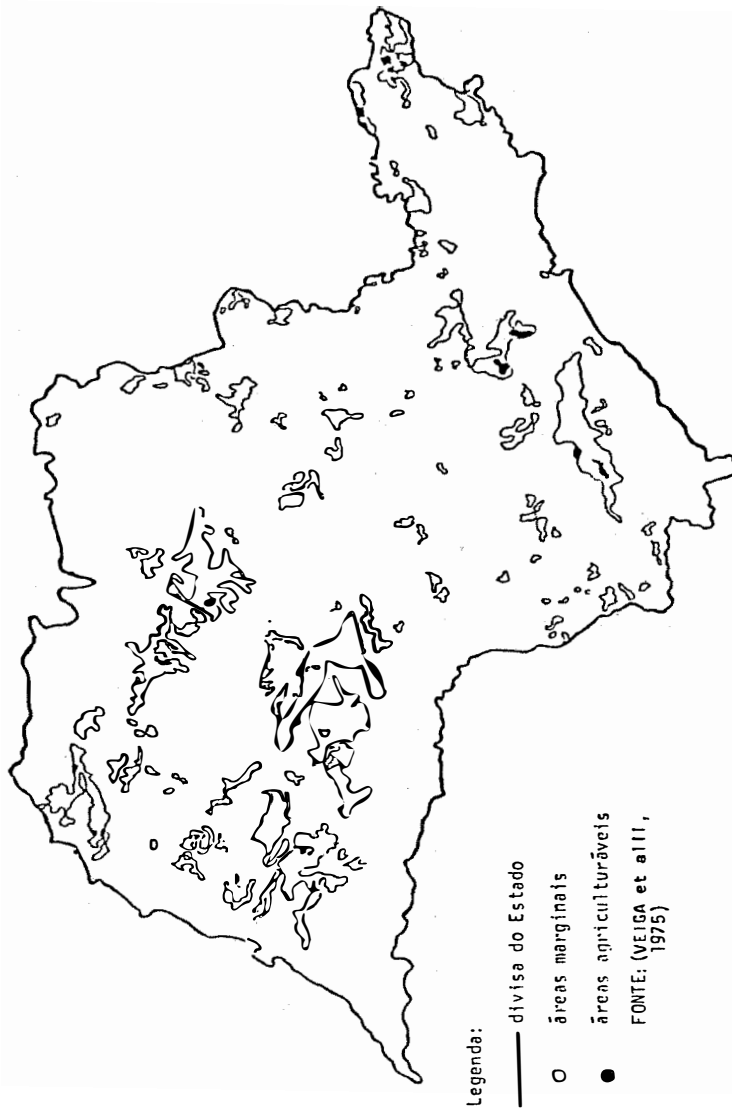


Figura 7. Áreas marginais à agricultura tradicional, potencialmente aptas ao reflorestamento: 2,2x10⁶ha
 FONTE: VEIGA et alii (1975).

No Triângulo Mineiro a estimativa de produção futura de madeira (apêndice 5) acusa um estoque acumulado de 9 milhões de estêreos de material lenhoso. Embora o descomprometimento desta madeira tenha despertado o interesse de unidades de produção de etanol e subprodutos da madeira, os plantios localizados neste distrito florestal não apresentam nenhuma vinculação concreta com qualquer segmento demandante.

Ao contrário do que ocorre no Mato Grosso do Sul, onde os maciços estão agregados em extensas áreas contínuas, os plantios no Triângulo Mineiro ocorrem de maneira pulverizada. Se, neste distrito florestal não há indicação de que haja estoque de terra em poder dos reflorestadores, a disponibilidade de terras sem utilização (e a preços bem inferiores às terras de São Paulo) no eixo Campo Grande - Três Lagoas é considerável. Levando-se em conta este aspecto, é possível que, sob condição de demanda assegurada, o IBDF não deixe de conceder recursos para novos empreendimentos florestais no Mato Grosso do Sul, os quais sofreram decréscimo nos últimos 3 anos.

Diante da potencialidade dos reflorestamentos existentes nas áreas de influência, é razoável supor que a biomassa florestal, gerada no Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro, poderia ser "importada" visando atenuar os déficits no Estado de São Paulo.

Os valores transformados em TEOC são apresentados na Tabela 20 onde se pode avaliar a contribuição potencial

das áreas de influência para substituição do óleo combustível consumido pelo parque industrial paulista.

Tabela 20. Disponibilidade potencial de biomassa proveniente de florestas de *Eucalyptus* implantadas nas áreas de influência do Estado de São Paulo (TEOC)

Ano	Disponibilidade no Triângulo Mineiro (1)	Disponibilidade no Mato Grosso do Sul (2)	Disponibilidade total (1 + 2)	Consumo de OC no Estado de São Paulo	% de Substituição
1981	95.386	291.144	386.530	6.923.450	5,6
1982	124.216	629.751	753.967	7.554.103	10,0
1983	60.091	417.869	474.070	8.230.707	5,7
1984	56.201	418.875	475.076	8.976.278	5,3
1985	45.492	324.445	369.937	9.775.672	3,8
1986	62.203	201.280	263.483	10.641.532	2,5
1987	57.076	254.649	311.725	11.577.341	2,7
1988	80.344	516.908	597.252	12.589.185	4,7
1989	47.736	344.820	392.556	13.682.888	2,9
1990	58.240	354.630	412.870	14.864.871	2,8

média = 4,6

Face às limitações técnicas e econômicas para compactação e posterior transporte dos resíduos até as unidades paulistas de consumo, os valores transformados em TEOC referem-se à madeira (fuste comercial) mais casca.

Em conjunto, a biomassa florestal gerada no Mato Grosso do Sul e Triângulo Mineiro poderia substituir em torno de 4,6% (444 mil TEOC) ao ano de consumo nominal de óleo combustível no Estado de São Paulo.

Sem dúvida, as florestas do Mato Grosso do Sul teriam participação bem expressiva, gerando, em média, 375 mil TEOC por ano, contra 69 mil TEOC do Triângulo Mineiro.

Entre outros fatores, a não utilização da biomassa existente nas áreas de influência pelas indústrias paulistas, até o momento, se deve ao transporte rodoviário, que onera o custo final da matéria prima, bem como às limitações técnicas e econômicas para adensamento do material disponível.

Do ponto de vista do escoamento da biomassa, Mato Grosso do Sul dispõe de transporte rodoviário e ferroviário. A rodovia BR-262, não asfaltada, corta os reflorestamentos no eixo Campo Grande - Três Lagoas. Com seu traçado original praticamente abandonado, os usuários trafegam o caminho paralelo à rede de eletricidade, cujo percurso é difícil em função do solo ser arenoso. Tendo em vista a localização puntual ao longo da BR-262, a ligação com São Paulo pode se dar

por Presidente Epitácio (a partir do extremo em Campo Grande) ou por Araçatuba (a partir do extremo em Três Lagoas). Entretanto, há de se considerar a possibilidade de se utilizar a ferrovia que atravessa a região. Esta ferrovia possui estações em Ribas do Rio Pardo e em Água Clara, chegando até Bauru onde há conexão com a rede federal.

A transferência da biomassa disponível no Triângulo Mineiro oferece condições favoráveis, por ser esta região um dos mais importantes entroncamentos rodoviários do país. A infraestrutura regional é dotada de estradas vicinais que dão acesso aos plantios em todas as áreas reflorestadas. Existe ligação por asfalto com São Paulo pela BR-50. A rede ferroviária também é extensa e interligada à rede federal.

4.6. Análise do custo unitário da utilização da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível

Os resultados dos custos de produção da energia gerada pelo óleo combustível, carvão vegetal, madeira e resíduos são apresentados na Tabela 21.

Quanto à economicidade relativa desses diferentes insumos energéticos, verifica-se que os resíduos apresentam um custo unitário 3,4 vezes menor do que a madeira, 4,8 vezes menos do que o carvão vegetal e 10,0 vezes menor do que o óleo combustível. A madeira, posicionando-se como a segunda

melhor opção, tem um custo por gigocaloria 3,0 vezes menor do que o óleo combustível e 1,4 vezes menos do que o carvão vegetal. Este último, por sua vez, apresenta um custo unitário 2 vezes menor do que o óleo combustível.

Saliente-se que esses dados não consideramos custos de exploração, processamento e transporte dos diferentes sucedâneos.

Na realidade, para que exista economicidade no processo substitutivo é necessário que os custos agregados de produção, processamento e transporte (Cr\$/Gcal) dos sucedâneos até a unidade consumidora sejam, no mínimo, iguais ao custo da gigocaloria do óleo combustível posto no pátio da usina. Neste caso haverá indiferença por parte da empresa na utilização do sucedâneo.

Para o carvão vegetal e óleo combustível, apenas as despesas de transporte devem ser adicionadas para se obter o custo final da gigocaloria. Para madeira e resíduos a situação é mais complexa, dadas as diversas possibilidades de exploração, processamento e transporte.

Considerando-se o frete do óleo combustível, a importância disponível para processamento e transporte de cada sucedâneo, é apresentada na Figura 7 (referência padrão: Cr\$ 3.305,00/Gcal de óleo combustível posto fábrica).

Verifica-se que:

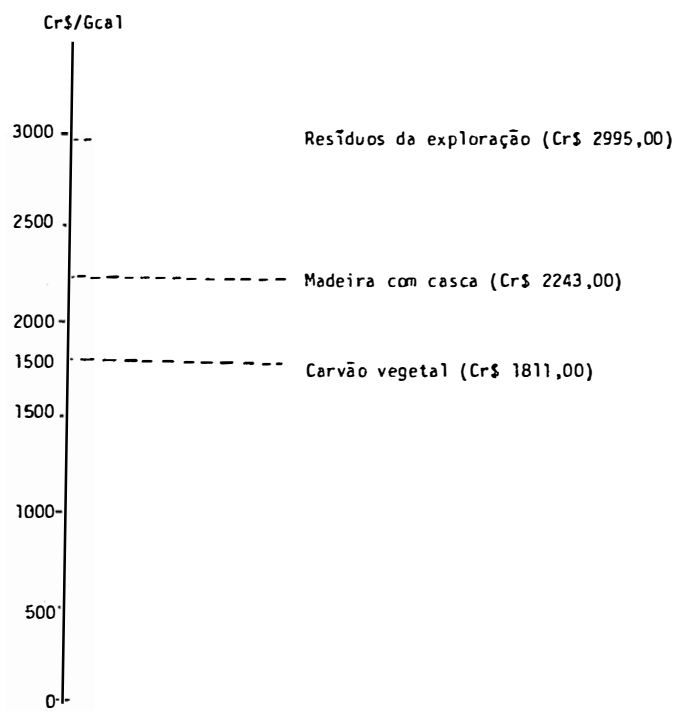
a) O carvão vegetal compete com vantagem sobre o óleo combustível mesmo que transportado a uma distância de 2000 km.

Tabela 21. Custos da gigocaloria (Gcal) gerada pelo óleo combustível, carvão vegetal, madeira e resíduos da exploração de *Eucalyptus* (sem exploração, processamento e transporte)

Matéria prima	Poder Calorífico (kcal/kg)	Custo unitário (Cr\$ / t)	Custo da gigocaloria (Cr\$/Gcal)	Eficiência em processos de aquecimento (%) ^{b/}	Custo da gigocaloria considerando-se a eficiência energética
Óleo combustível BPF	10.500	23.000,00	2.190,00	70	3.129,00
Carvão vegetal	6.800	6.600,00	971,00	65	1.494,00
Madeira com casca	3.000	1.912,00 ^{a/}	637,00	60	1.062,00
Resíduos (casca + galhada)	2.900	540,00	186,00	60	310,00

^{a/} Considerando taxa de juro real (i) de 8% ao ano, preço da terra (T) de Cr\$ 200.000,00/ha e produtividade de 163, 137 e 131 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

^{b/} FONTE: ERBER e CARREIRO FILHO, (1980).



FONTE: Tabela 21.

Figura 8. Importância disponível para processamento e transporte de cada sucedâneo relativamente ao óleo combustível (cruzeiros de janeiro de 1982).

b) A importância disponível para corte e transporte de 1 gigocaloria oriunda da queima da madeira é de Cr\$ 2.443,00. Sendo de Cr\$ 1.815,00/t. o custo do corte da madeira, este sucedâneo poderá ser transportado a uma distância de 435 km (frete a Cr\$ 10,00/t.Km) que ainda assim haverá economicidade em relação ao óleo combustível;

c) Raciocínio análogo posiciona também os resíduos em situação vantajosa em relação ao óleo combustível onde Cr\$ 2.995,00 / gigocaloria podem ser alocados na exploração, processamento e transporte deste material.

No caso dos resíduos há dificuldade em se determinar a distância que torna indiferente a sua utilização, devido à inexistência de dados sobre custos de exploração e transporte.

Há de se ressaltar que os custos de estocagem e armazenamento são superiores para a madeira e resíduos. Maiores pátios são necessários e conseqüentemente, o maior investimento representado pelo capital imobilizado em terra, equipamentos e processamento, deve onerar o custo final desses sucedâneos.

De acordo com as indicações obtidas, é lógico supor que o consumidor está em condições de optar pela utilização de um outro sucedâneo.

Dadas as peculiaridades das densidades energéticas diferenciadas de cada sucedâneo, ao consumidor interessa, em função da distância de transporte, a forma mais econô-

mica de utilização da biomassa. Muitas vezes, o menor poder calorífico da madeira suscita dúvidas quanto à economicidade ou não de transformá-la em carvão vegetal (visando concentrar mais energia por unidade de volume e, com isto, ganhar no custo de transporte).

A decisão pode ser tomada ao se determinar a distância que torna indiferente transportar o carvão ou transportar a madeira para ser queimada diretamente na forma de lenha.

Levando-se em conta as equivalências energéticas, constata-se que o transporte na forma de carvão só será recomendável para distâncias superiores a 784 km.

Portanto, os sucedâneos oriundos da biomassa florestal oferecem vantagem econômica relativamente ao óleo combustível.

A curto prazo, a política de preço para derivados de petróleo permite prever aumentos escalonados em relação à madeira, o que poderá tornar a biomassa mais competitiva.

A análise aqui apresentada é instantânea e não considerou as prováveis alterações na demanda e na oferta futura de biomassa. Do lado da demanda é possível identificar, a priori, três componentes que deslocarão a curva de procura: a) o crescimento do consumo energético tradicional representado pelo aumento da capacidade de produção das empresas; b) a substituição do óleo combustível industrial por biomassa nas cal

deiras das indústrias que utilizam a madeira como matéria-prima e, c) o surgimento de novos segmentos demandantes representados pelas indústrias que não têm florestas próprias. Do lado da oferta, a perspectiva a curto prazo se resume no aproveitamento de resíduos da exploração e na disponibilidade de madeiras de terceiros. No futuro, poder-se-á contar com os reflorestamentos para uso exclusivamente energético (Plano nacional de florestas energéticas e Protocolo das indústrias de celulose e papel), cujo cumprimento dependerá da explicitação de instrumentos capazes de promover e assegurar a utilização da biomassa florestal.

