

# Textos para Discussão

## TD-IEA

### **Termo de Referência - 12 (TR-12): Um Plano Estadual para Florestas Energéticas<sup>1</sup>**

### **Sao Paulo State's Plan for Bio-Energy Forests**

Eduardo Pires Castanho Filho <sup>2, 3</sup>

---

<sup>1</sup>Trabalho realizado para a Comissão Especial de Bioenergia do Governo do Estado de São Paulo. Elaborado por equipe técnica do IEA-APTA/SAA e coordenado pelo pesquisador científico Eduardo Pires Castanho Filho.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Científico, Instituto de Economia Agrícola (e-mail: castanho@iea.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Este trabalho contou com as colaborações de: Vladimir Rozov; José Otávio Brito; Luiz Augusto Horta Nogueira; Francisco Frederico Sparenberg de Oliveira; Gil Eduardo Serra; Gilberto de Souza Sulzbacher; Luiz Henrique Domicildes Câmara Leal Oliveira; Luis Fernando da Costa Alves Feijó; Rubens Cristiano Garlip, Reinaldo Herro Ponce, Carlos Alberto Fonseca Fúncia e Francisco José do Nascimento Kronka.



## RESUMO

A utilização de florestas com enfoque bioenergético propõe vários usos, além dos tradicionais: geração de eletricidade, gasogênios, cocção nas áreas rurais, produção de carvão vegetal, líquido pirolenhoso, bio óleo. Em São Paulo, a utilização tanto da madeira e seus resíduos como energia é pequena e tem um perfil “tradicional” o que propicia um potencial de crescimento tanto pela adoção de novas tecnologias, como pelo baixo custo comparativo de produção de uma unidade bioenergética. Em função da disponibilidade de terras florestais estabeleceu-se uma meta de plantio de 800 mil hectares para florestas bioenergéticas. Tais plantios deverão ser realizados através de projetos sob o triplice enfoque de cadeia produtiva, uso múltiplo e prestação de serviço ambiental, principalmente quanto à manutenção da biodiversidade, à produção de água e à fixação de carbono.

**Palavras-chave:** bionergia, economia florestal, política pública, diagnóstico florestal, tecnologia.

## ABSTRACT

Woody biomass utilization for bio-energy purposes has many applications, besides traditional electricity and wood gas generation, cook stoves in rural areas, wood charcoal production, pyroligneous acid or bio oil. The state of São Paulo makes small use of both wood and its residues to produce energy and fits under a “traditional “profile”. That provides it with a growth potential through the adoption of new technologies and the benefits of the lower comparative cost of a bio-energy unit. The availability of lands allowed the state to set the goal of planting 800 thousand hectares of bio-energy forests. Such forest plantations shall be carried out through projects under a triple approach of supply chain; multiple use and environmental service rendering, mainly with regards to biodiversity maintenance, water production and carbon fixation.

**Key-words:** Bio-energy, forest economics public policies, forest diagnosis, technology.



## 1 - INTRODUÇÃO

As reflexões e propostas para o setor florestal energético desenvolveram-se a partir da análise da evolução do agronegócio florestal de São Paulo e do provável desenvolvimento da utilização das florestas como insumo energético além de fixar carbono na biomassa. Refletiu-se também sobre o papel que as instituições públicas e privadas devem ter na implementação de uma política de florestas energéticas.

A existência de mais de três milhões e meio de hectares de terras com aptidão florestal no Estado ajudaram a definir uma meta de plantio, de cerca de setecentos e oitenta mil hectares com florestas de finalidades energéticas nos próximos vinte e cinco anos, referentes ao suprimento de uma demanda com crescimento admitido de 3% a.a.

O Plano de Florestas Energéticas - PFEN – deverá ser realizado através de projetos diferenciados, envolvendo atividades como fomento, produção de sementes e mudas, recuperação de microbacias, proteção de mananciais e criação de alternativas produtivas, necessariamente sob enfoques de cadeia produtiva, uso múltiplo e ambiental, principalmente quanto à manutenção da biodiversidade e à fixação de carbono.

A utilização da madeira e seus resíduos como fonte de energia em São Paulo é pequena e tem um perfil tradicional o que, no entanto, apresenta um potencial de crescimento interessante seja pelo desenvolvimento ou adoção de novas tecnologias, seja pelo custo baixo de produção de uma unidade energética comparativamente a outros produtos bio energéticos.

Elaborado como um instrumento para orientar a ação normativa do Governo integrando um Plano Estadual de Bioenergia, o PFEN pelo seu caráter indicativo, procura ordenar, ao longo do tempo, as ações do Estado e os rumos trilhados pela iniciativa privada.

Ao setor público caberão, primordialmente, as ações voltadas para P&D e suporte institucional. O setor privado será estimulado a investir em plantios e tecnologia de transformação, visando resultados econômicos, os quais serão favorecidos através de um ordenamento setorial, em decorrência, principalmente, da organização dos pequenos e médios consumidores e da aplicação adequada dos institutos da Reserva Florestal e da reposição florestal num marco de Zoneamento Agro Ambiental Sócio Econômico. Devem estar envolvidos na implementação das ações: Governo Estadual, prefeituras municipais, produtores rurais, entidades científicas e organizações da sociedade civil, baseados no espírito de parceria.

Preende-se também estimular o envolvimento das comunidades regionais, mediante a orientação na busca de soluções específicas para cada região, além de aprofundar a discussão junto às organizações que estarão engajadas na realização deste Plano<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup>Este documento foi elaborado com base nos trabalhos citados na Literatura Citada.

## **2 - SITUAÇÃO ATUAL**

### **2.1 - A configuração do Plano de Florestas Energéticas**

Para proceder às determinações do PFEN utilizou-se um modelo de análise capaz de proporcionar uma visão clara da situação da cadeia produtiva do setor florestal do Estado de São Paulo e das medidas que deverão ser adotadas com vistas ao seu desenvolvimento integrado e auto-sustentado favorecendo não apenas resultados econômicos concretos, mas, sobretudo, adequação social e equilíbrio ambiental.

Considerando fatores internacionais e nacionais e prospectando em um horizonte de 25 anos, previsto para o alcance do Plano, procedeu-se em primeiro lugar a um diagnóstico da situação atual da cobertura florestal do estado em duas vertentes: a da vegetação nativa e a do reflorestamento. Paralelamente, buscou-se determinar o estoque de terras potencialmente apto às atividades florestais, que não concorram com as explorações agrícolas.

Concomitantemente, estimou-se o consumo atual de produtos florestais, com ênfase na vertente energética e, a partir da análise das perspectivas dos comportamentos de variáveis macroeconômicas, sociais e ambientais, estabeleceu-se um provável crescimento dessas demandas.

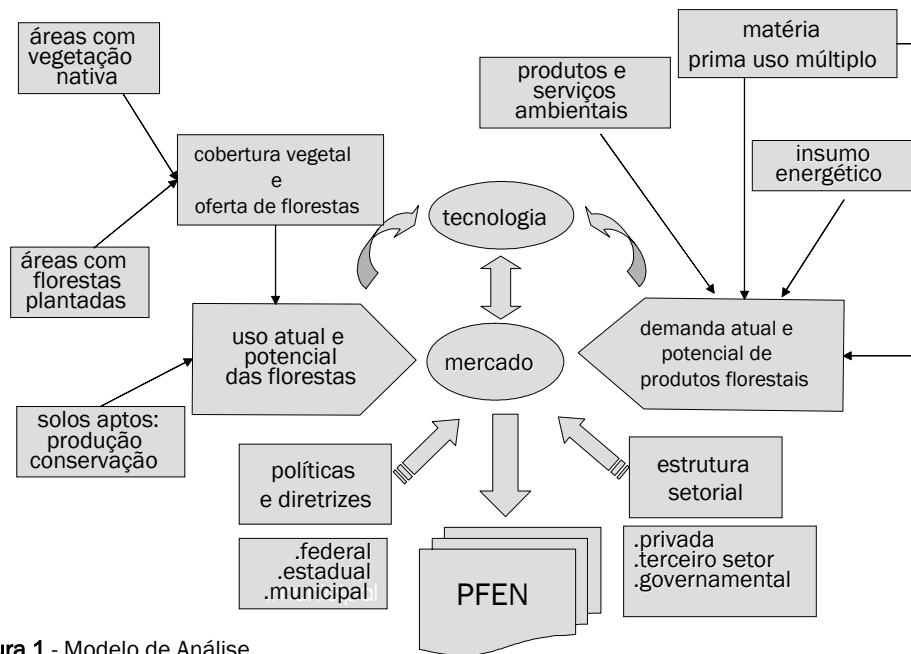
Assim, levando em conta esses quatro parâmetros fundamentais e tendo como pano de fundo o estágio atual da tecnologia e de seu provável desenvolvimento, procurou-se estimar, em nível estadual, a dimensão atual do mercado e o que seria preciso fazer para atender a demanda atual e o seu crescimento estimado, bem como eventuais acréscimos decorrentes de novos estímulos. Finalmente, consideraram-se também as políticas oficiais e empresariais e o suporte oferecido pelas estruturas setoriais públicas, privadas e associativas que atuam no setor, visando assegurar no tempo a implantação das medidas propostas.

O produto final dessa análise configurou o PFEN em suas linhas gerais e a programação subsequente devendo-se prever componentes de controle, realimentação e correção de rumos ao longo do tempo (Figura 1).

Em São Paulo, o aumento do padrão de consumo das populações urbanas pressionará a demanda por energia, o que levará a biomassa a ter papel crescente na matriz energética paulista.

Paralelamente, as pressões dos movimentos ambientalistas tornar-se-ão mais consistentes e, como conseqüência, uma legislação mais conservacionista deverá vigorar. Essa tomada de consciência tem sido o ponto fundamental para a execução de medidas que visem reverter o quadro existente. A somatória desses elementos traduzir-se-á em crescente pressão sobre os recursos florestais de São Paulo e criarão concomitan-





**Figura 1** - Modelo de Análise.

Fonte: Modificado de PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).

temente uma oportunidade ímpar para o seu desenvolvimento. Respostas adequadas das organizações públicas e privadas a tais desafios são hoje fundamentais nesse processo de transformação e isso exige uma rápida modernização gerencial, entendida como capacidade de adaptar-se e mesmo de antecipar-se às mudanças detectadas. Além disso, a queima de combustíveis fósseis tem aumentado continuamente o teor de CO<sub>2</sub> na atmosfera, contribuindo para o agravamento do efeito estufa, que poderia ser atenuado tanto pela fixação desse gás excedente, entre outras, sob a forma de biomassa de origem florestal como pelo emprego crescente de biomassa para uso energético em substituição aos combustíveis de origem fóssil.

A recuperação de terras improdutivas com a atividade florestal é um resultado quase que imediato dos plantios preconizados. Algumas dessas terras, que correm até risco de desertificação terão, no período de uma geração, condições de virem a ser aproveitadas.

O plantio de árvores, na propriedade rural, significará, em médio e longo prazo, uma baixa sensível nos custos de produção agrícola, através de menores gastos com conservação do solo, em combate a pragas e doenças, em compras de materiais para cercas e construções, em abastecimento energético, além da renda extra proporcionada pelas alternativas produtivas que as florestas oferecem como apicultura, cultivo de cogumelos, exploração de resinas e óleos essenciais, cultivo de plantas medicinais, aromá-



ticas e ornamentais, para citar algumas. A manutenção e mesmo o aumento da disponibilidade de água potável, para o abastecimento de grandes centros urbanos, manutenção do sistema de represas do estado e para irrigação será outra contribuição de inestimável valor sem olvidar a participação direta na redução do efeito estufa, seja pela estocagem de carbono seja pela utilização de combustível renovável.

Outro efeito sensível será a diminuição da pressão para utilizar florestas nativas como fonte de matéria-prima, principalmente para energia. O acréscimo de oferta de madeira e energia florestal possibilitará a implantação de empreendimentos que dinamizarão economias regionais e mesmo ativarão outros setores econômicos.

Um último fator, mas não menos importante para a proposta, diz respeito ao papel da tecnologia, no período previsto, e de suas repercussões no desenrolar do PFEN. É preciso considerar tais possibilidades na implementação de uma política florestal para o estado, pois esses fatores podem trazer novas situações, alterando esta política no próprio transcurso de sua implantação.