4.7. Análise econômica da produção florestal

Com o aporte metodológico utilizado foram obtidas informações refletindo importantes aspectos que devem ser ponderados pelo produtor de madeira de *Eucalyptus*.

O primeiro aspecto diz respeito aos valores de VLP constantes da Tabela 22, cuja interpretação está intimamente ligada à taxa de juro desejada. Observa-se que, à medida que o produtor exige maior remuneração do investimento, os retornos financeiros decrescem.

Valores positivos de VLP indicam que o investimento em floresta oferece um retorno mais alto do que a taxa escolhida. Valores negativos significam que seria preferí-

Tabela 22. Valor líquido presente (VLP) a diferentes taxas de juro anual para três níveis de produtividade de florestas de *Eucalyptus* spp no Estado de São Paulo

Taxa de Juro anual	Nível I <u>a/</u>		Nível II <u>b/</u>		Nível III <u>c/</u>	
	com COT	sem COT	com COT	sem COT	com COT	sem COT
4%	- 97.800,00	3.500,00	- 87.000,00	14.600,00	- 40.500,00	60.800,00
6%	-139.800,00	-9.800,00	-130.500,00	- 620,00	- 92.700,00	37.200,00
8%	-170.000,00	-20.000,00	-162.200,00	-12.300,00	-130.900,00	19.000,00
10%	-191.900,00	-27.900,00	-185.300,00	-21.300,00	-159.200,00	4.800,00

a/ 133, 110 e 110 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

b/ 150, 120 e 120 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

c/ 205, 180 e 164 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

COT = custo de oportunidade da terra assumindo-se o valor de Cr\$ 200.000,00/ha.

vel investir em outra atividade fornecendo aquela taxa, do que investir no reflorestamento.

Os resultados negativos de VLP sugerem que, da dos os custos de produção, o preço de mercado vigente para ma deira de *Eucalyptus* spp no Estado de São Paulo não consegue remunerar o capital à taxa desejada e ainda gerar ganhos adicionais. Em outras palavras, o produtor estaria exigindo uma taxa de retorno anual não compatível com a capacidade de suporte da floresta.

O segundo aspecto realçado pelos resultados diz respeito à influência do preço da terra na viabilização do empreendimento florestal. Quando se aloca o custo de oportunidade da terra, os valores de VLP indicam que ao preço de Cr\$.. 200.000,00/ha todas as alternativas se inviabilizam, pois nenhuma consegue remunerar o capital às taxas de 10%, 8%, 6% ou mesmo 4% ao ano. Quando o custo de oportunidade da terra não é apropriado aos custos de produção de madeira, o empreendimento mostra perspectivas mais animadoras, principalmente quando se produz florestas com rendimentos mais otimistas.

Se, de um lado, os valores de VLP são altamente sensíveis ao preço da terra, por outro reforçam a necessidade de se obter florestas com altos níveis de produtividade.

Verifica-se que os níveis de produtividade I e II inviabilizam todas as situações estudadas, exceto à taxa de 4% ao ano, quando não se inclui o custo de oportunidade da terra. Em contrapartida, o nível III torna o reflorestamento

uma atividade atrativa, remunerando o capital mesmo à taxa de 10% ao ano e gerando ganhos adicionais. Os valores de VLP denotam que os resultados econômicos são mais do que proporcionais aos acréscimos na produção.

De fato, o reflexo favorável do aumento no nível de produtividade tem sido enfatizado em trabalhos recentes (GARLIPP, 1979; BERGER e GARLIPP, 1980). Aliado à formação de florestas mais produtivas, alguns autores (RUDOLPH et alii, 1980 e BRIGATTI e GARLIPP, 1982) sugerem o manejo orientado para a obtenção de múltiplos produtos, dentre eles o uso da biomassa como fonte de energia.

Ao produtor florestal, muitas vezes não acostumado a lidar com parâmetros econômicos, interessa saber a que preço deve vender a madeira em pé para que o reflorestamento com *Eucalyptus* seja uma atividade atrativa. Os valores da Tabela 23, indicam os preços mínimos de venda que remuneram o investimento à taxa desejada. Por exemplo, um produtor operando à taxa de 6% ao ano, cuja floresta forneça rendimentos equivalentes ao nível I de produtividade deve vender a madeira em pé a Cr\$ 1.200,00/stcc (considerando o COT) ou Cr\$ 500,00/stcc (sem o COT). Os valores demonstram que, dado o custo da terra, o preço mínimo de venda da madeira deve ser superior ao preço vigente no mercado (Cr\$ 450,00/stcc).

Tabela 23. Preços mínimos de venda de madeira em pé (Cr\$/stcc) em função do nível de produtividade e da taxa de juro desejada

Taxa de juro anual desejada	PRODUTIVIDADE					
	Nível I a/		Nível II b/		Nível III c/	
	com COT	sem COT	com COT	sem COT	com COT	sem COT
4%	880	430	790	390	560	280
6%	1.200	500	1.080	450	770	320
8%	1.550	580	1.390	520	990	370
10%	1.930	670	1.730	600	1.240	430

a/ 133, 110 e 110 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

b/ 150, 120 e 120 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

c/ 205, 180 e 164 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

COT = custo de oportunidade da terra assumindo-se o valor de Cr\$ 200.000,00/ha.

4.8. Análise das condições econômicas de transporte de madeira

As taxas de rentabilidade potencial (TRP) apresentadas na Tabela 24 permitem analisar as condições econômicas de transporte.

Uma vez que a TRP indica o nível de rentabilidade que pode ser alcançado com a venda da madeira em pé, o seu valor expressa a taxa interna de retorno do empreendimento florestal. No que tange à classificação das alternativas de investimento sua interpretação conduz a resultados semelhantes aos de VLP.

Se o produtor florestal deseja, por exemplo, uma taxa efetiva (i_e) de remuneração de 4% ao ano, somente deverá investir na produção de florestas que assegurem uma TRP > 4%. Nota-se que apenas quando não inclui o custo da terra é que se obtêm valores de TRP maiores que 4%. Da mesma forma, quando se observa a Tabela 22, à taxa desejada de 4% ao ano os VLPs são positivos apenas quando não se inclui o custo da terra. Evidentemente, quando TRP > i_e , existe importância disponível para transportar a madeira, e a distância econômica pode ser determinada.

Para cada nível de produtividade e em função da taxa de rentabilidade efetiva as condições econômicas de transporte são apresentadas na Tabela 25.

Os resultados retratam possíveis entraves à co-

Tabela 24. Taxa de rentabilidade potencial (TRP) para três níveis de produtividade de florestas de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo

Produtividade	Nível I a/		Nível II b/		Nível III c/	
	com COT	sem COT	com COT	sem COT	com COT	sem COT
TRP (%)	1,0	4,5	1,3	5,9	2,8	10,8

a/ 133, 110 e 110 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

b/ 150, 120 e 120 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

c/ 205, 180 e 164 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

COT = custo de oportunidade da terra assumindo-se o valor de Cr\$ 200.000,00/ha

Tabela 25. Importância disponível (TR) e distância econômica (D) para transporte de madeira de *Eucalyptus* em função do nível de produtividade e da taxa de rentabilidade efetiva (i_e)

Produtividade i_e	Nível I <u>a/</u>			Nível II <u>b/</u>			Nível III <u>c/</u>					
	4%	6%	8%	10%	4%	6%	8%	10%	4%	6%	8%	10%
Tr(Cr\$/stcc)	15,00	-	-	-	58,00	-	-	-	171,00	128,00	79,00	24,00
D(Km/stcc)	5	-	-	-	19	-	-	-	57	43	26	8

a/ 133, 110 e 110 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

b/ 150, 120 e 120 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes

c/ 205, 180 e 164 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes.

mercionalização da madeira, pois restringem a distância máxima admissível para transporte.

As unidades industriais paulistas que consomem madeira de *Eucalyptus* mantêm suas próprias florestas, embora supram parte de suas necessidades através da aquisição de madeira de terceiros.

Do lado do consumidor verifica-se que, mesmo à taxa de 4% e rendimentos ao nível III de produtividade, a distância máxima econômica será de 57 Km. Níveis baixos de produtividade tendem a inviabilizar as possibilidades de comercialização.

Do lado do produtor independente, preocupado em obter o maior retorno possível sobre a produção, os mesmos resultados sugerem que não deve comercializar a madeira posto fábrica se sua floresta estiver distante mais de 57 Km da indústria.

Atualmente as indústrias adquirem madeira de terceiros num raio de 150 Km. A esta distância o preço da matéria prima, acrescido do frete dobrará, sem considerar as despesas de exploração.

Se as indústrias continuam a operar num raio superior à distância econômica, existem razões estratégicas preponderantes, tais como necessidade de garantia de suprimento ou inexistência de glebas disponíveis próximo às fábricas. A maior concorrência pela madeira de terceiros como resultado de sua utilização como fonte de energia poderá acarretar a elevação no pre-

ço de mercado, pressionando também as indústrias a manterem suas próprias fontes de suprimento. Os produtores independentes comercializarão a madeira em pé como matéria prima industrial ou com finalidade exclusivamente energética, entretanto, para este tipo de produtor a finalidade da madeira é irrelevante.

Há de se considerar ainda que a madeira comercializada atualmente é oriunda, na sua quase totalidade, de projetos incentivados, os quais acarretam baixos custos de produção e, conseqüentemente, possibilitam o transporte.

4.9. Preço máximo de terras para reflorestamento

Os valores relacionados na Tabela 26 indicam, para cada nível de produtividade, o preço máximo a pagar por hectare de terra (Te) a diferentes taxas de juros.

Uma vez que o valor de Te representa o excedente financeiro gerado pela produção florestal após remunerar o capital à taxa desejada observa-se, de imediato, o efeito da produtividade sobre a importância disponível para aquisição de terrenos florestais.

Plantações menos produtivas, como as dos níveis I e II apresentam valores negativos às taxas de 6%, 8% e 10%, refletindo a inviabilidade econômica de se produzir madeira de *Eucalyptus*. As florestas mais produtivas (nível

Tabela 26. Preço máximo a pagar por um hectare de terra (Cr\$/ha) para reflorestamento com *Eucalyptus* em função do nível de produtividade e da taxa de juro anual. Preço da madeira tomado a Cr\$ 450,00/estéreo em pē

Produtividade	Taxa de juro anual			
	4%	6%	8%	10%
Nível I ^{a/}	6.900,00	-15.100,00	-26.600,00	-34.000,00
Nível II ^{b/}	28.800,00	- 950,00	-16.400,00	-26.000,00
Nível III ^{c/}	120.000,00	57.200,00	25.400,00	5.900,00

^{a/} 133, 110 e 110 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes;

^{b/} 150, 120 e 120 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes;

^{c/} 205, 180 e 164 stcc/ha respectivamente nos 1º, 2º e 3º cortes.

III), correspondentes aos plantios mais tecnificados realizados após 1976, apresentam valores positivos a qualquer taxa de juro, porém insuficientes quando se considera o nível de preço da terra em São Paulo.

Vê-se, por exemplo, que à taxa de 4%, para uma floresta cujo potencial produtivo seja de 549 stcc/ha durante a rotação (nível III), o preço máximo que se deve pagar por hectare é de Cr\$ 120.000,00, valor este aquém do preço de mercado vigente na maior parte do Estado de São Paulo (Cr\$ 200.000,00/ha). Em outras palavras, ao se comprar um hectare desta terra e destiná-la à produção de madeira de *Eucalyptus*, obter-se-á uma remuneração de apenas 4% ao ano. Adicionalmente, os valores mostrados na Tabela 26 indicam que, à medida que o investidor exige maior remuneração, as possibilidades de aquisição de terra se restringem de tal forma, que a 10% não deverá pagar mais do que Cr\$ 5.900,00/ha de terra com o mesmo potencial produtivo.

Em função dessas indicações, uma questão que se coloca é quanto à produtividade mínima que se deve obter para justificar a aquisição de terras a Cr\$ 200.000,00/ha.

A Figura 9 elaborada com o intuito de dar maior amplitude à análise em questão, permite determinar (dado o preço da terra) os níveis mínimos de produção total que tornam o reflorestamento com *Eucalyptus* economicamente viável. De outra forma, em função da produção esperada e da taxa de juro desejada, a interpretação dos valores das curvas ilustradas na Figura 9 permite determinar o preço máximo a pagar por hectare.

Na Tabela 27 são apresentadas as estimativas de produção mínima assumindo-se o preço de terra igual a Cr\$... 200.000,00/ha.

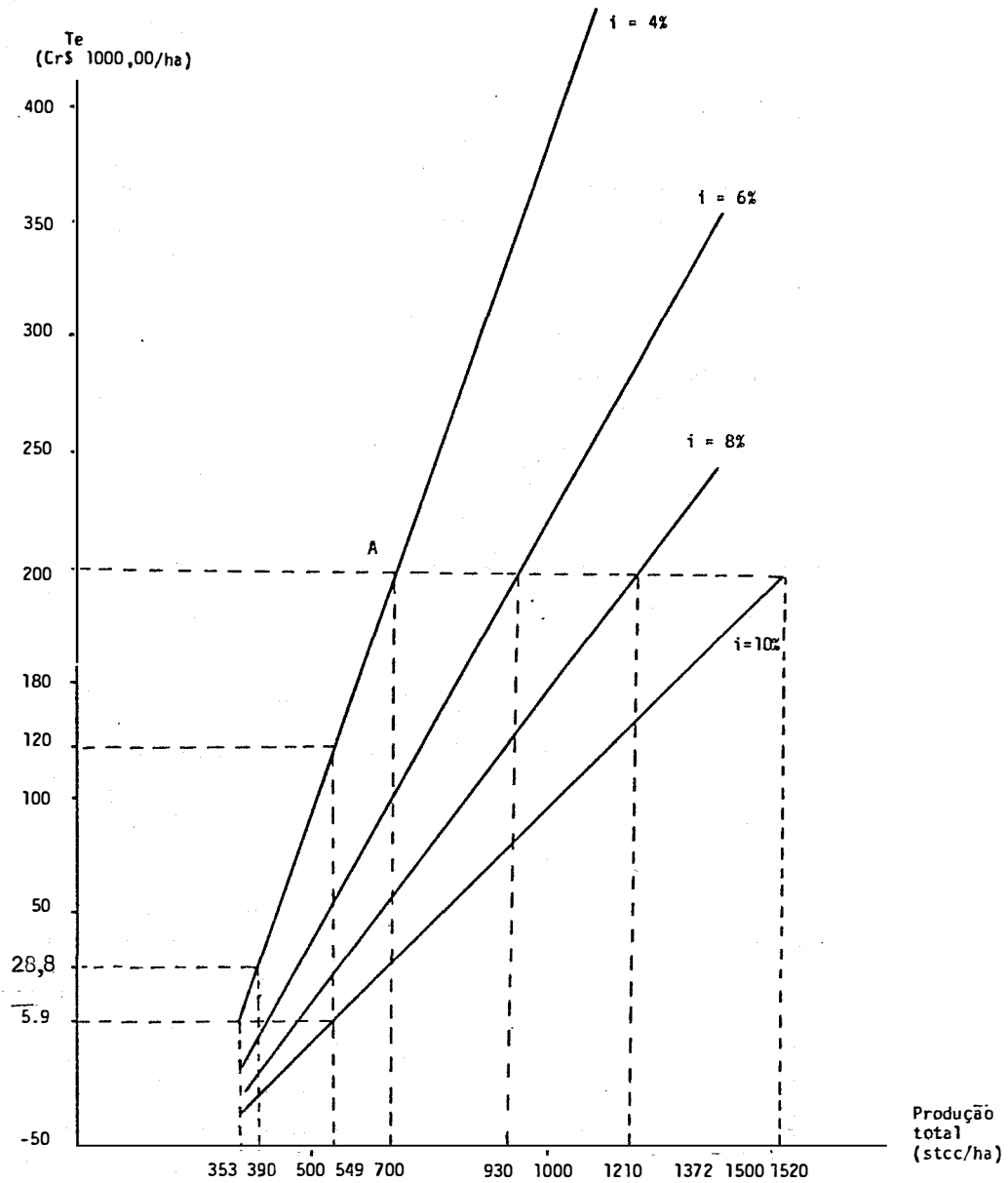


Figura 9. Preço máximo a pagar por 1 ha de terra para reflorestamento com *Eucalyptus* em função da produtividade e da taxa de juro. Preço da madeira em pē Cr\$ 450,00/stcc.

Tabela 27. Produção total mínima estimada (stcc/ha) para tornar economicamente viável o reflorestamento com *Eucalyptus* considerando-se o preço da terra igual a Cr\$ 200.000,00/ha, em função da taxa de juro anual. Preço da madeira tomado a Cr\$ 450,00/stcc em pé

Taxa de juro anual	Produção total mínima (stcc / ha)	IMA mínimo ^{a/} (stcc/ha)
4%	700	39
6%	930	52
8%	1210	67
10%	1520	84

^{a/} IMA = Incremento Médio Anual

Verifica-se que, para tornar economicamente viável o reflorestamento em São Paulo, é necessário obter produtividades bastante elevadas. Os níveis considerados mínimos, chegando no caso mais favorável a 700 stcc/ha (ponto A, Figura 9) nos três cortes ou 39 stcc/ha/ano, não se traduzem ainda, como médias generalizadas das plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. As produtividades sugeridas são superiores às alcançadas mesmo em condições favoráveis.

Se a necessidade de se aumentar a produtividade (através de pesquisas em melhoramento genético, implantação e manejo) é insofismável, também a intervenção governamental é imprescindível para viabilizar o reflorestamento no Estado de São Paulo. O elevado preço da terra desencoraja os investidores, pois se a terra a ser reflorestada é arrendada torna-se um custo para o investidor e, sob programa de incentivo fiscal o custo da terra não é passível de dedução.

5. CONCLUSÕES

Da discussão dos resultados pode-se concluir:

- 5.1. O Estado de São Paulo é responsável por 40% do consumo brasileiro de óleo combustível. O setor industrial, consumindo 90% do total estadual, apresenta uma demanda prevista para 1990 de 14,8 milhões de toneladas. Na última década, enquanto o consumo nacional cresceu 64,6%, o consumo paulista cresceu 41,8%. A diminuição relativa da participação de São Paulo é reflexo de medidas tomadas tanto a nível governamental como de âmbito interno de algumas indústrias que já vêm promovendo a redução e substituição por fontes alternativas de energia;
- 5.2. A distribuição regional do consumo industrial de óleo combustível no Estado de São Paulo apresenta-se concentrada (79%) nas divisões regionais administrativas

de São Paulo, Campinas e Sorocaba. Pela ordem, os segmentos que mais consomem óleo combustível são: indústria de minerais não metálicos (18,1%), indústria química (15,7%), indústria de produtos alimentares ... (14,6%), refinarias de petróleo (12,1%) e indústria de celulose e papel (10,5%);

5.3. Dos 487 mil hectares reflorestados com *Eucalyptus*, 72% encontram-se nas regiões administrativas de Sorocaba, Campinas e Ribeirão Preto. Dos 201 mil hectares de *Pinus*, 73% são abrigados nas regiões de Sorocaba, Bauru e Campinas. Embora a maior concentração de florestas plantadas ocorra próximo às regiões de maior consumo industrial de óleo combustível, os balanços entre produção e demanda futuras de madeira, indicam ser temerário impulsionar um programa de substituição por biomassa florestal apoiado no atual estoque de florestas plantadas;

5.4. Durante a década de 80 as florestas de *Eucalyptus* não produzirão o suficiente para satisfazer as necessidades de matéria prima das indústrias florestais, prevendo-se um déficit de 13,3 milhões de estéreos. A demanda energética tradicional, representada pelo consumo de lenha em usinas, padarias, cerâmicas, olarias, hotéis e outros estabelecimentos comerciais, po

derá agravar a situação elevando o déficit acumulado durante a década para 66,3 milhões de estêreos. Para o gênero *Pinus*, embora o balanço global registre um saldo de 2,6 milhões de estêreos de madeira industrial, o ano de 1986 parece indicar o início de um período crítico, com saldos negativos a partir de então;

5.5. O reflorestamento no Estado de São Paulo tende à estabilização das taxas anuais de plantio em decorrência do elevado preço da terra e de condicionantes políticos e institucionais. A partir de 1973 o reflorestamento estadual assumiu taxas anuais decrescentes; regiões estratégicas como São Paulo, Campinas, Vale do Paraíba e Litoral, praticamente não têm sido reflorestadas deste 1976. Consequentemente admite-se que o poder público não obteve sucesso com a retirada paulatina dos incentivos fiscais, esperando que a atividade florestal paulista se manteria com vida própria;

5.6. O quadro geral pessimista da disponibilidade de biomassa florestal no Estado de São Paulo permite que, a curto prazo, apenas os resíduos da exploração de florestas plantadas constituam-se em fonte alternativa de energia ao óleo combustível industrial;

- 5.7. Os resíduos da exploração poderão fornecer 3,3 milhões de TEOC na década de 80. A nível estadual isto equivale a substituir 3,3% ao ano, do consumo nominal de óleo combustível industrial, insuficiente para atender as metas do "Plano nacional para aproveitamento de biomassa florestal em substituição ao óleo combustível". A nível regional, a geração de resíduos possibilitará atingir os índices de substituição previstos até 1985 nas divisões administrativas do Vale do Paraíba (5,4%), São José do Rio Preto (5,4%), Marília (5,6%), Sorocaba (8,7%) e Ribeirão Preto (18,8%). A região de Bauru poderá satisfazer totalmente as metas do plano com possibilidade de substituir 35,8% ao ano do consumo nominal previsto para a década de 80;
- 5.8. As indústrias que utilizam a madeira como fonte de matéria prima (celulose e papel, chapas de fibras e madeira aglomerada) têm mais possibilidades de aproveitar os resíduos florestais em substituição ao óleo combustível. As quantidades disponíveis são significativas tornando-se de grande importância em determinadas regiões do Estado de São Paulo onde se concentram os reflorestamentos. Os resíduos a serem disponibilizados pelas florestas plantadas nas regiões de atuação desses segmentos industriais oferecem um potencial de substituição de 45,8% ao ano durante a dé

cada de 80 sendo que as perspectivas mais favoráveis estão reservadas para as regiões do Litoral (71,9%), Sorocaba (62,3%), Bauru (55%) e Ribeirão Preto (110%);

5.9. Para satisfazer as metas preconizadas pelo "Plano para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível", haveria necessidade de se plantar em torno de 157.000 ha/ano de florestas de *Eucalyptus* até 1986. As metas do protocolo de redução e substituição do óleo combustível consumido pelas indústrias de celulose e papel, só seriam satisfeitas mediante o plantio anual de cerca de 32.000 ha de florestas de *Eucalyptus* até 1986. Se, de um lado esses números indicam que as metas dos programas de substituição são muito ambiciosas e de certa forma incompatíveis com a estrutura fundiária estadual, por outro lado reforçam a necessidade urgente da intervenção governamental no sentido de aumentar as taxas de reflorestamento a níveis que, pelo menos, possam suportar a crescente demanda por madeira industrial e para fins energéticos;

5.10. A fim de se aumentar o estoque futuro de madeira para prover os diversos segmentos demandantes é necessário incorporar ao processo produtivo as áreas marginais à agricultura e potencialmente aptas ao reflorestamento;

- 5.11. As plantações disponíveis de *Eucalyptus* nas áreas de influência à economia florestal paulista (Triângulo Mineiro e Mato Grosso do Sul) produzirão, durante a década de 80, 53 milhões de estéreos de madeira ou 4,4 milhões de TEOC, suficientes para atenuar os déficits de biomassa florestal no Estado de São Paulo, ou substituir 4,6% no ano do consumo nominal previsto de óleo combustível industrial;
- 5.12. Qualquer que seja a forma de utilização, os sucedâneos oriundos da biomassa florestal oferecem vantagem econômica sobre o óleo combustível. Desconsiderando-se as despesas de processamento e transporte, os resíduos apresentam um custo unitário de energia, 10 vezes menor que o óleo combustível; a madeira, 3 vezes menor e o carvão vegetal 2 vezes menor. A análise revelou que a paridade de custo da energia gerada pelo óleo combustível é mantida mesmo que a madeira seja transportada a uma distância de 453 km e, o carvão vegetal a 2.000 km;
- 5.13. No que diz respeito às condições econômicas do transporte de madeira, os resultados obtidos denotam entraves à comercialização do produto florestal, indi-

cando que os reflorestamentos devem ser realizados o mais próximo possível dos centros de consumo. Níveis baixos de produtividade limitam a comercialização, pois tendem a inviabilizar o transporte. Níveis altos de produtividade possibilitam o transporte a distâncias até 60 km;

5.14. A viabilidade econômica da produção florestal é sensivelmente afetada pelo preço da terra e pela produtividade. O preço máximo a pagar por hectare de terra no Estado de São Paulo está abaixo do preço vigente no mercado. Quando se aloca o valor da terra, constata-se que o preço de mercado para madeira em pé está aquém do preço que deveria ser obtido para remunerar o produtor às taxas desejadas, sugerindo então, que o estabelecimento de preços mínimos para a madeira poderia motivar o produto florestal. Como o preço da terra em São Paulo desencoraja os investidores, rendimentos excepcionais e acima da média verificada para os plantios atuais deveriam ser obtidos para justificar o investimento em florestas. Se, é premente a necessidade de pesquisas visando aumentar os rendimentos das plantações, também surge a evidência de que medidas de cunho político e fiscal são inadiáveis, para evitar o comprometimento dos planos go

vernamentais e empresariais de substituição do óleo combustível.

6. LITERATURA CITADA

- AMARAL, A.C. **et alii**, 1977. "Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba (15): 47-70.
- ANDRADE, E.N. de., 1961. "O Eucalipto". 2ª ed., Jundiaí, Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 660p.
- A.N.F.P.C., 1978. Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. Relatório estatístico. São Paulo, 228p.
- A.N.F.P.C., 1980. Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose. Avaliação da oferta e demanda de madeira para 1985. São Paulo, 29p.
- AROLA, R.A., 1976. Wood fuels: how do they stack up? Atlanta, Forest Products Research Society, 12p.
- AROLA, R.A. e J. HOST., 1976. Debarking chipped logging residues technique and impact. USDA. For Serv. Int. Research Paper, Ogden() 1-12.

- BAILEY, G.R., 1969. An evaluation of the line intersect method of assessing logging residue. Information Report V.P.X., Vancouver (23): 1-41.
- BALLONI, E.A., 1979. O uso intensivo da floresta e seus reflexos na fertilidade do solo. Circular técnica. IPEF, Piracicaba (45): 1-17.
- BALLONI, E.A. **et alii**, 1980. Produção de energia através de florestas de rápido crescimento. Circular técnica. IPEF, Piracicaba. (103): 1-16.
- BARE, B.B. **et alii**, 1976. A simulated-based approach for evaluation logging residue handling systems. USDA For. Serv. P.N.W. Gen. Tech. Rep.; Portland, (45): 1-30.
- BARE, B.B. e B.F. ANHOLT., 1976. Selecting forest residue treatment alternatives using goal programming USDA. For. Serv. P.N.W. Gen. Tech. Rep., Portland, (43): 1-29.
- BARRETO, A.M., 1979. Conservação de energia na indústria brasileira de cimento. Energia, São Paulo, 1(2): 20-4.
- BARRICHELO, L.E.G. **et alii**, 1977. Estudo de procedências de *Pinus taeda* visando seu aproveitamento industrial. IPEF. Piracicaba (15): 1-14.
- B.D.M.G., 1980. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Carvão Vegetal: estudo de viabilidade para criação de linhas de crédito. Belo Horizonte, BDMG/FA/BNDE, 1980, 135p.
- BEATTIE, S.D. e J.M. FERREIRA, 1978. Análise financeira e sócio-econômica do reflorestamento no Brasil. Brasília, IBDF / COPLAN, 158p.

- BENSON, R.E. e R.A. STRONG, 1977. Wood product potential in nature lodgepole pine stands. USDA For Ser. Int. Research. Paper, Ogden (194): 1-16.
- BEREZOWSKY, D., 1979. Potencial de geração de energia de biomassa. Jornal dos reflorestadores, São Paulo, 1(3): 13-7.
- BERGER, R., 1976. Minimização do custo de transporte de madeira de eucalipto no Estado de São Paulo. Piracicaba, 122p. (Tese-mestrado, ESALQ).
- BERGER, R., 1979. The Brazilian fiscal incentive act's influence on reforestation activity in São Paulo State. East Lansing, 81p. (Tese-Doutoramento, M.S.V.).
- BERGER, R., 1980. Análise benefício/custo: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal. Circular técnica. IPEF; Piracicaba, (97): 1-8.
- BERGER, R e R.C.D. GARLIPP, 1980a. Estudo preliminar sobre a viabilidade econômica de substituição do óleo combustível por madeira de eucalipto. Circular técnica, IPEF, Piracicaba, (95): 1-7.
- BERGER, R. e R.C.D. GARLIPP, 1980b. Aspectos econômicos do abastecimento energético com recursos florestais. Série técnica. IPEF, Piracicaba, 1(2): E1-9.
- BERGER, R. et alii, 1981. Preço máximo de terras para reflorestamento, sua importância na viabilização de empreendimentos florestais. IPEF, Piracicaba, (23).