## **2.2 - A Floresta como Produtora de Bioenergia**

*“No campo energético, a madeira é tradicionalmente chamada de lenha e, nessa forma, sempre ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento da humanidade, tendo sido sua primeira fonte de energia, inicialmente empregada para aquecimento e cocção de alimentos. Ao longo dos tempos, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica.*

*O uso da madeira para energia engloba diminuir a dependência energética externa e uma maior segurança quanto ao suprimento da demanda, algo que muitos dos combustíveis hoje empregados não proporcionam. Além do mais, graças ao seu alto potencial renovável e produtivo, especialmente no caso brasileiro, pode expressar uma matriz energética ambientalmente mais saudável e socialmente mais justa, pois é uma das fontes de energia que possibilitam uma das maiores taxas de geração de emprego por recurso monetário investido. No consumo energético da madeira para energia, a produção de carvão vegetal se destaca, em decorrência da demanda existente pelo produto junto ao setor siderúrgico. O Brasil é o maior produtor mundial de aço produzido com o emprego do carvão vegetal para fins de redução do minério de ferro. Trata-se de um setor solidificado e em expansão, gerador de centenas de milhares de postos de trabalho, grande quantidade de impostos e de renda. Outro consumo importante de madeira para energia encontra-se disperso em uma série de componentes atrelados ao ramo industrial, representada por milhares de empreendimentos industriais do ramo do*



cimento, químico, alimentos e bebidas, papel e celulose e cerâmicas. “O setor agrícola se coloca como outro demandador de madeira para energia no país e, apesar da não-existência de um diagnóstico preciso sobre a distribuição desse consumo, acredita-se que a dependência concentra-se na secagem de grãos” (BRITO; BARRICHELO, 2007).

Face a esse breve diagnóstico é importante que ações específicas se façam necessárias para atendimento dos seus mais tradicionais usos energéticos, que compreendem a produção de carvão vegetal, os usos domiciliar, industrial e agrícola. Some-se a isso o fato de ainda haver um enorme espaço disponível para a valorização adicional da sua participação no panorama energético paulista. Isso poderia incluir, por exemplo, a complementação da geração elétrica por meio de usinas termoelétricas, queimando madeira produzida pelo manejo sustentado de florestas; a utilização, em áreas distantes dos campos de petróleo e das refinarias, de óleos vegetais combustíveis extraídos de plantas florestais, resultando no biodiesel; a utilização de gasogênios a lenha ou a carvão vegetal para produção de calor industrial e para o acionamento de motores; e mesmo o incentivo à utilização da lenha para cocção, nas áreas rurais, mediante pequenos reflorestamentos; e a utilização de fogões mais eficientes e a criação de uma rede de usinas de carbonização produtoras de carvão vegetal e derivados.

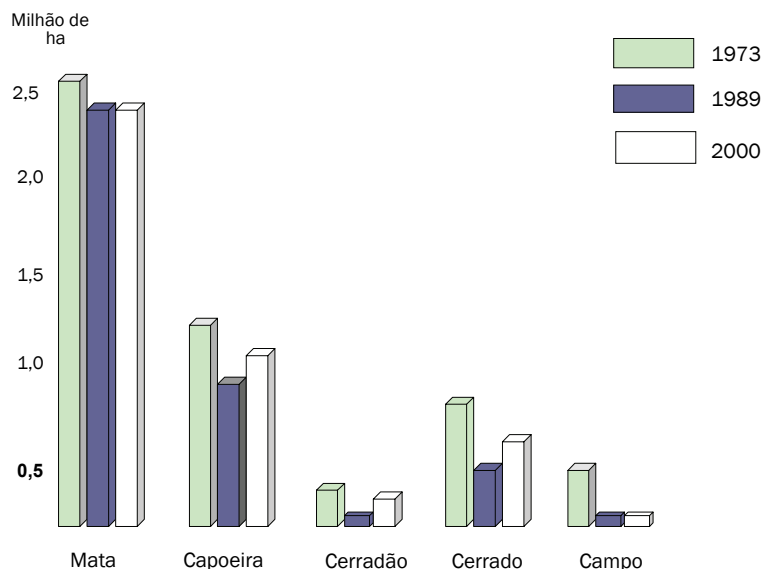
### **2.3 - Diagnóstico da Cobertura Florestal do Estado de São Paulo**

Atualmente, em termos mundiais, os índices de cobertura florestal de territórios nacionais, para serem considerados satisfatórios, devem estar no mínimo entre 25 a 30% (AB'SABER, 1990).

A cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo está ao redor de 16,7% da sua extensão territorial (CASTANHO FILHO; MACEDO, 2006). Há mais de cem anos, as formações vegetais nativas com características florestais cobriam cerca de 70% do território (VICTOR, 1975). Desse remanescente, o Poder Público declarou quase um terço, cerca de 990 mil hectares (CASTANHO FILHO; MACEDO, 2006), como Unidades de Conservação criadas para, em última instância, preservar esse patrimônio para o futuro.

Em uma análise, obviamente sujeita a refinamentos, fica evidente que, apesar de as áreas com matas e capoeiras terem até se recuperado nos últimos anos, as áreas de cerrado, cerradão, campo cerrado e campo praticamente desapareceram, tendo ocorrido, portanto, a destruição de ecossistemas importantíssimos, principalmente do ponto de vista faunístico (Figura 2).

Em parte, isto aconteceu porque, apesar da legislação restritiva, existiram e ainda existem atividades ilegais que possibilitam que essas formações vegetais sejam derrubadas, diminuindo ainda mais o índice de cobertura natural, visto que a reposição de



**Figura 2** - Evolução das Áreas de Vegetação Nativa, Estado de São Paulo, 1973 a 2000.

Fonte: Modificado de PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).

florestas nativas, ou a recuperação de áreas degradadas, foi e continua sendo muito incipiente e lenta no Estado. Porém, como o objetivo desta análise é detectar os grandes movimentos ocorridos no período, para definição de uma política de longo prazo, os resultados observados são suficientes. Em 2006, além da superfície coberta por vegetação nativa, existiam 932 mil hectares reflorestados (963 mil segundo a ABRAF, 2006). Assim, de uma forma bastante esquemática, a situação atual da cobertura vegetal do Estado de São Paulo é a apresentada na tabela 1.

É importante ressaltar que existe uma diferença de 46 mil hectares para mais nas estimativas da ABRAF, sendo que as florestas das suas associadas são destinadas para matéria-prima na fabricação de celulose, papel e chapas e que cerca de 10 % do total colhido é usado para geração de energia da própria indústria.

A figura 3 ilustra a composição florestal e sua evolução no Estado de São Paulo nos últimos trinta anos, na qual se observa uma leve mudança de tendência a ser, todavia, comprovada em levantamentos posteriores.

Um modelo mais específico para a determinação da área energética deveria seguir o esquema proposto na Figura 4. Nele, em primeiro lugar se calcula regionalmente a área geográfica de cada bacia ou unidade de gerenciamento hidrográfico. A partir dessa superfície se determina o estoque de terras potencialmente aptas às atividades florestais e as áreas com florestas efetivamente existentes. Determinam-se também as áreas





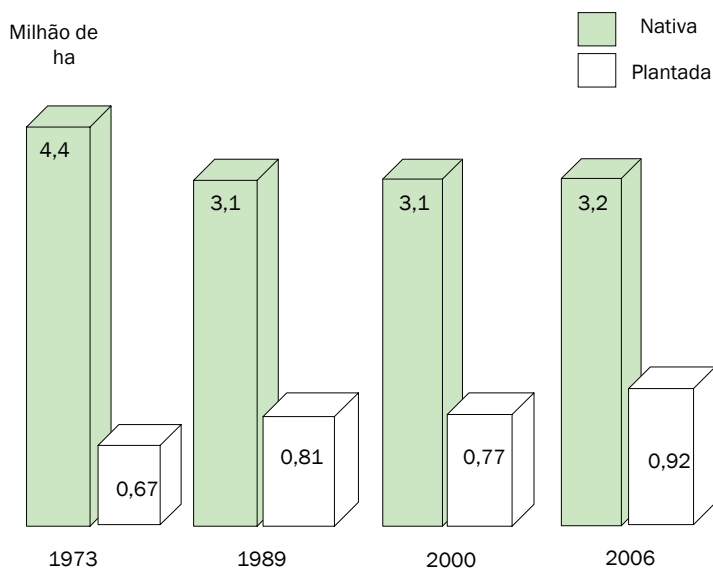
de APP que necessariamente estarão entre as áreas com aptidão florestal. As áreas com reservas legais também deveriam se encontrar nas terras florestais. Desse conjunto é possível determinar-se a adequação ou inadequação da região ao uso do espaço florestal e estimarem-se as necessidades de plantios. Por outro lado, estimam-se também as necessidades energéticas regionais e a substituíbilidade por energias renováveis, aí incluídas as de origem florestal, tentando equacionar o melhor modelo regional de abastecimento energético.

No entanto, como se observará no decorrer deste trabalho, vários dados necessários a esse modelo não estão disponíveis o que dificulta, neste momento, uma definição mais precisa do balanço de oferta e demanda florestal energética, em termos regionais.

**Tabela 1** - Cobertura Florestal do Estado de São Paulo, 2005/2006

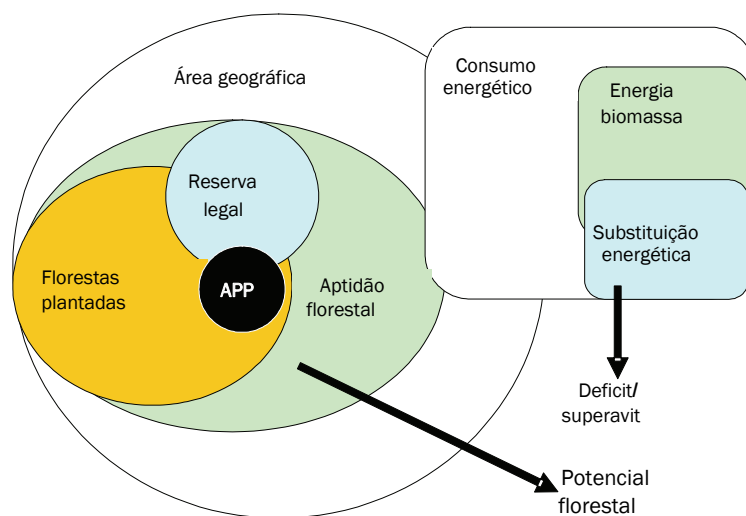
URGH	Eucalip.	Pinus	Sering.	Plantad	Veg. nat.	Total
Alto Paranapanema	174.067	74.801	240	249.108	266.228	515.336
Ribeira de Iguape/litoral sul	6.531	19.104	606	26.241	478.568	504.809
Tietê/Jacaré	112.416	18.854	504	131.774	137.387	269.161
Paraíba do Sul	81.433	1.643	20	83.096	166.762	249.858
Tietê/Sorocaba	64.663	2.697	97	67.457	134.515	201.972
Piracicaba/Capivari/Jundiaí	70.118	3.547	228	73.893	102.763	176.656
Médio Paranapanema	54.314	11.321	858	66.493	105.988	172.481
Pardo	45.702	1.505	685	47.892	90.112	138.004
Turvo/Grande	20.444	85	12.449	32.978	92.531	125.509
Mogi Guaçu	40.396	522	273	41.191	79.998	121.189
Pontal do Paranapanema	5.342	1.329	866	7.537	101.570	109.107
Baixo Tietê	5.506	20	7.749	13.275	77.720	90.995
Tietê/Batalha	11.050	1.683	5.279	18.012	70.650	88.662
Sapuçaí/grande	6.632	963	459	8.054	70.146	78.200
Aguapeí	10.615	739	4.251	15.605	50.101	65.706
Alto Tietê	28.305	663		28.968	27.589	56.557
Baixo Pardo/Grande	1.732	8	4.533	6.273	39.458	45.731
Peixe	4.500	130	1.912	6.542	32.366	38.908
Baixada Santista	7	12		19	37.861	37.880
São José dos Dourados	1.245		3.952	5.197	25.942	31.139
Litoral norte	1.184			1.184	26.332	27.516
Mantiqueira	1.139	1.026		2.165	6.416	8.581
<b>Total</b>	<b>747.341</b>	<b>140.652</b>	<b>44.961</b>	<b>932.954</b>	<b>2.221.00</b>	<b>3.153.957</b>
<b>Total ABRAF 2006</b>	<b>816.900</b>	<b>146.500</b>		<b>963.400</b>		
<b>Associadas ABRAF 2006</b>	<b>452.900</b>	<b>14.000</b>		<b>466.900</b>		
<b>Unidades de conservação</b>					<b>990.000</b>	<b>990.000</b>
<b>Florestas</b>				<b>932.954</b>	<b>3.211.00</b>	<b>4.143.957</b>

Fonte: Castanho Filho; Macedo (2006); ABRAF (2006).



**Figura 3** - Evolução da Cobertura Vegetal e do Reflorestamento no Estado de São Paulo, 1973 a 2000.

Fonte: Modificado de PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).