- BERGER, R. e R.C.D. GARLIPP, 1982. Custo-Preço: uma alternativa financeira na avaliação de empreendimentos florestais Circular técnica. IPEF, Piracicaba, (141): 1-18.
- BERTOLANI, F., 1980. O abastecimento energético na Freudenberg Indústria Madeireira S.A., com resíduos industriais e florestais. Série técnica, IPEF. Piracicaba 1(2): 11-10.
- BONILLA, J.A., 1971. La influencia del suelo y el clima en el crecimiento de los arboles en las regiones templadas. IPEF, Piracicaba (2/3): 79-92.
- BRASIL, M.A.M. e M. FERREIRA, 1971. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba*. Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade em função do local e do espaçamento. IPEF, Piracicaba (2/3): 130-149.
- BRIGATTI, R.A. e R.C.D. GARLIPP., 1982. Tomada de decisão face a alternativas de manejo de uma floresta de *Eucalyptus* spp. Circular técnica, IPEF, Piracicaba (142): 1-9.
- BRITO, J.O. e L.E.G. BARRICHELO, 1978. Características do eucalipto como combustível: análise química e imediata da madeira e da casca. IPEF, Piracicaba (16): 63-70.
- BRITO, J.O. e L.E.G. BARRICHELO, 1979. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba (52): 1-14.
- CARLISLE, A., 1976. The utilization of forest biomass and forest industry wastes for the production and conservation of energy: chalk river, Petawawa Forest Experience Station, 54p.

- CASTRO, A.P. de., 1977. A floresta plantada como fonte de energia e matéria-prima para a indústria química. Silvicultura, São Paulo (esp): 85-104.
- CASTRO, C.F. de A. e F. POGGIANI, 1979. Quantificação da biomassa arbórea em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. Boletim Informativo P.P.T., Piracicaba (7): 1-11.
- CESP, 1979. Companhia Energética de São Paulo. Estudo de fontes alternativas de energia para o Estado de São Paulo: identificação dos polos consumidores industriais e/ou residenciais. VD, cap. 5.
- CESP, 1980. Companhia Energética de São Paulo. O programa de metanol na CESP. São Paulo, 42p.
- CHASE, A.L., 1979. Salvaging logging residues in mixed conifer stands of north Idaho. U.S.D.A. For. Serv. Int. Research Paper, Ogden (225): 1-20.
- CHERKAASKY, H., 1980. Programa de redução do consumo de óleo combustível na indústria de papel e celulose. Piracicaba, IPEF, 4p.
- CHEVRAND, L.T.C. e P.S. ASSIS, 1979. Uso do carvão vegetal na siderurgia. In: Seminário nacional sobre carvão vegetal 2, Belo Horizonte, 30-31 Outubro, Belo Horizonte, ABRACAVE p. 1-14.
- CHIARINI, J.V. e A.G.S. COELHO, 1969. Cobertura vegetal e natural e áreas reflorestadas do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo, 28p.
- CIANFLONE, C., 1973. Tendências de consumo de madeira bruta no Estado de São Paulo. In: Seminário Paulista de Silvicultura, 1, Campinas, p.109-15.

- C.N.P., 1980. Conselho Nacional do Petróleo. Anuário estatístico. Brasília, 57p.
- COALBRA, 1980. Coque e Álcool da Madeira S.A. Programa nacional de etanol, a partir da madeira: estudo básico. Brasília, 459p.
- CORDER, S.E., 1976a. Fuel characteristics of wood and bark and factors affecting heat recovery. In: Wood residue as an energy source Madison Forest Products Research Society, p. 30-4.
- CORDER, S.E., 1976b. Properties and uses of bark as an energy source: Forest research laboratory research paper, Corvallis (31): 1-21.
- COUTO, H.T.Z. do e J.O. BRITO, 1980. Inventário de resíduos florestais. Série Técnica. IPEF, Piracicaba, 1(2): A1-13.
- DAVIS, K.P., 1960. Forest management: regulation and valuation. 2 nd ed. New York, Mac Graw-Hill. 519p.
- DAVIS, L.S., 1969. Economic models for program evaluation. In: World consultation on forest tree breeding, 2, Washington 2: 1523-27. (FAO-FO-FTB-69; 13/12):
- DUERR, W. 1960. Fundamentos de economia florestal. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 754p.
- DUTROW, G.F. e J.R. SAUCIER, 1975. Economic case for genetic manipulation of short rotation sycamore. SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 13, Raleigh, p. 52-61.
- ECKSTEIN, O., 1961. Water Resource Development: the economics a project evaluation, Harvard, Harvard University Press.

- EMBRAPA, 1980. Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-Pecuária. Alcool: um leque de alternativas. Atualidades. Conselho Nacional do Petróleo. Brasília, 12(71): 21-4.
- ERBER, P. e J.P. CARREIRO FILHO, 1980. Custo da energia para produção de vapor. Nota Técnica, Eletrobrás. Depto de Estudos de Mercado. Brasília (13): 1-11.
- ERICKSON, J.R., 1973. Harvesting for forest residues. Aiche Symposium Series. U.S.D.A. For. Serv., (71): 146p.
- EXAME, 1980. Energia, o novo impulso para os negócios da madeira. Exame, São Paulo, 30-7.
- FAGUNDES NETTO, F., 1980. Carvão Vegetal: fonte de energia da indústria nacional. In: Forum Brasileiro de Energia Florestal, 1, Poços de Caldas, 5-8 dezembro 1979. Belo Horizonte, AMEF: 75-106.
- FAUROT, J.L., 1977. Estimating merchantable volume and stem residue in four timber species: ponderosa pine, lodgepole pine, western larch, douglasfir. USDA For. Serv. Int. Research Paper, (196): 1-55, Ogden.
- FAZZIO, E.C.M., 1980. O uso da floresta como supridora de energia. Série Técnica. IPEF, Piracicaba, 1(2): H1-8.
- FERREIRA, M., 1978. Rendimento em peso seco da madeira de plantação de pinheiros. IPEF, Piracicaba (17):78-79.
- FERREIRA, R.J.F., 1978. O setor florestal no contexto da economia nacional. Silvicultura, São Paulo (14): 294-310.

FONSECA, S.M. da., 1978. Implicações técnicas e econômicas na utilização da desrama artificial. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (46): 1-22.

FREITAS, M. de. et alii, 1979. O interplântio como alternativa para rotações sucessivas em *Eucalyptus*. IPEF, Piracicaba (19): 1-16.

FREITAS, M. de., 1980. O uso da floresta como supridora de energia na Champion Papel e Celulose S.A., com resíduos industriais e florestais. Série Técnica, IPEF, Piracicaba, 1(2): F1-7.

FUPEF, 1978. Fundação de Pesquisas do Estado do Paraná. Determinação da produção volumétrica dos plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* nos Estados de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Curitiba, IBDF/FUPEF, 176p.

GÄFFNEY, 1960. Concepts of financial maturity of timber. Dept. of Agricultural Economics, North Caroline State College.

GALLUF, C.N., 1980. Uma política de implantação de floresta energética para produção do álcool da madeira. In: Forum Brasileiro de Energia Florestal, 1, Poços de Caldas, 5 - 8 dezembro 1979. Belo Horizonte, AMEF. p. 127-31.

GALVÃO, A.P.M., 1976. Razões do insucesso da utilização da madeira de eucalipto para serraria. Boletim Informativo. IPEF, Piracicaba, 4 (12): 4-7.

GARLIPP, R.C.D., 1979. Aspectos econômicos da produtividade e idade de corte em florestas de *Eucalyptus*. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba, (84): 1-21.

- GARLIPP, R.C.D., 1981. Biomassa de florestas plantadas como fonte alternativa de energia na substituição do óleo combustível industrial no Estado de São Paulo (nota prévia) Circular Técnica, IPEF, Piracicaba (125): 1-11.
- GEDNEY, D.R. e J.W. HENLEY, 1971. Utilization estimates for western softwood trees, logs and residues. USDA. For serv. P.N.W. Research note (158): 1-8.
- GLASSER, W.G., 1977. Brasil: como aproveitar o gigante da biomassa. Silvicultura, São Paulo (esp): 107-12.
- GOLDEMBERG, J., 1979a. Alcool de madeira. Energia, São Paulo, 1(5): 18-22.
- GOLDEMBERG, J., 1979b. Biomassa como fonte de energia. Energia, São Paulo, 1(4): 21-3.
- GOLFARI, L. et alii, 1978. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. 2ª aproximação. Série técnica, PRODEPEF, Brasília (11): 1-66.
- GREGORY, G.R., 1972. Forest resource economics. New York, Ronald Press, 548p.
- GUILLOIN, C.V., 1979. A agricultura e a crise energética. Energia, São Paulo, 1(5): 13-8, 1980.
- HAAG, H.P. et alii, 1977. Distúrbios nutricionais em *E. citriodora*. IPEF, Piracicaba (14): 59-67.
- HAKKILA, P., 1979. Harvesting residual wood for energy: recent development in Finland. In: Energy aspects of the forest industries Oxford, Pergamon Press, p.75-84.

- IBDF, 1970. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Zoneamento econômico florestal do Estado de Santa Catarina. Curitiba, 100p.
- IBDF, 1974. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Zoneamento econômico florestal do Estado do Espírito Santo. Belo Horizonte, 136p.
- IBDF, 1978a. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Diagnóstico da Participação do Subsetor florestal na economia brasileira: estudo de perspectivas para o período 1979 a 1985. Brasília, IBDF/COPLAN. 175pp.
- IBDF, 1978b. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Departamento de Industrialização e Comercialização: "quadro demonstrativo do consumo de lenha e carvão pelas cerâmicas e olarias no Brasil em 1977". Brasília (não publicado).
- IBDF, 1979. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Departamento de Industrialização e Comercialização: "quadro demonstrativo do consumo de lenha e carvão pelas cerâmicas e olarias no Brasil em 1978". Brasília (não publicado).
- IBDF, 1980a. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Possibilidades de substituição do óleo combustível por madeira no Brasil. Brasília (não publicado).
- IBDF, 1980b. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Monitoramento da cobertura florestal no Brasil: relatório do projeto de reflorestamento. Brasília, 32p.
- INCRA, 1978. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Depto. de Cadastro e Tributação. Sistema nacional de cadastro de imóveis rurais. Brasília, 240p.

- INDI, 1975. Instituto Nacional de Desenvolvimento Industrial. Análise do conceito de integração reflorestamento - indústria. Belo Horizonte, IBDF/APC/IEF, 1975.
- IPEF, 1979. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Inventário no Mato Grosso do Sul. Piracicaba, 40p. (não publicado).
- IPT, 1980a. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Dimensionamento e localização do potencial de florestas nativas e cerrados do Estado de São Paulo, 123p.
- IPT, 1980b. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Demanda industrial de madeira no Estado de São Paulo e áreas de influência. São Paulo, 88p.
- JUNGE, D.C., 1975. Boilers fired with wood and bark residues. Forest research laboratory research bulletin, Corwallis -- (17): 1-57.
- KAGEYAMA, P.Y., 1977. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos, S.P. IPEF, Piracicaba (14): 77-119.
- KAGEYAMA, P.Y., 1980. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, 125p. (Tese-Doutoramento-ESALQ).
- KALISH, J., 1979. Using trees for energy. Pulp and Paper International, Helsinki, 21(5): 93-7.
- KROGH, G., 1979. Conservação de óleo combustível no setor de papel e celulose. Energia, São Paulo, 1(2): 24-8.

- LOPES, B.A.D., 1980. Queima de carvão vegetal nos geradores de vapor da COPENE. Energia, São Paulo, 2(8): 56-63.
- M.A., 1980a. Brasil. Ministério da Agricultura. Plano para aproveitamento da biomassa florestal em substituição ao óleo combustível. Brasília (não publicado).
- M.A., 1980b. Brasil. Ministério da Agricultura. Programa nacional de florestas energéticas. Brasília (não publicado).
- MAW, P.T., 1909. The practice of forestry. T. Fisher Unwin.
- MELLO, H. do A. et alii, 1971. Influência do espaçamento na produção de madeira de eucalipto em solo de cerrado. IPEF, Piracicaba (2/3): 3-30.
- MELLO, H. do A. et alii, 1972. A influência da espécie, do espaçamento e da idade de corte no custo de produção de madeira industrial. IPEF, Piracicaba (5): 17-28.
- MELLO, H. do A., 1979. Madeira: realidade energética. Piracicaba, IPEF, 15p.
- MENDES FILHO, J.M. de A. e W. SUITER FILHO, 1979. Combate à formiga na CAF. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (76): 1-9.
- M.M.E., 1978. Brasil. Ministério de Minas e Energia. Balço energético nacional. Brasília, 1978. 105p.
- M.I.C., 1980. Brasil. Ministério da Indústria e Comércio. Programa de desenvolvimento no uso racional da madeira e seus derivados. Brasília, MIC/STT, 166p.

- MIGLIORINI, A. J. et alii, 1980a. Avaliação do potencial energético de algumas espécies de eucaliptos. Circular técnica IPEF, Piracicaba (107): 1-5.
- MIGLIORINI, A.J., 1980. Densificação de biomassa florestal. Série Técnica. IPEF, Piracicaba, 1(2): C1-C9.
- MISHAN, E.J., 1976. Cost-Benefit Analysis. New York, Praeger Publisher, 363p.
- MOOSMAYER, H., 1967. Ecõnomia florestal. Curitiba, Faculdade de Florestas, V.2.
- MUTHOO, M.K. et alii, 1977. Situação florestal brasileira. Brasília, IBDF/COPLAN, 70p.
- NEGREIROS, O.C. et alii, 1972. Estimativa da área plantada com *Eucalyptus* no Estado de São Paulo e da provável produção em regime de talhadia simples e regular. São Paulo (mimeografado).
- NEGREIROS, O.C., 1976. Desrama. Piracicaba. ESALQ/DS. (não publicado).
- NICOLIELO, N., 1978. Inventário florestal na CAFMA. Boletim informativo. IPEF. Piracicaba, 6(17): 145-68.
- NICOLIELO, N. e F. Bertolani, 1979. Resinagem em escala comercial na Companhia Agro-Florestal Monte Alegre, Agudos - S.P. Silvicultura, São Paulo (14): 172-7.
- NOGUEIRA, U., 1980. Charcoal production from *Eucalyptus* in southern Bahia for iron and steel manufacture in Minas Gerais. Brasil. 65p. (Tese de Doutorado - Michigan State University).

- PAULA, C.P. de, 1980. Um programa de apropriação tecnológica para produção do metanol a partir da madeira. In: Forum Brasileiro de Energia Florestal, 1, Poços de Caldas, 5-8 dezembro 1979. Belo Horizonte, AMEF, p.35-51.
- POGGIANI, F. et alii, 1979. Aspectos ecológicos das mini-rotações e do aproveitamento dos resíduos florestais. Circular técnica, IPEF, Piracicaba (74): 1-7.
- POGGIANI, F., 1980. Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. Série técnica. IPEF, Piracicaba 1(2) : D₁ - 11.
- PREST, A. R. e R. TURVEY, 1965. Cost-benefit analysis. Economic Journal (75): 683-735.
- PRYOR, L.D., 1971. Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil. IPEF, Piracicaba (2/3): 53-9.
- REZENDE, G.C. et alii, 1980. Exploração e rendimento de florestas de ciclo curto, objetivando a produção de carvão e energia. Circular técnica, IPEF, Piracicaba (96): 1-14.
- RODRIGUES, E.C., 1980. Programa de substituição de derivados de petróleo. Atualidades. Conselho Nacional do Petróleo, Brasília, 12(71): 46-50.
- ROSE, D.W. e K.P. OLSON, 1979a. Wood - an economical and reliable fuel for generating electricity in northern Minnesota. Journal of Forestry, 77(2)
- ROSE, D.W. e K.P. OLSON, 1979b. Social, economic and environmental impacts of a 25 m.w. Wood fueled power plant. Journal of environmental management. p.131-43.

- ROTH, F., 1926. Forest Valuation. Michigan Manual of Forestry. 175p. V.2.
- RUDOLPH, V. et alii, 1980. Manejo de florestas implantadas para múltiplos produtos. Circular técnica, IPEF, Piracicaba, (101): 1-7.
- RUTH, R.H. e A.S. HARRIS, 1975. Forest residues in hemlock - spruce forests of the Pacific northwest and Alaska. USDA. For Serv. P.N.W. General technical Report, Portland - (39): 1-4.
- SAEMAN, J.F., 1977a. Estratégia e prioridades no uso da madeira para minimizar a crise energética. Silvicultura, São Paulo (esp): 35-8.
- SAEMAN, J.F., 1977b. Energias e matérias primas obtidas da biomassa florestal. Silvicultura, São Paulo (esp): 39-49.
- SALMERON, A., 1980. Pesquisa sobre mecanização florestal para abastecimento industrial com resíduos visando geração de energia. Série técnica, IPEF, Piracicaba 1(2): B₁-B₁₁.
- SALMERON, A. et alii, 1980. Estudo sobre o efeito do preparo de solos com camada de impedimento no desenvolvimento do *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*. Boletim informativo - IPEF, Piracicaba, 8(26): 9-19.
- SERRA FILHO, R. et alii, 1974. Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo. Boletim técnico. Instituto Florestal, São Paulo (11): 1-53.
- SASSONE, P.G. e W.A. SCHAFFER, 1978. Cost-Benefit Analysis. A Handbook, New York, Academic Press. 173p.

- SIMÕES, J.W. et alii, 1974. Estudo econômico de sistemas de desbastes. IPEF, Piracicaba (9): 3-21.
- SIMÕES, J.W., 1978. Manejo de florestas implantadas. Silvicultura, São Paulo (14): 210-2.
- SOBRAL FILHO, M., 1980. Madeira de Tucuruí pode produzir 50 bilhões de litros de metanol. Atualidades: Conselho Nacional do Petróleo, Brasília, 12: 69-72.
- SPEIDEL, G., 1966. Economia Florestal. Curitiba, Faculdade de Florestas. 148p.
- SPELTZ, G.E. e W. DISSMANN, 1978. Aspectos econômicos da desrama artificial em *Pinus* tropicais. Silvicultura, São Paulo, (14): 311-4.
- THIBAU, C.E., 1977. Política florestal e o aproveitamento da energia fotossintética em programas especiais. Silvicultura, São Paulo (esp): 51-62.
- THOMPSON, E.F. et alii, 1973. Economic guidelines for loblolly pine management in Virginia. s.l.p. Virginia Polytechnic Institute and State University. 21p.
- VILAS BOAS, P., 1980. Consumo de alternativas energéticas na indústria de celulose e papel. Série técnica. IPEF, Piracicaba, 1(2): 1-19.
- VEIGA, A. de A. et alii, 1975. Zoneamento econômico florestal do Estado de São Paulo. Boletim técnico. Instituto Florestal, São Paulo (17): 1-80.

- VICTOR, M.A.M. e R.G. MONTAGNA, 1970. Análise panorâmica da situação florestal e o efeito da lei dos incentivos fiscais em São Paulo. Silvicultura em São Paulo, 7: 7-18.
- VICTOR, M.A.M. et alii, 1972. Evolução, estágio atual e perspectivas das florestas exóticas em São Paulo. Boletim técnico - Instituto Florestal. São Paulo (1): 1-32.
- VICTOR, M.A.M., 1975. A devastação florestal em São Paulo. Sociedade Brasileira de Silvicultura (esp). São Paulo, 48p.
- VICTOR, M.A.;., 1977. O reflorestamento incentivado, 10 anos depois. Silvicultura, São Paulo, 1(6): 18-46.
- VICTOR, M.A.M. et alii, 1980. Conflicting aspects in forest activities in state of São Paulo, Brazil. In: IUFRO Congress. Atenas, Setembro, 1980. 10p.
- VICTOR, M.A.M. et alii, 1981. Elenco de medidas para promover o reflorestamento e a conservação dos recursos florestais em São Paulo: parte 1 - diagnose. São Paulo, Instituto Florestal. 15p. (não publicado).
- VODAK, M.C., 1978. An evaluation of the Michigan State Forest cultivation program. East Lansing. (Tese-Doutoramento- M. S.U.).
- ZAGATTO, J.A.A., 1979. Metanol: alternativa para substituição de combustíveis líquidos derivados do petróleo. Jornal dos reflorestadores; São Paulo, 1(3): 19-23.

APÊNDICE 1

Projeção do consumo nominal de óleo combustível no Estado de São Paulo, a nível de divisão regional administrativa (DA) e por segmento industrial. Década de 80.

Tabela 1. Ano 1981

Tabela 2. Ano 1982

Tabela 3. Ano 1983

Tabela 4. Ano 1984

Tabela 5. Ano 1985

Tabela 6. Ano 1986

Tabela 7. Ano 1987

Tabela 8. Ano 1988

Tabela 9. Ano 1989

Tabela 10. Ano 1990

Tabela 1. Ano 1981

1000 TOC

DA	Química	Meta- lurgia	Produt- os a- liment- ares	Mina- is m- tálicos	Mecâ- nica Mat. e- let. e comun.	Trans- portes	Textil	Celu- lose e pa- pel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	943,6	325,2	264,0	418,5	51,1	78,5	199,5	304,8	52,6	403,9	3041,7
Litoral	74,4	122,3	14,9	42,5	-	-	-	8,5	-	366,8	629,4
V. do Paraíba	11,3	25,5	-	-	-	-	138,9	110,5	-	34,0	320,2
Sorocaba	-	101,9	26,0	673,1	-	-	57,9	51,9	-	87,9	998,7
Campinas	56,8	52,0	216,1	123,1	-	-	231,9	252,5	17,3	452,8	1402,5
Rib. Preto	-	6,5	297,7	-	-	-	-	-	-	-	304,2
Bauru	-	-	40,4	-	-	-	-	-	-	32,3	72,7
S.J.R. Preto	-	-	32,2	-	-	-	-	-	-	-	32,2
Araçatuba	-	-	45,0	-	-	-	-	-	-	-	45,0
Pres. Prudente	-	-	49,0	-	-	-	-	-	-	-	49,0
Marília	-	-	27,8	-	-	-	-	-	-	-	27,8
TOTAL	1086,1	633,4	1013,1	1257,2	51,1	78,5	628,2	728,2	69,9	1377,7	6923,4

Tabela 2. Ano 1982

1000 TOC

DA	Mecâni										Total
	Química	Meta- lurgia	Produtos alimen- tares	Minerais não meta- licos	Mat. el. comuni- cação	Trans- portes	Textil	Celu- lose e pa- pel	Borra- cha	Outros	
São Paulo	1029,5	354,8	288,1	456,7	55,8	85,6	217,7	332,5	57,4	440,7	3318,8
Litoral	81,1	133,4	16,2	46,4	-	-	-	9,3	-	400,2	686,6
V.do Paraíba	12,4	27,8	-	-	-	-	151,5	120,6	-	37,1	349,4
Sorocaba	-	111,2	28,3	734,4	-	-	63,2	56,7	-	96,0	1089,7
Campinas	62,0	56,8	235,8	134,3	-	-	253,0	275,4	18,9	494,0	1530,2
Rib. Preto	-	7,1	324,8	-	-	-	-	-	-	-	331,9
Bauru	-	-	44,1	-	-	-	-	-	-	35,2	79,3
S.J.R. Preto	-	-	35,1	-	-	-	-	-	-	-	35,1
Araçatuba	-	-	49,1	-	-	-	-	-	-	-	49,1
Pres.Prudente	-	-	53,5	-	-	-	-	-	-	-	53,5
Marília	-	-	30,4	-	-	-	-	-	-	-	30,4
TOTAL	1185,0	691,1	1105,4	1371,8	55,8	85,6	685,4	794,5	76,3	1503,1	7554,0

Tabela 3. Ano 1983

1000 TOC

DA	Quími- ca	Metalur- gia	Produ- tos alimen- tares	Minerais		Mecâ- nica Mat. el. e comu- nica- ções	Trans- portes	Textil	Celu- lose e pa- pel	Borra- cha	Outros	Total
				Metá- licos	não Metá- licos							
São Paulo	1122,6	386,9	314,1	498,0	60,8	93,4	237,4	362,6	62,6	480,6	3619,0	
Litoral	88,5	145,5	17,7	50,6	-	-	-	10,1	-	436,3	748,7	
V. do Paraíba	13,5	30,3	-	-	-	-	165,2	131,5	-	40,5	381,0	
Sorocaba	-	121,2	30,9	800,8	-	-	68,9	61,8	-	104,6	1188,2	
Campinas	67,6	61,9	257,1	146,4	-	-	275,9	300,4	20,6	538,7	1668,6	
Rib. Preto	-	7,8	354,2	-	-	-	-	-	-	-	362,0	
Bauru	-	-	48,0	-	-	-	-	-	-	38,4	86,4	
S.J.R. Preto	-	-	38,3	-	-	-	-	-	-	-	38,3	
Araçatuba	-	-	53,5	-	-	-	-	-	-	-	53,5	
Pres. Prudente	-	-	58,3	-	-	-	-	-	-	-	58,3	
Marília	-	-	33,1	-	-	-	-	-	-	-	33,1	
TOTAL	1292,2	753,6	1205,2	1495,8	60,8	93,4	747,4	866,4	83,2	1639,1	8237,1	

Tabela 4. Ano 1984

1000 TOC

DA	Quími- ca	Meta- lurgia	Produ- tos ali- mentares	Mine- rais não Meta- licos	Mecâni- ca			Textil	Celu- lose e papel	Borra- cha	Outros	Total
					Mat. el. comu- nica- ções	Trans- portes	Trans- portes					
São Paulo	1223,3	421,6	342,3	542,6	66,3	101,7	258,7	395,2	68,2	523,7	3943,6	
Litoral	96,4	158,5	19,3	55,2	-	-	-	11,0	-	475,5	815,9	
V. do Paraíba	14,7	33,1	-	-	-	-	180,1	143,3	-	44,1	415,3	
Sorocaba	-	132,1	33,7	872,7	-	-	75,1	67,3	-	113,9	1294,8	
Campinas	73,6	67,5	280,2	159,5	-	-	300,6	327,3	22,5	587,0	1818,2	
Rib. Preto	-	8,5	385,9	-	-	-	-	-	-	-	394,4	
Bauru	-	-	52,3	-	-	-	-	-	-	41,9	94,2	
S.J.R. Preto	-	-	41,8	-	-	-	-	-	-	-	41,8	
Araçatuba	-	-	58,3	-	-	-	-	-	-	-	58,3	
Pres. Prudente	-	-	63,6	-	-	-	-	-	-	-	63,6	
Marília	-	-	36,1	-	-	-	-	-	-	-	36,1	
TOTAL	1408,0	821,3	1313,5	1630,0	66,3	101,7	814,5	944,1	90,7	1786,1	8976,2	

Tabela 5. Ano 1985

1000 TOC

DA	Quí- mica	Meta- lurgia	Pro- du- tos ali- menta- res	Mine- rais não Metá- licos	Mecâni- ca Mat. el. Comu- nica- ções	Trans- portes	Textil	Celu- lose e papel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	1332,3	459,1	372,8	591,0	72,1	110,8	281,7	430,3	74,3	570,4	4294,8
Litoral	105,0	172,6	21,0	60,1	-	-	-	12,0	-	517,8	888,5
V. do Paraíba	16,0	36,0	-	-	-	-	196,1	156,1	-	48,0	452,2
Sorocaba	-	143,8	36,7	950,4	-	-	81,8	73,3	-	124,1	1410,1
Campinas	80,2	73,5	305,2	173,7	-	-	327,4	356,5	24,5	639,3	1980,3
Rib. Preto	-	9,3	420,2	-	-	-	-	-	-	-	429,5
Bauru	-	-	57,0	-	-	-	-	-	-	45,6	102,6
S. J. R. Preto	-	-	45,5	-	-	-	-	-	-	-	45,5
Araçatuba	-	-	63,5	-	-	-	-	-	-	-	63,5
Pres. Prudente	-	-	69,2	-	-	-	-	-	-	-	69,2
Marília	-	-	39,3	-	-	-	-	-	-	-	39,3
TOTAL	1533,5	894,4	1430,4	1775,2	72,1	110,8	887,0	1028,2	98,8	1945,2	9775,6