**Figura 4** - Modelo de Análise Regional de Adequação Energética Florestal.

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 2.4 - A Aptidão das Terras do Estado de São Paulo

O segundo aspecto considerado, ainda pelo lado da oferta, é a disponibilidade de terras para uso florestal existentes no território paulista.

O estado possui mais de 24,8 milhões de hectares, dos quais 4,14 milhões com formações florestais e vegetação nativa. Para se atingir um índice internacionalmente reconhecido como de equilíbrio, ou seja, de 25% a 30% do território, seria preciso florestar e reflorestar mais de 3,5 milhões de hectares.



Em que pese o grande número de leis, decretos, resoluções e portarias referentes à questão florestal no Estado de São Paulo, não existe ainda consenso no que se refere à adoção de uma política florestal com objetivos e metas definidos, abrangendo o estado como um todo visando atingir esse índice. O exemplo mais típico é o estabelecimento do percentual fixo de 20% de cada imóvel como Reserva Florestal (CASTANHO FILHO et al., 1993), independentemente de suas características, principalmente quanto à aptidão de seus solos.

No entanto, o índice de cobertura florestal desejável pode também ser obtido através de um procedimento muito mais científico que é o da determinação da aptidão florestal das terras. Para fazer isso, leva-se em conta, fundamentalmente, a capacidade de uso dos solos para fins agrícolas.

Dessa forma, estabeleceu-se para o PFEN que a política florestal energética seja calcada primeiramente nas classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo e na aptidão florestal delas derivada.

A classificação das terras em classes de capacidade de uso é um método que, através do estudo dos diversos aspectos de uma área, permite definir que tipos de uso podem ser adotados sem provocar processos de degradação que levem à rápida perda e deterioração dos solos aí presentes.

## 2.5 - As Categorias de Aptidão

No início dos anos 1970, foram publicados alguns trabalhos sobre a identificação, em âmbito estadual, da capacidade do uso dos solos (CASTANHO FILHO et al., 1993), áreas críticas quanto à conservação (CASTANHO FILHO et al., 1993) e vocação florestal (CASTANHO FILHO et al., 1993). Na década de 1990 foi publicado o Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável (PDFS) que delimitou de forma mais consistente essas categorias de aptidão voltadas especificamente para a questão florestal, estabelecendo cinco categorias de aptidão agrícola das terras, a partir de um mapeamento na escala 1:1.000.000 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Categorias de Aptidão das Terras

Categoria	Aptidão/predominante
A	Agropecuária
B	Várzeas não trabalhadas
C	Reflorestamento e pastagens
D	Florestas de proteção e reflorestamento
F	Florestas de proteção

Fonte: PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).

Assim, para efeito do PDFS, elaborou-se um mapa de aptidão florestal, baseado na capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo (CASTANHO FILHO et al., 1993),



tendo sido adotado o critério de agregação por categoria (Tabela 3).

**Tabela 3** - Relação entre Capacidade de Uso e Aptidão Agrícola das Terras

Aptidão predominante das terras	Classes de capacidade de uso das terras
• Categoria A Agropecuária	Classe I - II - III; Classe III a.; Classe III - IV
• Categoria B Várzeas não trabalhadas	Classe IV f.
• Categoria C Reflorestamento e pastagens	Classe IV-VI ;ClasseV; Classe VI ; Classe VI f.
• Categoria D Florestas de proteção e reflorestamento	Classe VII ;Classe VII pe; Classe VII p.; Classe VII f.
• Categoria E Florestas de proteção	Classe VIII Classe VIII a.

Fonte: Castanho Filho et al. (1993); Castanho Filho; Macedo (1991).

## 2.6 - Aptidão dos solos do Estado de São Paulo

O resultado final desse processo indica a área de cada categoria de terras no Estado de São Paulo e a porcentagem da área total que ocupam (Tabela 4).

**Tabela 4** - Distribuição das Terras por Aptidão Agrícola, Estado de São Paulo

Categoria	Área total	Percentual
A	14.758.300	59,37
B	574.300	2,31
C	5.038.100	20,27
D	2.756.700	11,09
E	817.300	3,29
Parques e Estações Ecológicas	914.000	3,67

Fonte: Castanho Filho et al. (1993); Castanho Filho; Macedo (1991).

Grosso modo, pode-se dizer que os solos do Estado de São Paulo, por suas características, são apropriados aos seguintes usos, lembrando que a área de infra-estruturas urbana, energética, de transportes deverá ser abatida do total:

Agropecuária	60%
Reflorestamento ou pastagens	20%
Florestas de proteção e reflorestamento	20%

Verifica-se, portanto, que, seja adotando o critério geral e aleatório de 25 a 30% do território como área florestal, ou o índice obtido pela determinação da aptidão florestal das terras, através das classes de capacidade de uso, o resultado final é muito parecido e consistente.

## 2.7 - Uma Proposta de Cobertura Florestal

O levantamento das classes de capacidade de uso e seu agrupamento para elaboração do mapa de aptidão florestal, em função da metodologia utilizada e da escala,



não permite, por si só, a definição precisa das áreas a serem reflorestadas, uma vez que cada categoria apresenta múltiplas possibilidades de uso e a escala não permite evidenciar as inclusões que efetivamente ocorrem de uma categoria em outra (CASTANHO FILHO; MACEDO, 1991). Portanto um mapeamento mais preciso passa a ser prioritário para a determinação regional das áreas florestáveis, obedecendo a um zoneamento agro ambiental sócio econômico.

Para efeito deste PFEN, entretanto, o conhecimento das diversas regiões do estado, o levantamento de plantas de classes de capacidade de uso no âmbito de propriedades rurais e a aplicação do Código Florestal nas rotinas de licenciamento, permitem uma primeira proposta de cobertura florestal das áreas, apresentada a seguir e que deve ser detalhada em nível regional, lembrando que na carta de solo utilizada como base para este trabalho, as inclusões são estimadas em 20% da área PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).

### **Terras da Categoria A – Terras Agropecuárias**

A categoria A, de uso predominantemente agropecuário, abrange desde terras planas e férteis, apropriadas para agricultura, até terras de relevo ondulado (máximo de 20% de declive), ou solos de textura mais arenosa e com problemas de fertilidade, apropriados para culturas perenes e pastagem.

Nas terras enquadradas nessa categoria, as florestas têm como função básica a proteção das nascentes e cursos d'água, o abrigo de flora e fauna, suas áreas vicinais e locais susceptíveis à erosão, além da manutenção dos fragmentos de vegetação nativa, porventura existentes. Os percentuais propostos são pequenos e podem ser adotados pelos agricultores, sem prejuízo de suas atividades de produção. Pelo contrário, trarão até incrementos em suas receitas provenientes da diversificação da atividade agropecuária e da economia de insumos, como a arborização ligada ao aumento da produtividade agrícola (quebra-vento, sombreamento de pastagens, proteção de benfeitorias, divisão de glebas etc.) além do reflorestamento para atendimento das necessidades locais de madeira (energia, construção rural).

### **Terras da Categoria B – Várzeas não trabalhadas**

A categoria B inclui terras de várzea não trabalhadas e sujeitas a inundações. No que se refere a esta categoria, grande parte da sua superfície já foi ocupada pela expansão urbana, pelas águas das represas e pela agricultura, tendo sido reduzida, nos últimos 25 anos, quase 80% dessa área. Na escala de trabalho adotada, esse número é apenas indicador da realidade. São urgentes, portanto, trabalhos específicos e detalhados que permitam a proteção efetiva dos locais ainda intactos e a recuperação para pre-

servação dos sítios ocupados indevidamente.

### **Terras da Categoria C - Reflorestamento e pastagens**

Abrange as terras acidentadas (declives de 20 a 40%) e aquelas com sérios problemas de fertilidade. São áreas indicadas predominantemente para reflorestamento e pastagem.

Nesta categoria, 20% das terras devem ser destinados ao abrigo da flora e da fauna, considerando também a legislação florestal em vigor. Admitiu-se 20% para outros usos, em função da escala do trabalho, indicando-se os 60% remanescentes para reflorestamento ou pastagens, que é a aptidão predominante das terras desta categoria.

### **Terras da Categoria D - Florestas de proteção e reflorestamento**

Engloba solos bastante acidentados (declives acima de 40%), ou terras com sérios problemas relativos a profundidade, fertilidade ou pedregosidade. São áreas indicadas para reflorestamento e para abrigo da flora e da fauna, apresentando limitações até mesmo quanto à primeira utilização.

Nestas terras indicou-se 20% para outros usos, também em função da escala do trabalho e das inclusões admitidas. O restante foi destinado à vocação precípua das terras desta categoria, com uma divisão de 25% para proteção e 55% para produção.

### **Terras da Categoria E - Florestas de proteção**

Abarca as escarpas de serras, indicadas somente para abrigo da fauna e flora e as baixadas marítimas não agricultáveis, indicadas para urbanismo, turismo e manutenção da flora e fauna.

Depois de elaborado o mapeamento dessas categorias foram locadas as Unidades de Conservação oficiais atualmente existentes. Nessas unidades de conservação, mediram-se as áreas de terras por classe de capacidade de uso, e o número obtido foi deduzido daquele já calculado na etapa inicial.

No decorrer deste trabalho quando forem tratadas especificamente as utilizações regionais se retornará a esta proposta inicial que serve de parâmetro geral.

## **2.8 - Demanda atual e Futura por Produtos Madeireiros e Energéticos Florestais**

Para a quantificação da demanda por produtos florestais foram tomadas por base informações do setor industrial organizado, estimativas do órgão encarregado de estudos sobre Energia do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006a; SÃO PAULO, 2006b) e levantamentos preliminares do cadastro de fontes de consumo feitos no âmbito do Pró





Carvão (BRITO; BARRICHELO, 2002). Adotou-se este procedimento porque no Estado de São Paulo parte da demanda energética florestal é derivada daquela existente para outros produtos madeireiros como celulose, chapas, etc.

## 2.9 - Balanço Energético do Estado e Pró Carvão

É importante neste momento recuperar alguns estudos sobre demanda energética feitos para o Estado de São Paulo que colocam a questão numa perspectiva mais abrangente. Reproduz-se a seguir texto que embasa os estudos sobre a Matriz Energética do Estado de São Paulo:

*“Para a realização de estudos como o da Matriz Energética, diversos modelos e técnicas de cenarização podem ser adotados. A técnica de cenarização surgiu no início dos anos 60, como um método de prospecção sobre o futuro a partir de aspectos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos. O objetivo precípua de um cenário não é o de prever o futuro, e sim reduzir as incertezas pertencentes ao mesmo, explorando sistematicamente os pontos de mudança nos rumos de uma dada evolução histórica.*

*Desta forma, diversas metodologias atendem a essas premissas, tais como: Modelos Econométricos; Análise de Tendência Impactada; Cenários Normativos; Cenários Prospectivos; Modelos Técnico-Econômicos; Matriz Insumo-Produto; Método Delphi.*

*A última Matriz Energética do Estado de São Paulo, elaborada em 1991, utilizou-se de modelagem técnico-econômica denominada MEDEE/C - Modele de Evaluation de la Demande Energétique adaptado pela Companhia Energética de São Paulo - CESP, a qual busca contabilizar o consumo de energia, pelos diversos setores da atividade econômico-social, através de simulação técnico-econômica. Realizada a comparação entre a projeção da produção de energia primária no Estado com a projeção do consumo final energético para os cenários alto, médio e baixo, constata-se que o Estado de São Paulo continuará a apresentar déficits em todos os cenários, caracterizando-o, portanto, como um **importador líquido de energia**<sup>5</sup>. O Estado de São Paulo é, historicamente, importador de todo petróleo, carvão vapor e carvão metalúrgico de que necessita, e essa situação não deverá ser modificada nos próximos anos. Para o cenário otimista essa dependência por energia deverá aumentar, pois espera-se maior crescimento econômico e conseqüentemente maior demanda por energia” (SÃO PAULO, 2006b).*

Para o caso do carvão e lenha o tratamento das informações que possibilitaram a construção da Matriz foi realizado conforme se descreve a seguir:

A produção de lenha e carvão foi determinada a partir dos dados de consumo, levando-se em conta um percentual de perdas na distribuição e armazenagem, não con-

---

<sup>5</sup>Grifo do autor.



siderando a variação de estoques. Os dados de consumo setorial de lenha são obtidos através de interpolações e extrapolações à exceção das indústrias de papel e celulose, cimento e química, das quais são obtidas informações de consumo real. O consumo de carvão vegetal é calculado, principalmente, em função das informações recebidas pelos setores da siderurgia e metalurgia. No setor comercial foi estimado e imputado, basicamente às pizzarias e churrascarias.

Outra fonte importante de dados para analisar o setor florestal energético foi o Pró Carvão realizado em 2000 e tido até agora como o mais completo diagnóstico da cadeia de lenha e carvão vegetal feito no Estado de São Paulo. Objetivava cadastrar o maior número possível de produtores e outros elos dessas cadeias produtivas, traçando um perfil setorial bastante amplo, com o intuito de estabelecer em um segundo momento políticas para o setor começando pela modernização (BRITO; BARRICHELO, 2000).

O diagnóstico permitiu a contabilização de 1831 cadastros, levando-se em conta a categorização das empresas ligadas à cadeia de carvão vegetal e lenha. Para o carvão vegetal foram cadastradas 781 empresas vinculadas, divididas em 537 de produtores e 244 de distribuidores, que permitiram a obtenção de informações mínimas necessárias para a tentativa de caracterização do perfil da cadeia produtiva de carvão vegetal no Estado de São Paulo. As informações básicas obtidas junto a essas empresas são apresentadas nas tabelas 5, 6 e 7.

**Tabela 5** - Destino do Carvão por Tipo de Consumidor, Estado de São Paulo, 2000

Consumidor	N° de Empresas	%
Açougue	401	23,7
Supermercado	392	23,2
Posto de gasolina	294	17,4
Churrascaria	262	16,5
Outros <sup>1</sup>	341	20,2

<sup>1</sup>Bares, padarias, mercearias, quitandas, depósitos, empacotadores, etc.

Fonte: Brito; Barrichelo (2000).

**Tabela 6** - Detalhamento do Destino da Lenha, Estado de São Paulo, 2000

Setor	%
Cerâmica	21
Pizzaria	11
Padaria	11
Cooperativa	10
Carvoaria	8
Consumo próprio	8
Indústria	8
Restaurantes	7
Destilarias, hotéis, docerias, etc	16

Fonte: Brito; Barrichelo (2000).

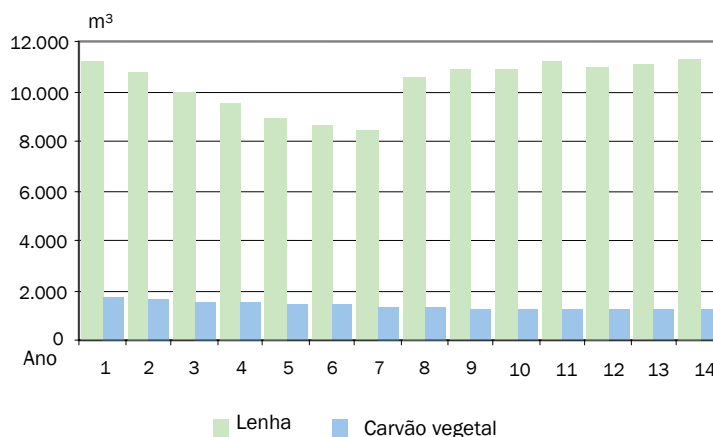


**Tabela 7 - As Dez Principais Regiões Vinculadas ao Carvão Vegetal no Estado de São Paulo**

Região	No. de empresas	% do total do Estado
São Paulo	135	12
Mogi das Cruzes	128	12
Bragança Paulista	125	11
Sorocaba	81	7
Itapeva	62	6
Pindamonhangaba	56	5
Registro	46	4
Ribeirão Preto	44	4
Presidente Prudente	37	3
Itapetininga	36	3

Fonte: Brito; Barrichelo (2000).

A inter-relação entre os estudos da Secretaria de Energia e os desenvolvidos pelo Pró Carvão permitiram construir um panorama relativamente seguro das potencialidades imediatas e das perspectivas futuras do uso energético da madeira, dentro de um enfoque conservador, ou seja, dentro de um desenho que apenas se reproduz da mesma forma no futuro, porque não contempla, por exemplo, a adoção de novas tecnologias nem de usos da matéria prima florestal como produtora de outras formas de energia. Pelos dados consultados e pelo acompanhamento da evolução da demanda estadual verificou-se que a demanda por matéria-prima energética de origem florestal diminuiu consistentemente da década de 90 para o final do século 20, mas tem apresentado uma recuperação nos últimos anos (Figura 5).

**Figura 5 - Evolução do Consumo Final por Energético, 1992-2005.**

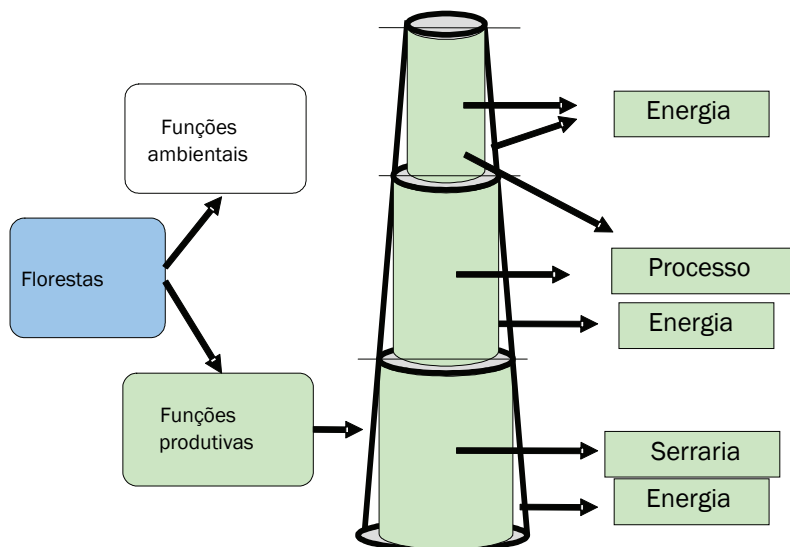
Fonte: São Paulo (2006a).



A introdução do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, inserido no âmbito do Protocolo de Kyoto, e as limitações ao consumo de combustíveis fósseis, tendem a favorecer esse quadro, fornecendo à biomassa uma nova relevância.

Os plantios florestais estarão condicionados tanto pela demanda de produtos florestais “strictu sensu” como por novos produtos, principalmente os ambientais, incluídos no MDL. Essa área plantada com florestas pode vir a ser negociada como “sumidouro de carbono” constituindo uma nova fonte de rendimentos para o setor rural. A substituição de madeira nobre, vinda principalmente da Amazônia para processamento mecânico dará ensejo a plantios desse tipo de produto em áreas específicas do Estado.

Assim, o conceito de uso múltiplo da madeira dessas florestas plantadas dará um novo perfil à atividade em São Paulo. A floresta pode ter tanto funções ambientais como produtivas. A questão do uso múltiplo está associada tanto ao uso funcional da floresta quanto no caso produtivo à forma das árvores que se assemelha à de um cone, na qual os diâmetros do fuste vão diminuindo da base para a copa. Por isso uma árvore, produz toras de vários diâmetros (Figura 6).



**Figura 6** - Esquema de Uso Múltiplo da Floresta.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em geral a primeira tora, isto é, a tora da base, tem maior diâmetro que a segunda e esta maior que a terceira e assim sucessivamente. Dependendo do diâmetro do fuste, as primeiras toras podem ser adequadas para serraria ou laminação, enquanto as demais podem ser utilizadas para celulose, painéis ou energia. No processo de produção de toras para serraria ou laminação, há geração de matéria prima para os demais usos.



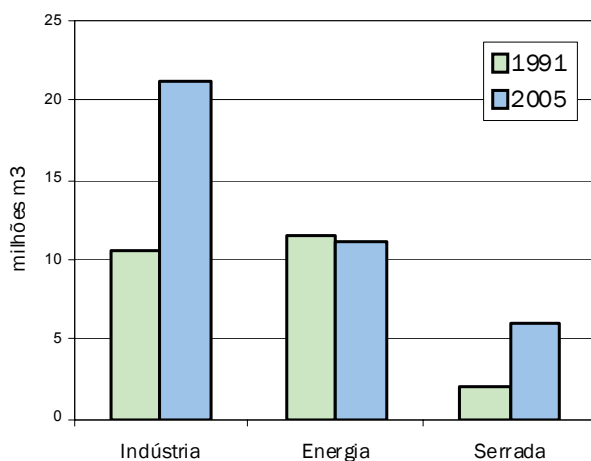
Além disso, o processamento nas serrarias e laminadoras de madeira geram resíduos utilizáveis para celulose ou para energia.

As toras para serraria ou laminação, geralmente, têm preços maiores por unidade de volume que aquelas destinadas aos demais usos. Por isso a maioria das florestas dos países industrializados é manejada para a obtenção de toras para serraria ou fabricação de lâminas. Toras de maior diâmetro e com menos defeitos têm valores maiores do que as mais finas e defeituosas.

A demanda geral por produtos florestais madeireiros pode, portanto, ser dividida em basicamente três grandes grupos (Figura 7).

- Matéria prima para processamento físico químico (celulose e chapas);
- Insumo energético (lenha, carvão);
- Matéria prima para processamento mecânico (serrarias, laminadoras).

Apesar das dificuldades estatísticas já apontadas, associadas principalmente aos dois últimos grupos é possível estimar-se com relativa precisão os consumos sub setoriais.

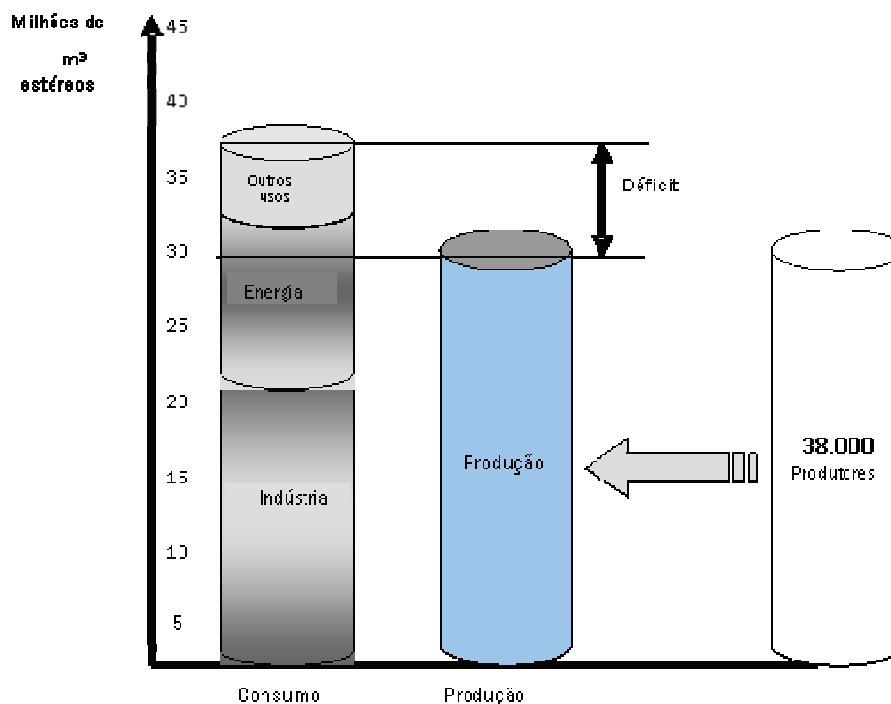


**Figura 7** - Consumo Global Estimado do Estado de São Paulo, em milhões de m<sup>3</sup>, 1991/2005.

Fonte: Dados coletados a partir de Fundo Florestar, Bracelpa, ABIMA, ABRACAVE e SÃO PAULO (2006b), analisados e estruturados pelo autor.

De acordo com essas estimativas, a demanda florestal global estadual estava em 2005 ao redor de 38 milhões de metros cúbicos sólidos de madeira ao ano.

Para as florestas estaduais que atendem a essa demanda, adotou-se uma produtividade média de 30 m<sup>3</sup>/ha/ano. Dessa forma, teoricamente, o parque florestal produtivo paulista deveria ser de 1,266 milhão de hectares, embora seja de 933 mil, havendo, portanto, um déficit de aproximadamente 330 mil hectares, atualmente, quase todo ele referente à madeira serrada e energia (Figura 8).



**Figura 8** - Produção, Demanda e Déficit Madeireiro, Estado de São Paulo.

Fonte: Modificado de PDFS (CASTANHO FILHO et al., 1993).