Tabela 6. Ano 1986

1000 TOC

DA	Química	Metalurgia	Produtos alimentares	Mecânica			Textil	Celulose e papel	Borracha	Outros	Total
				Mine-rais não Metálicos	Mat. el. Com-nicações	Trans-portes					
São Paulo	1450,3	499,8	405,8	643,3	78,5	120,6	306,7	468,5	80,9	620,9	4675,3
Litoral	114,3	187,9	22,8	65,4	-	-	-	13,1	-	563,7	967,2
Vale Paraíba	17,4	39,2	-	-	-	-	213,5	169,9	-	52,3	492,3
Sorocaba	-	156,6	39,9	1034,6	-	-	89,0	79,8	-	135,1	1535,0
Campinas	87,3	80,0	332,2	189,1	-	-	356,4	388,0	26,7	695,9	2155,6
Rib. Preto	-	10,1	457,5	-	-	-	-	-	-	-	467,6
Bauru	-	-	62,1	-	-	-	-	-	-	49,6	111,7
S.J.R. Preto	-	-	49,5	-	-	-	-	-	-	-	49,5
Araçatuba	-	-	69,1	-	-	-	-	-	-	-	69,1
Pres. Prudente	-	-	75,4	-	-	-	-	-	-	-	75,4
Marília	-	-	42,8	-	-	-	-	-	-	-	42,8
TOTAL	1669,3	973,6	1557,1	1932,4	78,5	120,6	965,6	1119,3	107,6	2117,5	10641,5

Tabela 7. Ano 1987

1000 TOC

DA	Química	Meta- lurgia	Produtos alimen- tares	Mine- rais não Meta- lílicos	Mecâ- nica Mat. el. Comu- nica- ções	Trans- portes	Textil	Celu- lose e pa- pel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	1577,8	543,7	441,5	699,9	85,5	131,2	333,7	509,6	88,0	675,5	5086,4
Litoral	124,4	204,5	24,8	71,1	-	-	-	14,2	-	613,3	1052,3
V. do Paraíba	19,0	42,7	-	-	-	-	232,2	184,8	-	56,9	535,6
Sorocaba	-	170,3	43,4	1125,6	-	-	96,9	86,8	-	146,9	1669,9
Campinas	94,9	87,1	361,4	205,8	-	-	387,8	422,1	29,0	757,1	2345,2
Rib. Preto	-	10,9	497,8	-	-	-	-	-	-	-	508,7
Bauru	-	-	67,5	-	-	-	-	-	-	54,0	121,5
S.J.R. Preto	-	-	53,9	-	-	-	-	-	-	-	53,9
Araçatuba	-	-	75,2	-	-	-	-	-	-	-	75,2
Pres. Prudente	-	-	82,0	-	-	-	-	-	-	-	82,0
Marília	-	-	46,5	-	-	-	-	-	-	-	46,5
TOTAL	1816,1	1059,2	1694,0	2102,4	85,5	131,2	1050,6	1217,5	117,0	2303,7	11577,2

Tabela 8. Ano 1988

1000 TOC

DA	Química	Meta- lurgia	Produtos alimen- tares	Mine- rais não Meta- licos	Mecâ- nica Mat. el. Comu- nica- ções	Trans- portes	Textil	Celu- lose e pa- pel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	1715,7	591,2	480,1	761,1	92,9	142,7	362,8	554,2	95,7	734,5	5530,9
Litoral	135,2	222,3	27,0	77,3	-	-	-	15,4	-	666,9	1144,1
Vale Paraíba	20,6	46,4	-	-	-	-	252,5	201,0	-	61,9	582,4
Sorocaba	-	185,2	47,2	1224,0	-	-	105,3	94,4	-	159,8	1815,9
Campinas	103,3	94,7	393,0	223,8	-	-	421,7	459,0	31,5	823,3	2550,3
Rib. Preto	-	11,9	541,3	-	-	-	-	-	-	-	553,2
Bauru	-	-	73,4	-	-	-	-	-	-	58,7	132,1
S.J.R. Preto	-	-	58,6	-	-	-	-	-	-	-	58,6
Araçatuba	-	-	81,8	-	-	-	-	-	-	-	81,8
Pres.Prudente	-	-	89,2	-	-	-	-	-	-	-	89,2
Marília	-	-	50,6	-	-	-	-	-	-	-	50,6
TOTAL	1974,8	1151,7	1842,2	2286,2	92,9	142,7	1142,3	1324,0	127,2	2505,1	12589,1

Tabela 9. Ano 1989

1000 TOC

DA	Química	Meta- lurgia	Produ- ali- mentares	Mine- rais não Meta- licos	Mecâni- ca Mat. El. Comu- nica- ções	Trans- portes	Textil	Celu- lose , e pa- pel	Borra- cha	Outros	Total
São Paulo	1864,7	642,6	521,8	827,2	101,0	155,1	394,3	602,3	104,0	798,3	6011,3
Litoral	147,0	241,6	29,4	84,1	-	-	-	16,8	-	724,8	1243,7
V. Paraíba	22,4	50,4	-	-	-	-	274,5	218,5	-	67,2	633,0
Sorocaba	-	201,3	51,3	1330,3	-	-	114,5	102,6	-	173,7	1973,7
Campinas	112,2	102,9	427,1	243,2	-	-	458,3	498,9	34,3	894,8	2771,7
Rib. Preto	-	12,9	588,3	-	-	-	-	-	-	-	601,2
Bauru	-	-	79,8	-	-	-	-	-	-	63,8	143,6
S.J.R. Preto	-	-	63,7	-	-	-	-	-	-	-	63,7
Araçatuba	-	-	88,9	-	-	-	-	-	-	-	88,9
Pres. Prudente	-	-	96,9	-	-	-	-	-	-	-	96,9
Marília	-	-	55,0	-	-	-	-	-	-	-	55,0
TOTAL	2146,3	1251,7	2002,2	2484,8	101,0	155,1	1241,6	1439,1	138,3	2722,6	13682,7

Tabela 10. Ano 1990

1000 TOC

DA	Química	Metalurgia	Produtos alimentares	Minais não metálicos	Mecânica Mat. el. Comúnicas	Transportes	Textil	Celulose e papel	Borracha	Outros	Total
São Paulo	2025,8	698,1	566,9	898,6	109,7	168,5	428,4	654,4	113,0	867,3	6530,7
Litoral	159,7	262,5	31,9	91,3	-	-	-	18,2	-	787,4	1351,0
V. do Paraíba	24,3	54,8	-	-	-	-	298,2	237,3	-	73,0	687,6
Sorocaba	-	218,7	55,7	1445,2	-	-	124,4	111,5	-	188,7	2144,2
Campinas	121,9	111,8	464,0	264,2	-	-	497,9	542,0	37,2	972,1	3011,1
Rib. Preto	-	14,0	639,1	-	-	-	-	-	-	-	653,1
Bauru	-	-	86,7	-	-	-	-	-	-	69,3	156,0
S.J.R.Preto	-	-	69,2	-	-	-	-	-	-	-	69,2
Araçatuba	-	-	96,6	-	-	-	-	-	-	-	96,6
Pres.Prudente	-	-	105,3	-	-	-	-	-	-	-	105,3
Marília	-	-	59,7	-	-	-	-	-	-	-	59,7
TOTAL	2331,7	1359,9	2175,1	2699,3	109,7	168,5	1348,9	1563,4	150,2	2957,8	14864,5

APÊNDICE 2

Evolução do reflorestamento incentivado no Estado de São Paulo

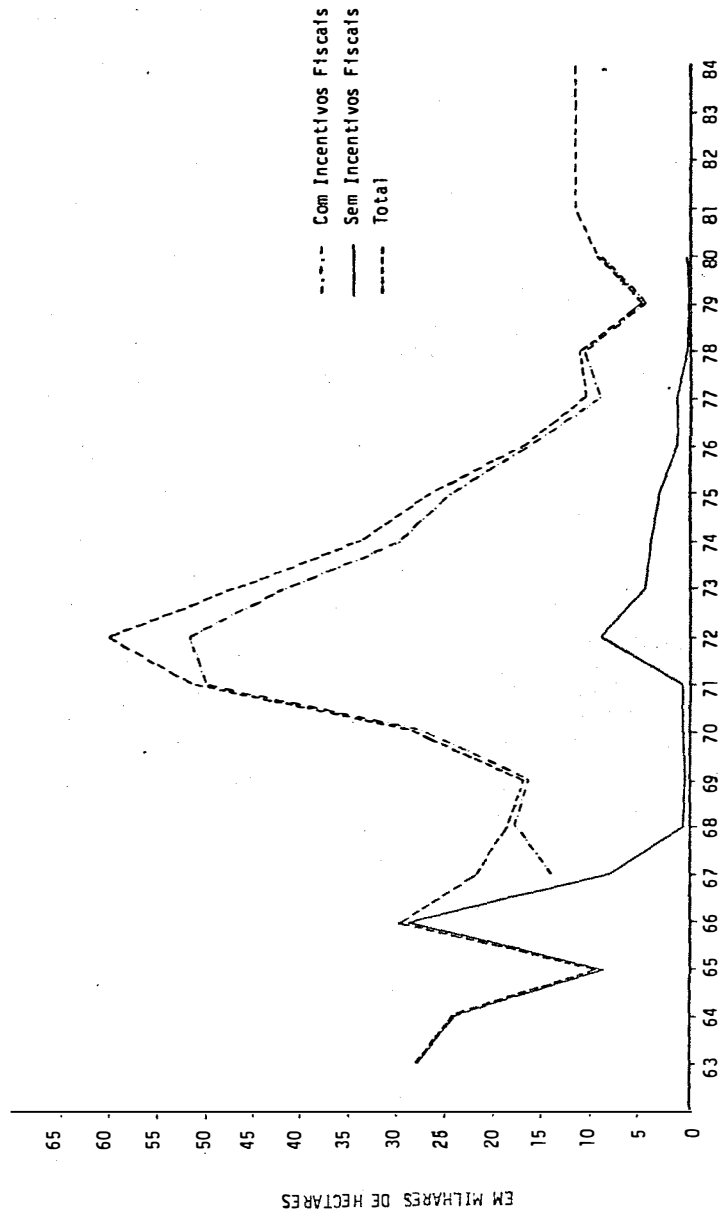


Figura 1. Área replantada anualmente com *Eucalyptus* no Estado de São Paulo, 1963-1984.

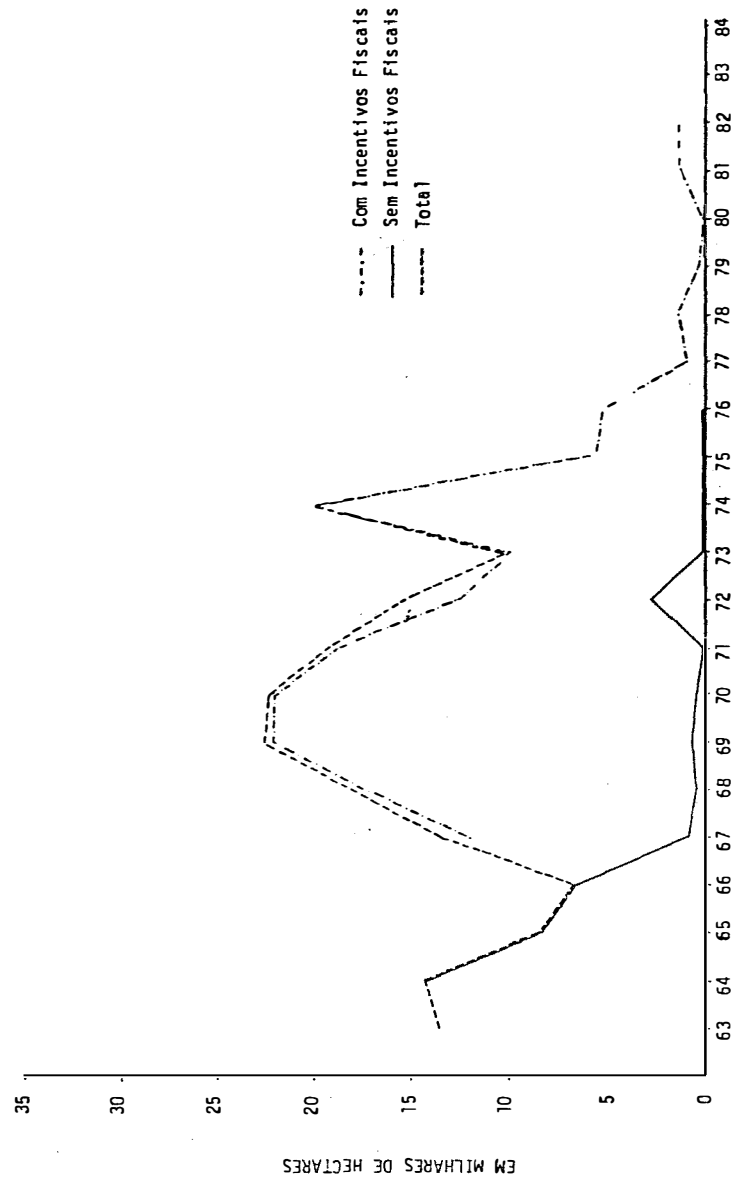


Figura 2. Área reflorestada anualmente com *Pinus* no Estado de São Paulo, 1963-1982.

APÊNDICE 3

Balanço estadual entre demanda total e produção futura de madeira de florestas plantadas - década de 80.

Tabela 1. Demanda industrial projetada de madeira de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo

1000 estêreos com casca

Ano	Celulose de fibra curta	Madeira aglomerada	Chapas de fibra ^{a/}	Total
1981	6.299,9	194,0	1.938,4	8.432,3
1982	7.458,2	194,0	2.098,6	9.750,8
1983	8.037,3	194,0	2.235,0	10.466,3
1984	8.037,3	194,0	2.380,3	10.611,6
1985	8.037,3	338,0	2.535,0	10.910,3
1986	8.037,3	338,0	2.699,8	11.075,2
1987	8.037,3	338,0	2.875,3	11.250,6
1988	8.037,3	338,0	3.062,2	11.437,5
1989	8.037,3	338,0	3.261,2	11.636,5
1990	8.037,3	338,0	3.473,2	11.848,5

FONTES: ANFPC (1978) e empresas consultadas

Coeficientes técnicos: 5,5 stsc/t. celulose
3,5 stcc/t. chapa de fibra

% de casca de *Eucalyptus* = 17,0

^{a/} A partir de 1983 adotou-se taxa de 6,5% a.a. de crescimento da produção.

Tabela 2. Demanda industrial projetada de madeira de *Pinus* no Estado de São Paulo

1000 estêreos com casca

Ano	Celulose de fibra longa	Madeira aglomerada	Total
1981	553,6	300,0	853,6
1982	553,6	300,0	853,6
1983	553,6	300,0	853,6
1984	553,6	300,0	853,6
1985	553,6	396,0	949,6
1986	942,4	396,0	1.338,4
1987	1.331,2	396,0	1.727,2
1988	1.331,2	396,0	1.727,2
1989	1.331,2	396,0	1.727,2
1990	1.331,2	396,0	1.727,2

FONTES: ANFPC (1978) e empresas consultadas

Coefficientes técnicos: 7,2 stsc/t celulose

2,4 stcc/t madeira aglomerada

% de casca no *Pinus* = 20,0

Tabela 3. Consumo aproximado de madeira para fins energéticos
no Estado de São Paulo

Região administrativa	1000 estêreos c/casca		
	1978 ^{a/}	1979 ^{a/}	1980 ^{b/}
São Paulo	792,2	806,0	381,3
Litoral	51,4	54,5	89,4
Vale do Paraíba	101,3	105,3	111,3
Sorocaba	819,4	908,5	1.001,6
Campinas	1.670,8	944,4	1.113,7
Ribeirão Preto	247,6	285,9	389,6
Bauru	339,2	297,2	316,4
S.J.R. Preto	44,6	45,0	56,9
Araçatuba	50,6	63,6	81,8
Pres. Prudente	196,5	218,8	174,8
Marília	239,4	296,4	305,3
TOTAL	4.552,8	4.025,5	4.022,1

FONTE: IBDF - Delegacia Regional de São Paulo (Demonstrativo, do consumo de energia, item II da Portaria nº 934 do M.A. e MME e §3º do art. 2 da Portaria Normativa DC nº 23 - IBDF).

^{a/} Inclui apenas lenha

^{b/} Inclui lenha + carvão

Fator de conversão: 2m³ lenha/m³ carvão

Tabela 4. Balanço para madeira de *Eucalyptus* spp por Divisão Regional Administrativa (DA) do Estado de São Paulo - Década de 80

1000 estêreos com casca

ANO	DA	São Paulo	Litoral	V. Paraíba	Sorocaba	Campinas	Rib. Preto	Bauru	S. J. R. Pre to	Araçatuba	Presidente Prudente	Marília	Total
80	P	799,6	492,1	800,2	2357,3	1717,3	1598,1	830,0	92,6	35,2	75,6	111,9	8909,9
80	D	2137,6	93,9	2479,8	2744,6	3808,7	409,1	332,3	59,7	85,9	183,5	320,6	12655,7
80	S	-1337,8	398,2	-1679,6	-387,3	-2091,4	1189,0	497,7	32,9	-50,7	-107,9	-208,7	-3475,9
81	P	618,8	47,4	1144,7	2977,1	1611,8	1847,5	734,5	76,8	30,1	26,1	56,0	9168,8
81	D	2157,6	98,6	2485,7	2985,7	4446,4	1008,7	348,9	62,7	90,2	192,7	336,6	14185,5
81	S	-1540,8	-51,2	-1341,0	19,7	-2834,5	838,8	385,6	14,1	-60,1	-166,6	280,6	-5016,9
82	P	378,1	45,1	804,3	2896,9	990,7	1665,9	2172,0	28,3	9,5	10,3	23,1	8974,2
82	D	2178,7	103,6	2491,8	1120,1	4536,7	1609,3	366,3	65,9	94,7	202,4	353,5	15123,0
82	S	-1850,6	-58,5	-1687,5	-223,2	-3546,0	56,6	1805,7	-37,6	-85,2	-192,1	-330,4	-6148,8
83	P	910,2	78,4	1096,9	4525,7	2063,3	2532,1	993,5	115,6	37,8	236,3	68,8	12658,6
83	D	2200,7	108,7	2498,2	3292,8	4631,7	1631,8	384,7	69,2	99,4	212,5	371,1	15500,7
83	S	1290,5	-30,3	-1401,3	1232,9	-2568,4	900,3	608,9	46,4	-61,6	23,8	-302,3	-2842,1
84	P	241,1	237,6	795,5	3497,9	998,4	1767,2	682,9	17,4	42,1	10,3	63,9	2349,3
84	D	2223,9	144,2	2505,0	3620,0	4731,8	1655,5	403,9	72,6	104,4	223,1	389,7	16074,1
84	S	-1982,8	88,4	-1709,5	-122,1	-3733,4	1111,7	279,0	-55,2	-62,3	-212,8	-325,8	-7724,8
85	P	306,0	169,8	805,0	3650,2	1110,0	1331,3	526,5	29,3	1,7	16,1	8,6	7954,5
85	D	2248,3	119,9	2512,1	3814,1	4837,5	1680,4	424,0	76,3	109,6	234,3	409,2	16465,7
85	S	-1942,2	49,9	-1707,1	-163,9	-3727,5	-349,1	102,5	47,0	-107,9	-218,2	-400,6	-8511,2
86	P	136,6	364,4	571,9	2309,4	938,0	2052,5	1050,5	1,5	3,9	36,3	67,3	7532,3
86	D	2273,8	125,9	2519,6	4020,1	4948,7	1706,5	445,2	80,1	115,1	246,0	429,6	16910,6
86	S	-2137,2	238,5	-1947,7	-1710,7	-4010,7	346,0	605,3	-78,6	-111,2	-209,7	-362,3	-9378,3
87	P	66,8	14,2	952,5	3804,2	934,9	2202,9	657,8	1,2	4,9	0,9	27,4	8667,7
87	D	2301,6	132,2	2527,4	4219,8	5066,0	1733,9	467,5	84,1	120,9	258,3	451,1	17380,8
87	S	-2233,8	-118,0	-1574,9	-434,6	-4131,1	469,0	190,3	-82,9	-116,0	-257,4	-423,7	-8713,1
88	P	126,5	33,7	730,5	4276,5	679,7	2276,5	2057,5	0,6	0,2	1,1	13,9	10196,7
88	D	2328,8	138,8	2535,6	4474,8	5185,0	1762,7	490,9	88,3	126,9	271,2	473,7	17876,7
88	S	-2202,3	-105,1	-1803,1	-198,3	-4505,3	513,8	1566,6	-87,7	-126,7	-270,1	-459,8	-7680,0
89	P	225,7	39,4	939,6	5348,5	1029,8	2893,1	950,6	21,2	6,4	204,8	37,3	11696,4
89	D	2358,4	145,7	2544,3	4715,1	5320,8	1792,9	515,4	92,7	133,3	284,7	497,3	18400,6
89	S	-2132,7	-106,3	-1604,7	633,4	-4291,0	1100,2	435,2	-71,5	-126,9	-79,9	-460,0	-6704,2

P = Produção
D = Demanda total (industrial + energética tradicional)
S = Saldo

Tabela 5. Balanço para madeira de *Pinus* spp por Divisão Regional Administrativa (DA) no Estado de São Paulo - Década de 80

1000 estêreos com casca

ANO	DA	São Paulo	Litoral	Vale do Paraíba	Sorocaba	Campinas	Rib. Preto	Bauru	S. J. R. Preto	Araçatuba	Pres. Prudente	Marília	Total
1986	P	32,1	138,8	42,5	782,2	54,2	69,8	209,5	5,1	2,8	66,4	17,6	1421,0
	D	124,3	-	41,1	518,1	-	-	170,1	-	-	-	-	853,6
	S	-92,2	138,8	1,4	264,1	54,2	69,8	39,4	5,1	2,8	66,4	17,6	567,4
1987	P	76,8	204,2	89,9	829,7	169,0	66,8	350,7	8,8	14,5	62,7	20,3	1893,4
	D	124,3	-	41,1	518,1	-	-	170,1	-	-	-	-	853,6
	S	-47,5	204,2	48,8	311,6	169,0	66,8	180,2	8,8	14,5	62,7	20,3	1039,8
1988	P	56,7	119,6	40,4	806,7	98,7	56,3	211,6	7,5	2,5	10,1	17,1	1427,2
	D	124,3	-	41,1	518,1	-	-	170,1	-	-	-	-	853,6
	S	-67,6	119,6	-0,7	288,6	98,7	56,3	41,5	7,5	2,5	10,1	17,1	573,6
1989	P	49,0	115,5	83,9	708,0	95,2	67,3	317,9	6,6	3,0	95,9	15,7	1558,0
	D	124,3	-	41,1	518,1	-	-	170,1	-	-	-	-	853,6
	S	-75,3	115,5	42,8	189,9	95,2	67,3	147,8	6,6	3,0	95,9	15,7	704,4
1985	P	30,8	119,0	26,2	520,5	64,3	22,8	122,4	3,6	10,3	4,0	9,3	933,2
	D	124,3	-	41,1	614,1	-	-	170,1	-	-	-	-	949,6
	S	-93,5	119,0	-14,9	-93,6	64,3	22,8	-47,7	3,6	10,3	4,0	9,3	16,4
1986	P	5,6	82,0	61,9	697,3	44,9	27,1	259,9	0,5	0,2	26,8	17,8	1224,0
	D	124,3	-	41,1	1002,9	-	-	170,1	-	-	-	-	1338,4
	S	-118,7	82,0	20,8	-305,6	44,9	27,1	89,8	0,5	0,2	26,8	17,8	-114,4
1987	P	13,4	60,1	13,1	493,3	31,9	19,8	104,0	1,2	0,4	23,5	2,4	763,1
	D	124,3	-	41,1	1391,7	-	-	170,1	-	-	-	-	1727,2
	S	-110,9	60,1	-28,0	-898,4	31,9	19,8	-66,1	1,2	0,4	23,5	2,4	-964,1
1988	P	190,9	65,8	62,0	633,2	285,7	145,0	117,9	27,0	9,8	51,0	13,2	1601,5
	D	124,3	-	41,1	1391,7	-	-	170,1	-	-	-	-	1727,2
	S	66,6	65,8	20,9	-758,5	285,7	145,0	-52,2	27,0	9,8	51,0	13,2	-125,7
1989	P	203,8	113,5	90,6	557,1	339,3	128,4	215,3	27,4	17,7	25,2	19,9	1738,2
	D	124,3	-	41,1	1391,7	-	-	170,1	-	-	-	-	1727,2
	S	79,5	113,5	49,5	-834,6	339,3	128,4	45,2	27,4	17,7	25,2	19,9	11,0
1990	P	117,9	47,3	36,0	499,2	179,7	77,2	57,2	16,1	5,4	10,6	12,8	1059,4
	D	124,3	-	41,1	1391,7	-	-	170,1	-	-	-	-	1727,2
	S	-6,4	47,3	-5,1	-892,5	179,7	77,2	-112,9	16,1	5,4	10,6	12,8	-667,8

P = Produção
D = Demanda total (industrial + energética tradicional)
S = Saldo

APÊNDICE 4

- Produção de biomassa florestal equivalente em óleo combustível no Estado de São Paulo durante a década de 80 (Tabelas 1 e 2).
- Balanços regionais e taxas de substituição de óleo combustível industrial por resíduos florestais no Estado de São Paulo durante a década de 80 (Tabelas 3 a 13).
- Balanços regionais e taxas de substituição de óleo combustível por resíduos florestais nos segmentos de celulose, papel, chapas de fibras e madeira aglomerada no Estado de São Paulo durante a década de 80 (Tabelas 14 a 20).

Tabela 1. Biomassa de *Eucalyptus* spp equivalente em óleo combustível no Estado de São Paulo

1000 TEOC

DA	1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990	
	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos	madeira s/casca	Resi duos
São Paulo	58,0	20,4	44,7	15,7	23,8	8,4	66,0	23,2	17,5	6,1	22,2	7,8	9,9	3,5	4,8	1,7	9,2	3,2	16,4	5,8
Litoral	35,7	12,5	3,4	1,2	3,3	1,2	5,7	2,0	16,9	5,9	12,3	4,3	26,4	9,3	1,0	0,4	2,4	0,9	2,9	1,0
V.Parafba	58,0	20,4	83,0	29,2	58,3	20,5	79,6	28,0	57,7	20,3	58,4	20,5	41,5	14,6	69,1	24,3	53,0	18,6	68,1	24,0
Sorocaba	171,0	60,1	215,9	75,9	210,1	73,8	328,2	115,3	253,7	89,2	264,7	93,0	167,5	58,9	275,9	97,0	310,2	109,0	387,9	136,3
Campinas	124,6	43,8	117,0	41,1	71,8	25,2	149,6	52,6	72,4	25,5	80,5	28,3	68,0	23,9	67,8	23,8	49,3	17,3	74,7	26,2
Rib.Preto	115,9	40,7	134,0	47,1	120,8	42,4	183,6	64,5	128,2	45,0	96,6	33,9	148,9	52,3	159,8	56,1	165,1	58,0	209,8	73,7
Bauru	60,2	21,2	53,3	18,7	157,5	55,4	72,1	25,3	49,5	17,4	38,2	13,4	76,2	26,8	47,7	16,8	149,2	52,4	68,9	24,1
S.J.R.Preto	6,7	2,4	5,6	1,9	2,0	0,7	8,4	2,9	1,3	0,4	2,1	0,7	0,1	0,04	0,08	0,03	0,04	0,02	1,5	0,6
Araçatuba	2,6	0,9	2,2	0,8	0,7	0,2	2,7	1,0	3,1	1,1	0,1	0,04	0,3	0,1	0,4	0,1	0,02	0,0006	0,5	0,2
Pres.Prudente	5,5	1,9	1,9	0,6	0,7	0,3	17,1	6,0	0,7	0,2	1,2	0,4	2,6	1,0	0,06	0,02	0,08	0,03	14,9	5,1
Marília	8,1	2,9	4,1	1,5	1,7	0,6	5,0	1,8	4,6	1,6	0,6	0,2	4,9	1,7	2,0	0,7	1,0	0,3	2,7	1,0
TOTAL	646,3	227,2	665,1	233,7	650,7	228,7	918,0	322,7	605,6	212,7	576,9	202,5	546,3	192,1	628,6	220,9	739,5	259,7	848,3	298,2

Tabela 2. Biomassa de *Pinus* spp equivalente em óleo combustível no Estado de São Paulo