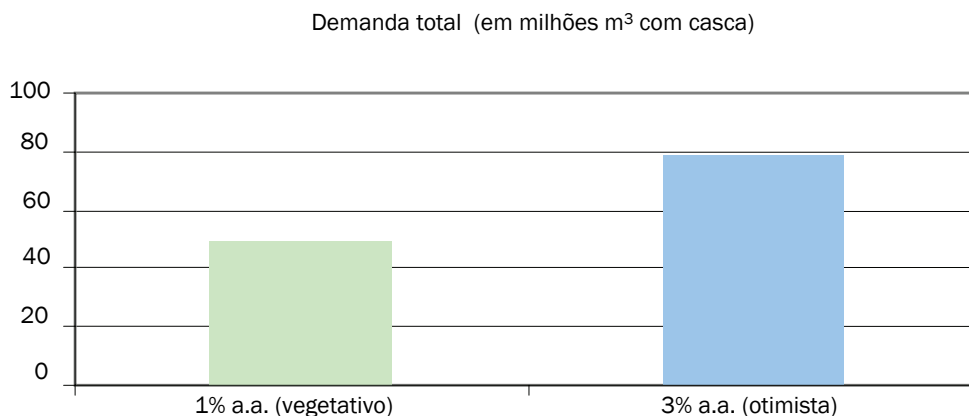
Para a determinação da área a ser reflorestada com essências comerciais para fins energéticos, consideraram-se duas situações, com base em projeções de crescimento da demanda, utilizando uma metodologia semelhante à da Matriz Energética do Estado (SÃO PAULO, 2006b). Uma lacuna importante nessa estimativa refere-se à inexistência de informações sobre a substituição de fontes energéticas em função de preços relativos e a evolução dessas tendências. Mesmo assim, para os efeitos desta primeira abordagem foram adotadas duas taxas anuais de crescimento (vegetativo e otimista) e o prazo de 25 anos para a implantação final do parque florestal necessário. Tomou-se também como parâmetro que, durante esse período, a produtividade média seria crescente, retendo-se, para efeito das projeções, um valor de 40 m<sup>3</sup>/ha/ano e que a participação energética será de 35% do total do consumo (Tabela 8).

Numa primeira aproximação, após 25 anos, levando-se em conta o estoque de terras aptas e vantagens econômicas comparativas e considerando ainda que as florestas nativas estariam recompostas (ocupando uma área total de 4,7 milhões de hectares), a cobertura de florestas para os diversos fins, dos quais a energia representa 35%, necessária para o estado estaria entre um milhão e duzentos mil hectares e um milhão, novecentos e noventa mil hectares, povoados com essências exóticas ou nativas comerciais (Figura 9).

**Tabela 8** - Projeção da demanda por madeira no Estado de São Paulo para 2032

	1%a.a. (vegetativo)	3% a.a. (otimista)
Demanda total (em 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> c/ casca)	48,7	79,6
Demanda energética (em 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> c/ casca)	17,0	27,8
Área reflorestada (em 10 <sup>6</sup> hectares)	1,21	1,99

Fonte: Elaborada pelo autor.

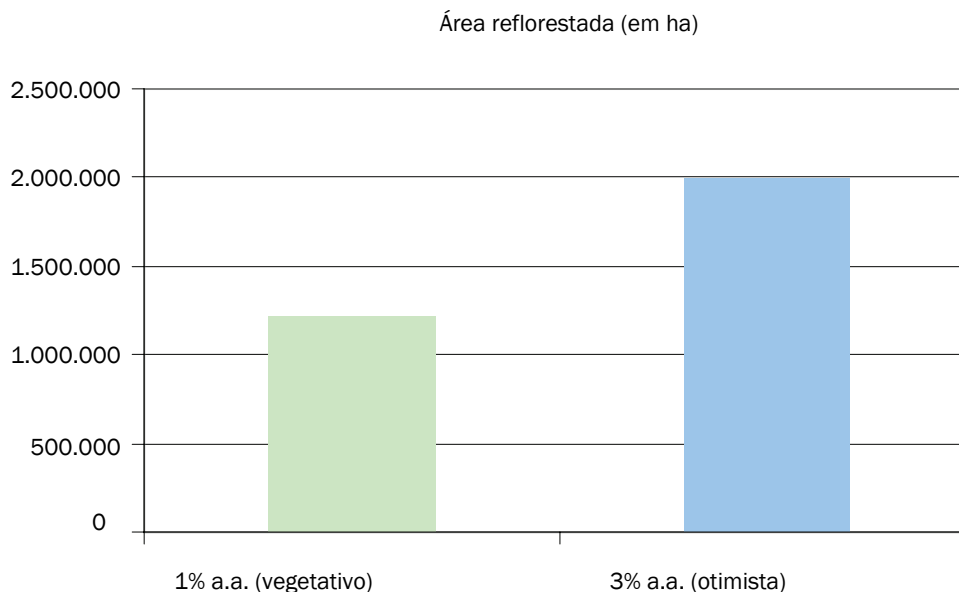
**Figura 9** - Demandas Energéticas Florestais nos Próximos 25 anos em dois Cenários.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando a existência de um estoque atual de 4,14 milhões de hectares de florestas e vegetação nativa e de 0,93 milhões de hectares reflorestados e que deverão continuar em produção, as necessidades efetivas de reflorestamento serão de no mínimo 2,1 (25 % do território) e no máximo 3,3 milhões de hectares (30% do território), durante os próximos 25 anos, para atender a todos os tipos de demanda, inclusive ambiental.

Tendo em conta essas premissas foram tomados como parâmetros básicos para o PFEN o ciclo de 25 anos e o crescimento otimista da demanda, para fixar os grandes balizadores do Plano, havendo necessidade de um plantio extra de 780 mil hectares, dos quais o equivalente a 270 mil supriria a demanda energética tradicional (Figura 10).

Estipulou-se a implantação em 25 anos porque é o período médio de rotação de uma floresta, que permite a manutenção de um potencial produtivo auto-sustentado, garantindo o índice de cobertura florestal, indefinidamente. É também um tempo em que é previsível algum tipo de mudança tecnológica, em se tratando de atividade silvicultural. Além disso, imposições de ordem legal prescrevem recuperações florestais num prazo entre 20 e 30 anos.



**Figura 10** - Necessidade de Plantio para Atender as Demandas Estimadas.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Outro aspecto que influenciou para a determinação desse horizonte foi de caráter econômico, seja para o financiamento das operações, seja para ajustar periodicamente a oferta e a demanda de produtos florestais. Para que haja um crescimento harmonioso da oferta, proporcionando uma exploração racional dessas florestas, entendeu-se que os plantios deverão ser feitos em estágios de tempo, que possibilitem ajustes entre produção, consumo e conservação.

É importante considerar que durante esse período e com a adoção de uma política oficial de bioenergia esse cenário pode ser bastante modificado. Por exemplo, a produção de energia elétrica para co-geração feita por cavacos de madeira nas usinas de cana-de-açúcar durante o período de entressafra poderia redundar num acréscimo de demanda estimado, preliminarmente, em 110 mil hectares (ROZOV, 2007).

### **2.9 - Aspectos Econômicos da Floresta como Energético**

Em média, considerando a tecnologia atualmente disponível, cada hectare plantado com florestas utiliza 2 mil mudas, já consideradas as necessidades de replantio.

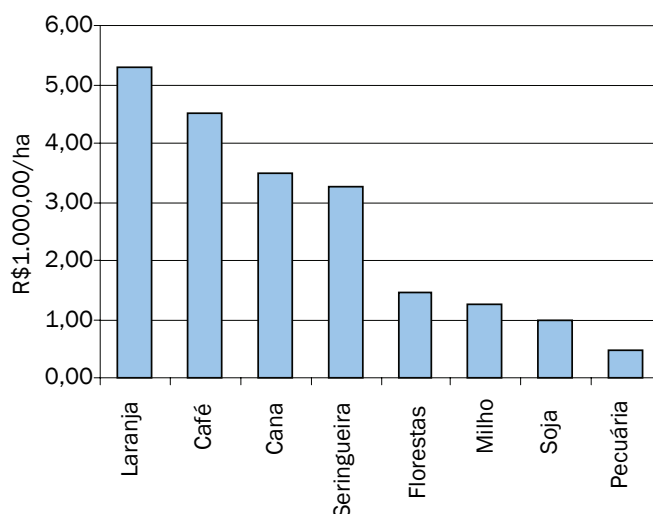
Apesar da deficiência crônica de estudos e dados sobre custos florestais, estima-se que os custos médios diretos por hectare para a implantação e manutenção de florestas de alta performance sejam da ordem de R\$3.000,00.

Assim, o orçamento de um programa desse tipo, apenas quanto ao componente florestal demandaria recursos de ordem de R\$2,34 bilhões, em 25 anos. As necessida-



des anuais estarão na ordem de R\$93,6 milhões gerando perto de três mil empregos diretos por ano.

Para avaliar a atratividade da atividade florestal, do ponto de vista econômico de ocupação do espaço rural, verificou-se primeiramente qual é a renda bruta gerada pelas principais culturas em termos de ocupação de área e de valor de produção no Estado de São Paulo. A seguir estimou-se qual o custo de produção médio de uma unidade de energia pelas culturas da cana-de-açúcar e do eucalipto, que são aquelas que apresentam potencial semelhante de produção de bioenergia por área. A seringueira foi incluída porque se trata atualmente de uma cultura florestal em franca expansão, porém, com rendimentos e custos bastante distintos das outras culturas florestais. É interessante verificar também que a pecuária que ocupa o segundo lugar em geração de valor na agropecuária paulista e ocupa quase metade da área agricultável do Estado é a que gera menor renda por hectare (Figura 11).



**Figura 11** - Renda Bruta por Hectare de Algumas Culturas, Estado de São Paulo, 2006.

Fonte: Dados coletados a partir do IEA (2007) e estruturados pelo autor.

### **2.9.1 - Cana-de-açúcar e eucalipto como energéticos**

As comparações a seguir basearam-se fundamentalmente em dados globais levantados pelo Instituto de Economia Agrícola nas suas estatísticas de produção e de preços. São dados anuais, ou seja, pressupõem que a atividade já esteja consolidada e que os investimentos e gastos de custeio se façam de forma contínua ao longo do tempo (Tabela 9).

**Tabela 9** - Comparativo entre Cana-de-Açúcar e Eucalipto para Produção de Bioenergia

Parâmetros	Cana <sup>1</sup>	Eucalipto <sup>2</sup>
Produção ha/ano	80 t	24 t
Produção de energéticos:		
Álcool hidratado	6.300 l (5.200 Cal/l)	–
Bagaço	20 t (2.200 Cal/t)	–
Lenha	–	24t. (3.300 Cal/t)
Produção Calórica	82,5 Gcal/ha	80,9 Gcal/ha
Custo produção/ha	R\$1.100,00	R\$570,00
Custo/unidade energia/ha	R\$13,33	R\$7,05

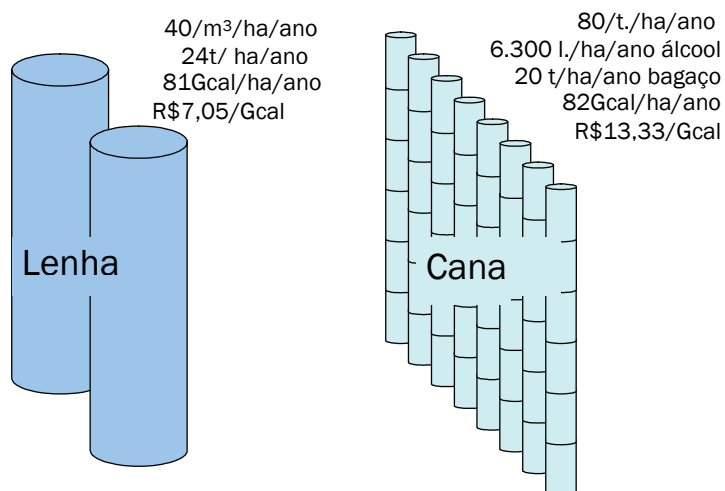
<sup>1</sup>Foram considerados 90 l/t de álcool hidratado; 250kg/t de bagaço; 1/6 da área em reforma a um custo de R\$3.300,00/ha; 5/6 da área (corte) em trato de soca a R\$660,00/ha.

<sup>2</sup>Consideram-se 1/7 da área em reforma a um custo de R\$2.000,00/ha; 2/7 da área em manutenção a um custo de R\$1.000,00/ha; 3/7 em crescimento e 1/7 em corte.

Fonte: Elaborada pelo autor.

É óbvio que não se pode fazer uma comparação imediata entre as duas culturas já que a lenha pode ser utilizada diretamente da plantação para o consumo enquanto que o álcool e o bagaço passam necessariamente por um processo industrial, para gerar energia consumível. A lenha tem uma utilização muito mais restrita e seu raio de transporte é limitado enquanto que o álcool como combustível é muito mais versátil, o mesmo se dizendo da energia elétrica gerada pelo bagaço.

No entanto, mostram que pelo diferencial de custo de produção de uma unidade energética a madeira tem um grande potencial inclusive de ser transformada em outros tipos de energéticos (Figura 12).

**Figura 12** - Produções e Custos de Cana e Eucalipto como Energéticos.

Fontes: Dados coletados através de IEA (2007); Patusco (2001); UNICA (2007), analisados e estruturados pelo autor.





## 2.10 - Aspectos Tecnológicos do Uso da Madeira para Energia<sup>6</sup>

A queima da lenha como fonte alternativa de energia consiste numa subutilização dos recursos energéticos disponíveis no estado, pois não é aproveitado todo o seu potencial de eficiência energética. O carvão vegetal é outra forma de utilização energética das florestas e é produzido a partir da lenha pelo processo de carbonização ou pirólise. Ao contrário do que aconteceu nos países industrializados, no Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado.

A madeira é composta majoritariamente por celulose, hemicelulose e lignina, em proporções variáveis, conforme a espécie vegetal e substâncias menores como resinas, nutrientes da planta e outras. É natural, pois, encontrar ampla variação entre os dados de diferentes fontes de informação sobre suas características físico-químicas, em particular o poder calorífico, que entra inclusive na avaliação do coeficiente de emissão de gases de efeito estufa, conforme a metodologia adotada pelo IPCC.<sup>7</sup> Outras formas de obtenção de energia da madeira enveredam por uma árvore de rotas tecnológicas com três ramos básicos: gaseificação, pirólise e hidrólise, cada um deles com suas ramificações.

## 2.11 - Processos de Carbonização e Destilação Seca da Madeira

### 2.11.1 - Carbonização da madeira

A carbonização consiste em aquecer ao abrigo do ar uma matéria-prima, no caso a madeira, até sua decomposição parcial. O resultado desse tratamento é a obtenção de uma parte de carvão vegetal e, de outra parte, produtos voláteis, condensáveis ou não, denominados produtos da destilação da madeira. Daí o fato de serem empregados dois termos equivalentes para o mesmo processo químico: "carbonização" quando se visa a obtenção de carvão vegetal como produto mais importante ou "destilação seca" se a recuperação de produtos químicos representa um fator econômico importante do processo.

Os processos conhecidos para a carbonização da madeira são basicamente dois. O primeiro é o mais antigo e no correr dos séculos sofreu grande número de modificações em seu aparelho, sua forma e capacidade, e também nos dispositivos especiais para melhorar sua performance; denomina-se "Processo de Combustão Parcial". Como o nome indica, é um processo em que determinada quantidade de madeira é queimada, com o objetivo de produzir calor para aquecer e carbonizar o restante. Como sistema mais simples os seus aparelhos são fáceis de construir e manipular. Neste sistema se

<sup>6</sup>Este capítulo foi baseado nos artigos de números: 3,4,5,6,11,12,15,16 e 19.

<sup>7</sup>Pesquisa em artigos publicados na Internet mostrou valores do poder calorífico variando de 4.700 (eucalipto, acácia, gravílea) a 6.870kcal/kg (mimosa), madeiras estas de uso industrial, sem menção explícita do teor de umidade; para a lenha de uso residencial comum não há informações que permitam a avaliação do teor de carbono e do poder calorífico.



classificam as covas, caieiras ou balões, fornos de encosta e os fornos de superfície. A chaminé foi a mais importante das inovações introduzidas nos aparelhos de carbonização por processo de combustão parcial. Com tal artifício se conseguiu melhor balanço técnico na carbonização com aproveitamento de gases quentes produzidos, que são conduzidos através da lenha ainda fria. A chaminé, por si só, desde que convenientemente localizada, representa uma economia de peso ou do volume de madeira enforada. Em condições brasileiras utiliza-se amplamente o processo de combustão parcial para a produção de carvão vegetal. É em aparelhos desse processo que está baseada toda a produção brasileira. Desses aparelhos, o forno de encosta e o forno de superfície são os mais utilizados, sendo apregoadas algumas vantagens para o segundo. O forno de encosta ou de barranco, como também é chamado, é formado por um cilindro que suporta uma abóbada sendo que essa parte cilíndrica do forno é construída embutida no barranco, daí seu nome. Possui três chaminés por onde se dá a saída de gases. É construído em alvenaria, é fixo e de produção descontínua.

O processo de produção de carvão em tais fornos apresenta ciclo médio de 8 a 10 dias, para uma produção de 8 a 10 m<sup>3</sup> de carvão, ou seja, em média, uma produção de 0,40kg carvão/ m<sup>3</sup>hora. O forno de superfície é semelhante ao forno de encosta quanto ao formato, diferindo deste apenas pelo fato de não ser construído embutido no barranco, possuir maiores dimensões e maior número de aberturas para o exterior para o controle do processo. Tem sofrido algumas modificações no que diz respeito à localização e número de chaminés. Hoje, a conversão dos fornos tradicionais de 6 chaminés para única chaminé central ou lateral é bastante apregoada, no sentido da melhoria das condições de produção de carvão vegetal. Seu ciclo médio de produção é de 8 a 10 dias para uma produção de 19 a 20m<sup>3</sup> de carvão, ou seja, em média, uma produção de 0,42kg carvão/m<sup>3</sup> hora.

O segundo processo, que é de origem mais recente, diversificou-se grandemente a partir do século passado, pela quantidade de aparelhos e pelo aproveitamento dos subprodutos da destilação; é o denominado "Processo de aquecimento por fonte externa de calor" ou simplesmente "Processo sem combustão". No citado processo, normalmente o aquecimento é feito por meio de gases quentes como veículo de calor, e que podem denominar-se internos, quando atravessam a madeira a ser carbonizada, e externos, quando não entram em contacto com a mesma. Existe uma grande variedade de aparelhos dotados de formas e dispositivos os mais variados, os quais além de carbonizar com grande rendimento permitem o aproveitamento de subprodutos. A maior vantagem desse processo é o bom aproveitamento térmico. De fato, tratando-se de instalações fixas e de grande produtividade, tornou-se possível economicamente a manutenção de grandes



pátios de estocagem ou a construção de secadores industriais, os quais permitem que a madeira chegue ao forno com um mínimo de umidade.

### 2.11.2 - Destilação seca a madeira

A teoria da destilação seca é bastante conhecida sendo que em nada se alterou em seu princípio fundamental. As inovações introduzidas nos processos se referem, na quase totalidade, aos aparelhos empregados. Uma destilação típica em laboratório, em retorta com aquecimento externo, poderia ser descrita da seguinte maneira:

Até 200°C sairá da retorta quase que exclusivamente vapor d'água. É o período de secagem da água de embebição. No intervalo entre 270 e 300°C, dá-se a reação química de carbonização, que é exotérmica e se caracteriza por forte desprendimento de gases, na maior parte de ácido acético, álcool metílico e frações leves de alcatrão, bem como gases combustíveis. Nesta fase exotérmica há a liberação de cerca de 210 calorias por quilo de madeira. No intervalo de 300 e 600°C, à medida que a temperatura for subindo, diminuirão os grandes volumes de gases que serão agora compostos na sua maior parte de frações médias e pesadas de alcatrão. A reação exotérmica seria suficiente para terminar por si só o processo de destilação seca da madeira se a massa lenhosa, toda ela, se encontrasse desidratada e a mesma temperatura. Esta condição, entretanto, é bastante difícil de ser realizada em aparelhos de produção industrial. Acima de 600°C inicia-se a chamada fase do hidrogênio com a formação de pouca quantidade de gases (altamente hidrogenados). É a fase em que o carvão começa a se dissociar.

Distinguem-se três produtos básicos formados durante a destilação:

- carvão vegetal
- produtos condensáveis
- produtos gasosos

### 2.12 - Carvão Vegetal

Carvão vegetal é o termo genérico do produto sólido obtido da carbonização da madeira. Mas, segundo as técnicas para sua obtenção e o uso para o qual ele é destinado, pode-se obter carvões muito diferentes. O rendimento em carvão vegetal gira em torno dos limites de 25 a 35% com base na madeira seca.

Os principais tipos de carvão são:

**a) Carvão para uso doméstico:** o carvão não deve ser muito duro, deve ser facilmente inflamável e deve emitir o mínimo de fumaça. Sua composição química não tem importância fundamental. Esse carvão pode ser obtido a baixas temperaturas (350-400°C).

**b) Carvão metalúrgico:** utilizado na redução de minérios de ferro em altos fornos, fun-



dição, etc. A preparação desse carvão demanda técnicas mais elaboradas. A carbonização deve ser conduzida a alta temperatura (650°C no mínimo) com uma duração de processo bastante longa. As exigências de qualidade para este tipo de carvão são bastante severas. Do ponto de vista mecânico, ele deve ser denso, pouco friável e ter uma boa resistência. Do ponto de vista da composição química, a taxa de materiais voláteis e cinzas deve ser baixa. O carvão deve ter no mínimo 80% de carbono.

**c) Carvão para gasogênio/força motriz:** os critérios de caracterização são menos severos que os precedentes. O carvão não deve ser muito friável, sua densidade aparente não deve ultrapassar 0,3 g/cm<sup>3</sup> e deve ter um teor em carbono de 75%.

**d) Carvão ativo:** usado para descoloração de produtos alimentares, usos médicos, desinfecção, purificação de solventes, etc. O carvão deve ser leve e ter uma grande porosidade. Para aumentar o poder absorvente, certos tratamentos preliminares da madeira podem se efetuados.

**e) Carvão para a indústria química:** as exigências variam segundo o uso do carvão, mas de modo geral exige-se evidentemente uma boa pureza ligada a uma boa reatividade química.

**f) Outros usos:** carvão para a indústria de cimento (produto pulverizado e com boa inflamabilidade, etc.)

A França foi um dos países pioneiros na carbonização de madeira. Atualmente, essa indústria sobrevive baseada quase exclusivamente na obtenção de uma gama de produtos a partir do alcatrão e ácido pirolenhoso. O carvão vegetal é que é considerado sub-produto e vendido para outras finalidades que não o alto-forno.<sup>8</sup>

No Brasil as instalações existentes são projetadas quase sempre para aproveitar somente o carvão vegetal, perdendo-se os voláteis condensáveis e os não condensáveis.

Nesse tipo de carbonização a perda de energia é equivalente a  $2,6 \times 10^6$  kcal por tonelada de madeira seca para um rendimento médio de 30% de carvão. Com a utilização de retortas a perda é menor, pois é possível o aproveitamento dos gases não condensáveis (no mesmo processo de carbonização) para suprir parte da demanda energética, sobretudo na etapa de secagem da madeira. Por outro lado, o alcatrão isento de água, obtido após tratamento térmico com vapor livre, possui elevado poder calorífico, cerca de 6.500kcal/kg e pode também ser usado como combustível; mas ainda que haja uma perda de energia na conversão da madeira em carvão, o produto final detém algumas características próprias de valor.

Nos fornos com retorta, a pirólise da madeira desenvolve-se sem contato direto

---

<sup>8</sup>Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais Departamento de Silvicultura da ESALQ – USP série técnica Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. Brito, J. O.; Barrichelo, L. E. G. **Série Técnica**, Piracicaba, v. 2, n. 5 p. 1-25, mar. 1981.



com a fonte de calor, permitindo a reciclagem dos gases e a condensação dos voláteis. Nesse caso, os rendimentos dos diversos produtos obtidos são:

Carvão	38%
Gases não-condensáveis	20%
Alcatrão insolúvel	7%
Alcatrão solúvel	3%
Ácido pirolenhoso	33%

O carvão de madeira comercial contém cerca de 80% de carbono fixo, 1 a 3% de cinzas e 12 a 15% de componentes voláteis. Dependendo do tipo de processo ou da espécie de madeira, pode-se produzir de 15 a 20% de alcatrão. De modo geral, o alcatrão obtido da pirólise de coníferas contém aproximadamente 60% de fenóis, 10% de ácidos orgânicos e 30% de substâncias neutras.

#### **2.14 - Produtos Condensáveis**

Tais produtos são representados pela água (no mínimo  $\frac{3}{4}$  da totalidade dos produtos condensáveis), seguido pelo ácido acético, álcool metílico, acetona, e alcatrões. Normalmente os produtos condensáveis se separam por repouso, em duas camadas: uma camada inferior formada por alcatrão bruto onde o creosoto é o componente mais importante e uma camada superior aquosa, onde são encontrados ácido acético, álcool metílico, acetona e alcatrões solúveis dissolvidos em 80 a 85% de água. Essa camada é denominada de ácido ou licor pirolenhoso. Em termos de rendimento, os valores encontrados para estas duas frações têm ficado entre 40 e 45% para o caso do ácido pirolenhoso e 5 a 15% para o alcatrão, com base na madeira seca.