1000 TEOC

DA	1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989		1990		
	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	Resi s/casca	Resi madeira	
São Paulo	2,8	1,8	6,8	5,1	5,1	4,3	4,3	4,3	3,2	2,8	2,3	0,5	0,4	1,2	0,8	17,1	26,3	18,2	27,9	10,5	16,2
Litoral	11,9	5,5	17,8	8,5	10,5	5,5	10,1	5,5	10,6	6,6	7,3	4,5	5,4	4,0	5,8	5,3	10,1	9,1	4,2	4,1	4,1
V.Paraíba	3,7	1,8	7,7	3,8	3,5	2,1	7,2	3,8	2,3	1,4	5,5	2,9	1,2	0,8	5,5	7,2	8,1	9,2	3,2	4,3	4,3
Sorocaba	67,4	31,9	72,3	38,5	70,7	38,1	61,9	33,8	45,6	26,2	61,4	39,4	43,8	29,8	56,3	52,6	49,5	49,7	44,4	41,3	41,3
Campinas	4,8	3,1	14,9	9,9	8,8	7,4	8,4	5,8	5,7	4,5	4,0	2,7	2,8	2,2	25,5	39,1	30,3	43,7	16,0	24,1	24,1
Rib.Preto	6,2	3,2	5,9	4,1	5,0	3,8	6,0	4,1	2,0	1,7	2,4	1,7	1,8	1,4	13,0	18,1	11,5	17,1	6,9	10,2	10,2
Bauru	18,0	8,2	30,0	13,4	18,5	10,3	27,3	14,1	10,9	6,3	23,2	12,4	9,3	7,6	10,5	8,7	19,2	14,8	5,1	4,7	4,7
S.J.R.Preto	0,5	0,3	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,04	0,04	0,1	0,08	2,4	3,7	2,4	3,8	1,4	2,2	2,2
Araçatuba	0,2	0,1	1,3	0,7	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,9	0,6	0,02	0,01	0,03	0,02	0,9	1,3	1,6	1,9	0,5	0,7
Pres.Prudente	5,9	2,8	5,2	2,6	0,9	0,5	8,5	4,9	0,4	0,3	2,4	1,4	2,1	1,4	4,6	4,5	2,3	2,3	0,9	1,2	1,2
Marília	1,5	0,7	1,7	0,8	1,5	0,8	1,3	0,7	0,8	0,6	1,6	0,9	0,2	0,1	1,1	1,5	1,8	2,0	1,2	1,3	1,3
TOTAL	122,9	59,4	164,4	88,1	125,4	73,6	135,8	76,6	82,3	50,8	108,4	66,3	67,9	48,2	142,7	168,4	155,0	181,5	94,3	110,3	110,3

Tabela 3. DA de São Paulo

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	3041,7	22,2	-3019,5	0,7
1982	3318,8	20,8	-3298,0	0,6
1983	3619,0	12,7	-3606,3	0,3
1984	3943,6	26,4	-3917,2	0,7
1985	4294,8	8,4	-4286,4	0,2
1986	4675,3	8,2	-4667,1	0,2
1987	5086,4	4,3	-5082,1	0,1
1988	5530,9	28,0	-5502,9	0,5
1989	6011,3	31,1	-6020,4	0,5
1990	6530,7	22,0	-6508,7	0,3

médica = 0,4

Tabela 4. DA do Litoral

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	629,4	18,0	- 611,4	2,9
1982	686,6	9,7	- 676,9	1,4
1983	748,7	6,7	- 742,0	0,9
1984	815,9	7,5	- 808,4	0,9
1985	888,5	12,5	- 876,0	1,4
1986	967,2	8,9	- 958,3	0,9
1987	1052,3	13,3	-1039,0	1,3
1988	1144,1	5,7	-1138,4	0,5
1989	1243,7	10,0	-1233,7	0,8
1990	1351,0	5,1	-1344,9	0,4

médica = 1,1

Tabela 5. DA do Vale do Paraíba

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	320,2	22,2	- 298,0	6,9
1982	349,4	33,0	- 316,4	9,4
1983	381,0	22,7	- 358,3	5,9
1984	415,3	31,9	- 383,4	7,7
1985	452,2	21,7	- 430,5	4,8
1986	492,3	23,4	- 468,9	4,8
1987	535,6	15,4	- 520,2	2,9
1988	582,4	31,6	- 550,8	5,4
1989	633,0	27,8	- 605,2	4,4
1990	687,6	28,3	- 659,3	4,1

média = 5,6

Tabela 6 - DA de Sorocaba

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	998,7	92,0	- 906,7	9,2
1982	1089,7	114,4	- 975,3	10,5
1983	1188,2	111,9	-1076,8	9,4
1984	1294,8	149,1	-1145,7	11,5
1985	1410,1	115,4	-1294,7	8,2
1986	1535,0	132,4	-1402,6	8,6
1987	1669,9	88,7	-1581,2	5,3
1988	1815,9	149,6	-1666,3	8,2
1989	1973,7	158,7	-1815,0	8,0
1990	2144,2	177,6	-1966,6	8,3

média = 8,7

Tabela 7. DA de Campinas

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	1402,5	46,8	-1355,7	3,3
1982	1530,2	51,0	-1479,2	3,3
1983	1668,6	32,6	-1636,0	1,9
1984	1818,2	58,4	-1759,8	3,2
1985	1980,3	30,0	-1950,3	1,5
1986	2155,6	31,0	-2124,6	1,4
1987	2345,2	26,1	-2319,1	1,1
1988	2550,3	62,9	-2487,4	2,5
1989	2771,7	61,0	-2710,7	2,2
1990	3011,1	50,3	-2960,8	1,7

médica = 2,2

Tabela 8. DA de Ribeirão Preto

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	304,2	43,9	-260,3	14,4
1982	331,9	51,2	-280,7	15,4
1983	362,0	46,2	-315,8	12,8
1984	394,4	68,6	-325,8	17,4
1985	429,5	46,7	-382,8	10,9
1986	467,6	35,7	-431,9	7,6
1987	508,7	53,7	-455,0	10,6
1988	553,2	74,2	-479,0	13,4
1989	601,2	75,1	-526,1	12,5
1990	653,1	83,9	-569,2	12,8

médica = 12,8

Tabela 9. DA de Bauru

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	72,7	29,4	- 43,3	40,4
1982	79,3	32,1	- 47,2	40,5
1983	86,4	65,7	- 20,7	76,0
1984	94,2	39,4	- 54,8	41,9
1985	102,6	23,7	- 78,9	23,1
1986	111,7	25,8	- 85,9	23,1
1987	121,5	34,4	- 87,1	28,3
1988	132,1	25,4	-106,7	19,2
1989	143,6	67,2	- 76,4	46,8
1990	156,0	28,8	-127,2	18,4

média = 35,8

Tabela 10. DA de São José do Rio Preto

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	32,3	2,7	-29,5	8,2
1982	35,1	2,6	-32,5	7,3
1983	38,3	1,3	-37,0	10,8
1984	41,8	3,4	-38,4	8,1
1985	45,5	0,7	-44,8	1,6
1986	49,5	0,8	-48,7	1,6
1987	53,9	0,1	-53,8	0,2
1988	58,6	3,7	-54,9	6,3
1989	63,7	3,8	-59,9	6,0
1990	69,2	2,8	-66,4	4,0

média = 5,4

Tabela 11. DA de Araçatuba

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	45,0	1,0	-44,0	2,3
1982	49,0	1,5	-47,6	3,0
1983	53,5	0,4	-53,1	0,8
1984	58,3	1,2	-57,1	2,0
1985	63,5	1,7	-61,8	2,7
1986	69,1	0,06	-69,0	0,1
1987	75,2	0,1	-75,1	0,2
1988	81,8	1,4	-80,4	1,7
1989	88,9	1,9	-87,0	2,2
1990	96,6	0,9	-95,7	0,9

média = 1,6

Tabela 12. DA de Presidente Prudente

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 100 TOC	% Substituição
1981	49,0	4,7	-44,3	9,7
1982	53,5	3,2	-94,6	6,1
1983	58,3	0,8	-57,5	1,3
1984	63,6	10,9	-52,7	0,2
1985	69,2	0,5	-68,7	0,7
1986	75,4	1,8	-73,6	2,3
1987	82,0	2,4	-79,6	2,9
1988	89,2	4,5	-84,7	5,1
1989	96,9	2,3	-94,6	2,4
1990	105,3	6,4	-98,9	6,0

média = 3,7

Tabela 13. DA de Marília

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	27,8	3,6	-24,2	12,8
1982	30,4	2,3	-28,1	7,5
1983	33,1	1,4	-31,7	7,0
1984	36,1	2,5	-33,6	6,8
1985	39,3	2,1	-37,2	5,4
1986	42,8	1,1	-41,7	2,6
1987	46,5	1,8	-44,7	4,0
1988	50,6	2,2	-48,4	4,3
1989	55,0	2,3	-52,7	4,2
1990	59,7	3,3	-57,4	4,1

média = 5,9

Tabela 14. DA de São Paulo

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	304,8	22,2	-282,6	7,3
1982	332,5	20,8	-311,7	6,2
1983	362,6	12,7	-349,9	3,5
1984	395,1	26,4	-368,7	6,7
1985	430,3	8,4	-421,9	2,0
1986	468,5	8,2	-460,3	1,4
1987	509,7	4,3	-505,4	0,8
1988	554,2	28,0	-526,2	5,0
1989	602,3	31,1	-571,2	5,2
1990	654,4	22,0	-632,4	3,4

média = 4,2

Tabela 15. DA do Litoral

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981 *	8,5	18,0	9,5	100,0
1982 *	9,3	9,7	0,4	100,0
1983	10,1	6,7	-3,4	65,9
1984	11,0	7,5	-3,5	67,7
1985 *	12,0	12,5	0,5	100,0
1986	13,0	8,9	-4,1	67,9
1987	14,2	13,3	-0,9	93,4
1988	15,4	5,7	-9,7	36,9
1989	16,8	10,0	-6,8	59,6
1990	18,2	5,1	-13,1	27,9

* Excedente

média = 71,9

Tabela 16. DA do Vale do Paraíba

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	110,5	22,2	- 88,3	20,0
1982	120,6	33,0	- 87,6	27,4
1983	131,5	22,7	-108,8	17,2
1984	143,3	31,9	-111,4	22,2
1985	156,1	21,7	-134,4	13,9
1986	169,9	23,4	-146,5	13,7
1987	184,8	15,4	-169,4	8,3
1988	201,0	31,6	-169,4	15,7
1989	218,5	27,8	-190,7	12,7
1990	237,3	28,3	-209,0	11,9

média = 16,3

Tabela 17. DA de Sorocaba

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	139,8	92,0	- 47,8	65,8
1982	152,5	114,4	- 38,1	74,9
1983	166,3	111,9	- 54,4	67,2
1984	181,3	149,1	- 32,2	82,3
1985	197,4	115,4	- 82,0	58,4
1986	214,9	132,4	- 82,5	61,6
1987	233,8	88,7	-145,1	37,9
1988	254,2	149,9	-104,3	58,8
1989	276,3	158,7	-117,6	57,4
1990	300,2	177,6	-122,6	59,2

média = 62,3

Tabela 18. DA de Campinas

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	299,8	46,8	-253,0	15,6
1982	327,1	51,0	-276,1	15,6
1983	356,7	32,6	-324,1	29,1
1984	388,7	58,4	-330,3	15,0
1985	423,3	30,0	-393,3	7,1
1986	460,1	31,0	-429,1	6,7
1987	501,3	26,1	-475,2	5,2
1988	545,1	62,9	-482,2	11,5
1989	592,5	61,0	-531,5	10,3
1990	643,6	50,3	-593,3	7,8

média = 10,4

Tabela 19. DA de Bauru

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981	32,3	29,4	- 2,9	90,1
1982	35,2	32,1	- 3,1	91,1
1983*	38,4	65,7	27,3	100,0
1984	41,9	39,4	- 2,5	94,2
1985	45,6	23,7	-21,9	52,0
1986	49,6	25,8	-23,8	52,0
1987	54,0	34,4	-19,6	63,6
1988	58,7	25,4	-33,3	43,3
1989*	63,8	67,2	3,4	100,0
1990	69,3	28,8	-40,5	41,5

* Excedente

média = 55,5

Tabela 20. DA de Ribeirão Preto

ANO	Consumo 1000 TOC	Disponibilidade de resíduos 1000 TEOC	Saldo 1000 TOC	% Substituição
1981*	-	43,9	43,9	-
1982*	19,6	51,2	31,6	100,0
1983*	39,2	46,2	70,0	100,0
1984*	39,2	68,6	29,4	100,0
1985*	39,2	46,7	7,5	100,0
1986	39,2	35,7	3,5	91,0
1987*	39,2	53,7	14,5	100,0
1988*	39,2	74,2	35,0	100,0
1989*	39,2	75,1	35,9	100,0
1990*	39,2	83,9	44,7	100,0

* Excedente

média = 100,0

APÊNDICE 5

Disponibilidade de madeira de *Eucalyptus* spp nas áreas de influência do Estado de São Paulo, durante a década de 80

Tabela 1. Disponibilidade de madeira de *Eucalyptus* spp no Triângulo mineiro durante a década de 80

Municípios	estêreos com casca										TOTAL
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Araguari	71235	142996	65688	26474	1537	3587	57175	118136	54096	26474	567398
Araxá	0	0	574	0	0	0	0	0	574	0	1148
Campolins	0	0	0	17080	0	0	0	0	0	17080	34160
Estrela do Sul	0	73756	0	0	0	0	0	60740	0	0	134496
Indianópolis	168591	0	0	0	0	0	135316	0	0	0	303907
Mte. At. de Minas	61446	88893	71400	65045	0	0	49319	73206	58800	58178	526287
Monte Carmelo	0	0	804	0	0	3160	0	0	804	0	4768
Nova Ponte	9576	107768	2870	32238	6704	60677	7686	89145	2870	32239	351773
Perdizes	5320	14280	32316	165889	26687	100217	4270	11760	32316	165889	558944
Prata	192424	168647	0	0	44878	65117	154446	138886	0	0	764398
Sacramento	22575	17472	3777	17464	42999	15457	18312	14662	3374	17464	173556
Santa Juliana	42560	65331	0	19855	110678	40437	34160	53802	0	19856	386679
Tupaci-guara	14577	0	0	0	0	132285	11699	0	0	0	158561
Uberaba	377947	495668	123754	223406	236387	146420	309561	419401	123754	223406	2679704
Uberlândia	160783	366613	475079	140147	67637	167604	134249	310795	404582	127547	2355036
TOTAL	1127034	1541424	776262	707598	537507	734961	916193	1290533	681170	688133	9000815

Tabela 2. Disponibilidade de madeira de *Eucalyptus* spp no Mato Grosso do Sul durante a década de 80

Municípios	estêreos com casca										TOTAL
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Três lagoas	568440	1008359	793221	462693	1074456	762755	491752	842100	668885	393365	7066026
Aparecida do Taboado	17204	0	0	0	67081	0	14868	0	0	0	99153
Brasiliândia	319893	314798	93725	188820	142324	276864	276451	257562	88705	188820	2147962
Água Clara	1006393	1610268	853512	740740	672113	211841	869722	1317492	698328	606060	8536469
Ribas do Rio Pardo	1525198	4482797	3178175	3569819	1868669	1126748	1318072	3667743	2600325	2968249	26305795
Nova Andradina	0	0	14773	0	6615	0	0	0	14773	0	36161
Campo Grande	2867	10824	3894	671	0	0	2478	8856	3185	671	33446
Sidrolândia	0	13739	0	32945	2205	0	0	13739	0	32945	95573
TOTAL	3439995	7440785	4937300	4995688	3833463	2378208	2973343	6107492	4074201	4190110	44370585