#### **2.15 - Produtos da Carbonização e Eficiência Energética**

Em experimentos de laboratório, a carbonização do *Eucalyptus Grandis* (a espécie adotada na maioria dos plantios nos anos 70 e 80) produz (% em massa, base seca):

- Carvão com 86% de carbono fixo (CF)	33,0%
- Líquido pirolenhoso	35,5%
- Alcatrão insolúvel	6,5%
- Gases não condensáveis	25,0%

A eficiência real é bastante inferior à teórica, principalmente por não ser recuperado o alcatrão e não ser usados os gases não condensáveis na maioria das instalações. Para uma avaliação realista da eficiência, usamos poder calorífico do carvão como comercializado, registrado no Balanço Energético Nacional, e supomos, para a instalação típica, a produção de 25g de carvão por 100g de madeira pré-secada.



$$\eta = (25 \times 6.800) / 336.000 = 0,51$$

No estado atual da arte, o alcatrão insolúvel e o ácido pirolenhoso são recuperados na proporção de 140kg/t carvão, ou 4% da massa de madeira carbonizada (MRA). O ácido pirolenhoso é destinado a outros usos industriais. O alcatrão, que pode substituir o óleo combustível, também é destinado a outros usos industriais devido ao baixo preço do óleo combustível. Computando-se apenas o alcatrão recuperável, a eficiência seria:

$$\eta = (25 \times 6.800 + 3,2 \times 6.000) / 336.000 = 0,56$$

Portanto, a produção de carvão pode ser uma via eficiente de substituição do óleo combustível em conjuntura de escassez de petróleo, como ocorrido na já mencionada crise da década de 70, com a difusão de tecnologia já dominada pelos grandes produtores. Para comparação, citamos a produção de metanol a partir do gás natural, processo intensivo em capital, cuja eficiência energética é de 65%.

A possibilidade de o carvão vegetal continuar a representar sumidouro importante para o CO<sub>2</sub> depende obviamente de sua competitividade em face dos concorrentes produzidos com combustíveis fósseis, visto que o critério econômico ainda é o prioritário na maioria das análises. Assim, as vantagens ecológicas e sociais da produção e do uso do carvão vegetal, como único absorvedor de CO<sub>2</sub> entre todos os combustíveis-redutores usados na indústria siderúrgica e como empregador de mão de obra de menor qualificação, deverão ser exploradas pelas empresas e governos interessados<sup>9</sup>.

## 2.16 - Produtos Gasosos/Gaseificação

A gaseificação da madeira ou do carvão é produzida nos processos de pirólise mediante o emprego de quantidades controladas de ar ou de misturas de oxigênio e vapor d'água em proporções variadas. Nos processos que utilizam apenas ar, os gases, principalmente CO e N<sub>2</sub> são obtidos, numa reação exotérmica, pela queima do carbono num suprimento de ar insuficiente para convertê-lo em CO<sub>2</sub>. A mistura de gases assim obtida pode ser utilizada como simples combustível ou para a síntese de metanol. Neste caso, torna-se necessária a sua prévia purificação de modo a concentrar a mistura original nos componentes principais - hidrogênio e monóxido de carbono.

O volume e a composição dos gases não-condensáveis, bem como os demais produtos da destilação, dependem da madeira e da técnica de carbonização empregada. A destilação seca da madeira fornece em média de 15% a 20% de seu peso em gás. Seu poder calorífico a 15°C corresponde em média a 1.300 calorias/m<sup>3</sup>. Dos produtos passíveis de ser obtidos, a partir da destilação seca da madeira, o carvão tem sido tradicionalmente o mais importante e, como visto anteriormente, ele possui uma série de utiliza-

---

<sup>9</sup>Emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do carvão vegetal, Omar Campos Ferreira.

ções. No entanto, hoje, cresce cada vez mais o interesse pelo aproveitamento industrial dos demais produtos da destilação seca da madeira.

### **2.17 - Hidrólise**

Basicamente, o processo de hidrólise consiste no ataque da água, em meio ácido, sobre os componentes celulósicos da madeira, os quais são convertidos em açúcares. Após a separação da lignina insolúvel, a solução de açúcares é submetida à fermentação com a levedura *Saccharomyces Cerevisiae* para produzir etanol e dióxido de carbono.

No processo hidrolítico, a proporção relativa de celulose (cristalina) e hemicelulose (amorfa) e a quantidade de lignina restringe o acesso enzimático e microbiológico à celulose, enquanto o arranjo molecular desse carboidrato limita o ataque em sua superfície. As velocidades de conversão são bem menores das obtidas em estruturas amorfas, como o amido.

### **3 - PERSPECTIVAS: barreiras e oportunidades**

Feitas estas observações é importante reter que para a consecução dos objetivos propostos, será necessário o rompimento de alguns pontos que obstruem o desenvolvimento de um programa desse tipo.

As barreiras que se apresentam podem ser divididas em quatro grandes blocos (Figura 13).

Como se depreende do esquema acima, a principal deficiência é a falta de informações confiáveis sobre o agronegócio florestal paulista como um todo, e particularmente nas quatro áreas listadas.

Iniciando pelo campo estritamente florestal podem-se apontar como impedimentos:

- Ausência de um Inventário Florestal contínuo;
- Inexistência de um zoneamento sócio-econômico e ambiental do Estado, atualizado e ampliado, que faça a determinação das áreas potenciais para uso florestal e o cadastramento das áreas passíveis de recomposição florestal, segundo graus de prioridades;
- Ausência de mapeamentos mais precisos e em escalas adequadas para determinação regional das áreas florestáveis;
- Carência de estudos, visando detectar as áreas críticas quanto aos processos de degradação ambiental, notadamente os de pré-desertificação;





Figura 13 - Barreiras à Adoção das Florestas como Energéticos.

Fonte: Elaborada pelo autor.

- Carência de estudos visando determinar, em nível regional, as áreas que poderiam vir a ser reservas florestais exploráveis suprimindo necessidades de matéria prima florestal;
- Reduzidas informações quanto às espécies florestais nativas e seus desempenhos do ponto de vista energético;
- Pouca divulgação do emprego de técnicas de manejo sustentável das florestas nativas para fins energéticos, não se agregando a lenha como produto do manejo e do uso múltiplo da floresta;
- Inexistência de um programa estadual de fomento florestal integrado.

Quanto à área econômico-social podem ser apontadas as barreiras abaixo:

- Carência de estudos sobre a estrutura do agronegócio florestal em suas dimensões econômica e social;
- Inexistência de estudos sobre os vários segmentos do agronegócio florestal;
- Faltam informações e estudos que auxiliem a determinar as regiões de maior desequilíbrio entre oferta e demanda de produtos florestais para energia;
- Faltam estudos sobre custos de produção florestais em várias condições, regiões e com espécies diferentes;





- Carência de estudos de mercado do setor madeireiro, que levantem a produção e o consumo por região e finalidade, fornecendo indicações de déficits e superávits de produtos;
- Ausência de estudos comparativos de substituição energética.

No campo tecnológico ligado à transformação podem ser listados<sup>10</sup>:

- Reduzida indução a uma maior intensificação de uso dos resíduos florestais e industriais para fins energéticos;
- Falta de incentivo a estudos que visem melhorar a eficiência dos processos de conversão energética da madeira e ampliar a aplicação dos processos já existentes para tal;
- Dificuldades em mudar os padrões tecnológicos atuais de produção de carvão vegetal, incluindo a recuperação maciça dos gases de carbonização;
- Falta de uma ação concertada de molde a induzir estudos, pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos na área de aplicação de madeira para energia;
- Inexistência de um centro tecnológico de desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao uso da madeira como energético;
- Falta de estímulos para a utilização como complementação da geração de eletricidade, no período de entressafra da cana, por meio das usinas termelétricas das usinas sucroalcooleiras, com biomassa produzida de florestas plantadas;
- Falta de regulamentação para fazer a complementação da geração hidrelétrica por meio de usinas termelétricas, queimando madeira produzida pelo manejo sustentado de florestas;
- Falta de estímulos para a utilização, em áreas distantes dos campos de petróleo e das refinarias, de óleos vegetais combustíveis extraídos de plantas florestais, resultando no biodiesel;
- Faltam estímulos à utilização de fogões mais eficientes e a criação de uma rede de usinas de carbonização, produtoras de carvão vegetal e de derivados do líquido pirolenhoso;
- Ausência de incentivos à utilização de gasogênios a lenha ou a carvão vegetal para produção de calor industrial e para o acionamento de motores; e mesmo o incentivo à utilização da lenha para cocção, nas áreas rurais, mediante pequenos reflorestamentos;

No campo jurídico institucional é onde se encontram os maiores problemas:

- Tratamento legal da atividade florestal dividido entre os setores agrícola e ambiental, havendo indefinição quanto à exploração das florestas plantadas;
- Falta de definição de um organismo oficial interlocutor dos segmentos do agronegócio

---

<sup>10</sup>A maioria dos itens listados neste tópico foi extraída do trabalho de: BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, 2007.



florestal;

- Inexistência de uma legislação florestal adaptada às condições do Estado de São Paulo;
- Falta de estímulos ao pequeno e médio agricultor na produção e oferta de madeira para fins energéticos;
- Falta de ações para agregar a obtenção de madeira para energia nos processos relacionados ao mercado de carbono;
- Carências para estabelecer programas de extensão e de educação relacionados ao uso da madeira para energia;
- Falta de definição de políticas voltadas ao uso de madeira para energia;
- Inexistência de um cadastro estadual dos consumidores de produtos florestais;
- Inexistência de um Centro de Informações Florestais que reúna as informações do setor florestal subsidiando as correções de rumo deste Programa;
- Carência de pessoal capacitado em todas as fases do agronegócio florestal;
- Carência de instrumentos e linhas específicas de financiamento adaptadas às condições do agronegócio florestal;
- Inexistência de programas de modernização setorial como certificação e padronização.

#### **4 - POLÍTICAS PÚBLICAS PRECONIZADAS**

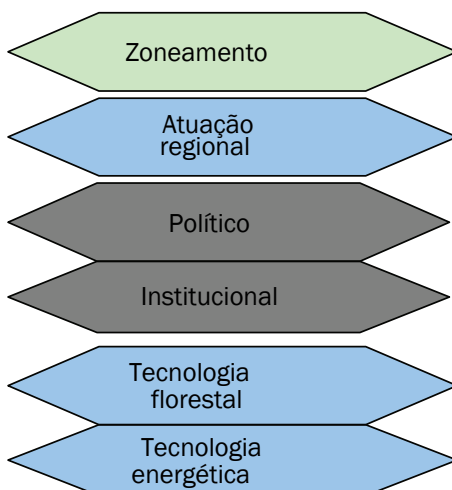
A partir dos grandes números que emergiram das análises precedentes e levando em conta as especificidades regionais estruturou-se o PFEN em programas que englobarão atividades como zoneamento, regionalização, suporte político institucional e desenvolvimento científico e tecnológico para dar suporte às ações de assistência técnica, fomento, produção de sementes e mudas, alternativas produtivas, substituição de fontes energéticas. Os programas serão direcionados, prioritariamente para o atendimento da demanda e da produção energética numa perspectiva de uso múltiplo.

As linhas programáticas podem ser visualizadas em seu conjunto na figura 14.

##### **4.1 - Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico**

É um programa básico que deverá proporcionar condições técnicas para a ocupação racional do espaço geográfico paulista. Para sua consecução estão previstas atividades destinadas a:

- levantar e divulgar o zoneamento das espécies de essências nativas e exóticas, recomendadas para produção energética e adaptadas às diversas situações de solo e de clima do Estado de São Paulo, informando ainda a tecnologia recomendada para plantio, condução e aproveitamento;



**Figura 14** - Programação do Plano Estadual de Florestas Energéticas.

Fonte: Elaborada pelo autor.

- indicar as áreas prioritárias para reflorestamento, considerando classes de capacidade de uso de solo, balanço hídrico, presença de áreas ecologicamente frágeis, áreas de proteção de mananciais e aquíferos, proteção de hidroelétricas;
- elaborar estudos de mercado do setor madeireiro, para levantar a produção e o consumo por região e finalidade, fornecendo indicações de déficit e superávit de produto, orientando o plantio e contribuindo, em médio prazo, para a definição da futura matriz energética do Estado;
- manter atualizado o inventário Florestal do Estado.

#### **4.2 - Atuação Regional nas Bacias Hidrográficas**

As definições regionais deverão ser detalhadas tendo como base de atuação as bacias hidrográficas, adotando-se a divisão oficial do Departamento de Águas e Energia Elétrica e as categorias de aptidão agrícola das terras. Para efeito da regionalização, consideraram-se, portanto, as seguintes bacias:

- 1ª Bacia hidrográfica - Alto Tietê;
- 2ª Bacia hidrográfica - Médio e Baixo Tietê;
- 3ª Bacia hidrográfica - Rios do Peixe e Aguapeí;
- 4ª Bacia hidrográfica - Rio Paranapanema;
- 5ª Bacia hidrográfica - Rio Ribeira e Litoral;
- 6ª Bacia hidrográfica - Rio Paraíba;
- 7ª Bacia hidrográfica - Rios Pardo e Mogi Guaçu;
- 8ª Bacia hidrográfica - Rios Turvo e São José dos Dourados.



### **Bacia do Alto Tietê**

Trata-se da região de maior concentração urbana do Estado, abrangendo a Grande São Paulo, estendendo-se até Sorocaba, Jundiaí, Campinas e Piracicaba. A intensiva ocupação regional vem provocando sérios desequilíbrios ambientais, entre os quais se destaca a carência de água potável e o seu crescente custo de tratamento. Nessa bacia são bem conhecidos os mananciais da Represa do Guarapiranga, Represa Billings, Bacia do Piracicaba e Nascentes do Tietê, entre outros.

A execução de um programa de reflorestamento, com essências florestais energéticas, nessa bacia é fundamental para a proteção das florestas nativas destes mananciais e para a sedimentação de um cinturão verde protetor na Grande São Paulo. Nesse sentido, um rigoroso programa de reflorestamento periurbano e o desenvolvimento na região metropolitana de um projeto de treinamento de mão-de-obra específica para gerar empregos e atividades alternativas, bem como preservar os mananciais é uma proposta prioritária.

Acrescente-se que a maioria das terras próximas da megalópole, bem como as cabeceiras do Piracicaba e Tietê, estão enquadradas nas Categorias C e D, isto é, impróprias à agropecuária. Nessa bacia, merecem ainda atenção as terras da Categoria D e E em Botucatu, a oeste do Rio Piracicaba. A região de Mogi das Cruzes (Salesópolis) apresenta potencial para produção de carvão, e merece bastante atenção apresentando todos os requisitos para se tornar referência em carvoarias (matéria-prima, mão-de-obra, etc) faltando, todavia, organização do setor.

### **Bacia do Médio e Baixo Tietê**

O médio e baixo Tietê foi transformado numa sucessão de lagos artificiais, a partir da barragem de Barra Bonita. As terras desta bacia foram enquadradas em sua maior parte na Categoria A, havendo manchas da Categoria C nos afluentes da margem direita do baixo Tietê e manchas das Categorias D e E, que precisam de reflorestamento nas regiões de São Carlos e Brotas. São também necessárias ações nas bacias dos rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu. A região de Piracicaba não apresenta perfil produtor, mas é representativa na distribuição de carvão. Na região de Sorocaba, em alguns casos, o distribuidor/atravesador fornece matéria-prima, material para construção de fornos para pequenos produtores e recebe em troca carvão de boa qualidade a baixo custo.

### **Bacia dos Rios do Peixe e Aguapeí**

A maior parte das terras desta bacia está na Categoria A, onde devem ser recuperadas as matas ciliares dos dois rios. Entretanto, na região de Marília, ocorrem exten-



As áreas enquadradas nas Categorias C e D, e as ocorrências de erosão e assoreamento de rios são extremamente graves, exigindo ações florestais de vulto para reverter o problema.

### **Bacia do Paranapanema**

Trata-se da bacia mais extensa do Estado e que, portanto, apresenta múltiplas características. As cabeceiras, ao sul de Itapeva, Capão Bonito e Itapetininga, são áreas de topografia acidentada, onde já existem reflorestamento e matas naturais. Para a região de Itapeva há boa disponibilidade de matéria-prima para produção de carvão vegetal. Na região de Avaré, estão áreas de melhor topografia, mas de terras arenosas e com problemas de fertilidade, ocupadas com pastagens e reflorestamento. Nesta bacia, há necessidade de reflorestamento das terras das Categorias D e E que ocorrem na APA de Botucatu. Existem áreas na Classe C, onde o reflorestamento concorre com as pastagens, dentro dos percentuais contidos na proposta geral. A região de Ourinhos/Botucatu/Jaú, parece favorável para implantação de um pólo destinado à produção de carvão vegetal e seus derivados. O Pontal do Paranapanema tem potencial, em áreas impróprias para agricultura, aproveitando o diferencial de transporte proporcionado pela hidrovia.

### **Bacia do Rio Ribeira e Litoral**

É a região de maior concentração de florestas nativas do Estado e conta com diversas unidades estaduais de conservação. No remanescente da bacia, o Parque da Serra do Mar protege a maioria das escarpas e especial cuidado deve ser tomado na região das cotas de Cubatão, onde há uma tendência de haver conurbação da Grande São Paulo com a Baixada Santista, gerando conseqüências ambientais da maior gravidade. No Vale do Ribeira o ecoturismo é a opção para as florestas preservadas e os manejos de reservas serão incrementados.

### **Bacia do Rio Paraíba**

O Vale do Rio Paraíba é uma região industrializada. Na pequena faixa de terras enquadradas na Categoria A, a agricultura compete com a expansão urbana e industrial.

Na Serra da Mantiqueira ocorrem extensas áreas das Categorias D e E. Existem o Parque Estadual de Campos do Jordão e uma APA Federal. Praticamente, as florestas são a única alternativa de uso para aquelas terras e a atividade de turismo já é importante na região. Também nas bacias do Paraibuna e Paraitinga as terras estão em sua maioria na Categoria D, tendo como única alternativa o plantio de florestas. Essas terras acham-se,



em sua maioria, ocupadas com pastagens degradadas, de baixa produção, sofrendo forte erosão laminar. Caberá aqui um programa de reflorestamento intensivo, com sua viabilização dependendo do mercado para energia e para madeira. Uma alternativa é desenvolver uma indústria voltada para a exportação no Vale do Paraíba, aproveitando as condições excelentes que o estoque de terras oferece.

### **Bacias dos Rios Pardo e Mogi Guaçu**

Merecem atenção nestas bacias as margens e várzeas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo. Ocorrem ainda áreas enquadradas na Categoria D nas proximidades de Mogi-Guaçu, São João da Boa Vista e São Simão, parcialmente reflorestadas por empresas do setor de papel, celulose e chapas. As florestas comerciais são uma opção regional. A atividade é forte na região de Bragança Paulista, principalmente pelas áreas de reflorestamentos que garantem o suprimento de matéria-prima.

### **Bacias dos Rios Turvo e São José dos Dourados**

Nesta bacia, os solos predominantemente são da Categoria A. Manchas da Categoria C ocorrem, sobretudo, nas margens do São José dos Dourados, onde merece esforço especial o trabalho de recuperação das matas ciliares. A região noroeste paulista está praticamente estagnada em relação às atividades de carvão vegetal. O oeste do Estado tem carências em todos os setores, tanto no fornecimento de matéria-prima para a indústria como para energia.

## **4.3 - Suporte Jurídico e Institucional**

A Constituição Federal, complementada pela sua congênere estadual, abriu um amplo leque de atuação no campo ambiental, principalmente ao delegar ao Estado grande parte de competência legislativa, anteriormente centralizada em nível federal. Porém, no que se refere à área florestal ainda perdura uma série de indefinições, já que no âmbito federal vigora o Código Florestal atualmente redefinido por medidas provisórias não votadas. Em São Paulo, o tratamento legal da atividade florestal está dividido entre os setores agrícola e ambiental. Esta é uma questão-chave, ou seja, há necessidade de se definir o organismo que fará a interlocução do Poder Público Estadual com o setor que faz a exploração das florestas plantadas, caracterizando-as enquanto recursos naturais exploráveis.

Uma adaptação do Código Florestal às condições do Estado de São Paulo, incorporando o zoneamento ecológico sócio-econômico e normas de utilização dos solos e da vegetação, calcada em parâmetros técnicos, notadamente, a capacidade de uso dos



solos e o balanço hídrico será a primeira providência legislativa a ser tomada para o disciplinamento da atividade no Estado.

Outro ponto de destaque diz respeito ao emprego de uma taxa de reposição florestal como mecanismo de fomento e incentivo às atividades florestais. A utilização desses recursos, de conformidade com um plano, deverá ser um dos principais instrumentos de financiamento dos programas propostos, aliada à recomposição e utilização das reservas florestais legais que devem prever mecanismos de compensação.

#### **4.4 - Desenvolvimento Científico-Tecnológico**

O campo de desenvolvimento científico e tecnológico terá necessariamente de especializar-se em pelo menos nas seguintes áreas: pesquisa florestal, planejamento silvicultural, organização produtiva e tecnologia de aproveitamento energético de madeira, dando respaldo à silvicultura tradicional, acrescida das questões envolvidas na regeneração de áreas degradadas, na condução de maciços florestais heterogêneos, no manejo de áreas naturais, na definição de alternativas econômicas de exploração de matas nativas.

#### **4.5 - Linhas de Ação**

As linhas de ação foram determinadas em função das demandas detectadas nos setores envolvidos em cada programa delineado acima. Cada linha temática procurou definir objetivos, metas e estratégias de ação, apresentando justificativas da importância de sua inclusão no PFEN.

##### **4.5.1 - Formação de florestas para produção de energia**

A complementação do Inventário Florestal do Estado produzirá um instrumento fundamental para o detalhamento deste Plano. Esse estudo, juntamente com a revisão, a adaptação e o enriquecimento do Zoneamento Agroambiental Sócio-Econômico de São Paulo, acrescido do Cadastramento das Fontes de Consumo, serão as ferramentas-chave para a determinação das áreas a serem reflorestadas.

Dentre os objetivos estabelecidos está o plantio de até 780 mil hectares de florestas para produção de energia, por empresas do setor florestal e pelos agricultores em geral, conforme estimado à página 31. Além disso, deverão ser determinados os tipos de florestas a serem plantadas, a definição das espécies, as estimativas de rentabilidade potencial, a extensão dos plantios, os custos diretos envolvidos, as possibilidades de investimentos futuros, os destinatários preferenciais e as ações conjugadas dos participantes do processo produtivo da cadeia agroflorestal. Nesta parte do programa estão previstos:



- Projetos de plantio próprio, por parte de empresas do setor madeireiro e de celulose e papel;
- Plantio em áreas dos agricultores que deverão receber fomento, produção e doação de mudas, por parte das empresas do setor madeireiro;
- Aproveitamento das áreas de cana-de-açúcar que devem ser retiradas da produção, quando o uso do fogo for totalmente banido da cultura;
- Ampliar a base florestal plantada, integrando ao processo produtivo, principalmente as pequenas e médias propriedades rurais, fornecendo-lhes apoio técnico e financeiro na implantação de florestas energéticas;
- Plantar trinta mil hectares/ano de eucalipto para crescimento da área, a fim de atender basicamente o sub-setor de energia nos próximos dez anos;
- Utilizar o fomento florestal como principal instrumento desse incremento;
- Diversificar as espécies e variedades de árvores a serem plantadas, de modo a permitir o uso múltiplo das florestas e a melhor adequação às necessidades de cada produtor, face suas condições ambientais e econômicas;
- Incluir o plantio de essências exóticas, notadamente *Pinus* e *Eucalyptus*, de forma complementar nos projetos do Programa de Microbacias.

#### **4.5.2 - Manejo de florestas nativas em áreas privadas**

- Incorporar ao regime de produção sustentável, área de até quatro milhões de hectares de Reservas Florestais, principalmente pela expansão do Programa Estadual de Florestas Energéticas e usos múltiplos.

#### **4.5.3 - Desenvolvimento tecnológico**

- Definir um centro tecnológico de desenvolvimento de tecnologias, relacionadas ao uso da madeira como energético.
- Manter em funcionamento os geradores das usinas de açúcar e álcool, queimando a lenha em forma de cavaco, durante a entressafra da cana-de-açúcar.
- Incentivar estudos que visem:
- Melhorar a eficiência dos processos de conversão energética da madeira e ampliar a aplicação dos processos já existentes para tal;
- Mudar os padrões tecnológicos atuais de produção de carvão vegetal, incluindo a recuperação maciça dos gases de carbonização;
- Desenvolver tecnologias na área de aplicação de madeira para energia;
- Estabelecer programas de extensão e de educação relacionados ao uso da madeira para energia;





- Definir políticas voltadas ao uso de madeira para energia;
- Regular a complementação da geração hidrelétrica por meio de usinas termelétricas, queimando madeira produzida pelo manejo sustentado de florestas.

#### **4.5.5 - Apoio à transferência de tecnologia**

- Direcionar os investimentos em tecnologia florestal para pólos de desenvolvimento, principalmente aos setores menos desenvolvidos tecnologicamente e de baixa produtividade, baseando na atuação por bacia hidrográfica e cadeia produtiva;
- Apoiar os projetos e atividades de utilização de resíduos das indústrias madeireiras.

#### **4.5.6 - Estímulo à consolidação de pólos de desenvolvimento florestal**

- Identificar pólos de desenvolvimento florestal energético no Estado de São Paulo, verificando a possibilidade de instalação de usinas de transformação de madeira em carvão, aproveitamento dos compostos pirolenhosos e geração de energia elétrica;
- Adotar, numa abordagem preliminar, uma regionalização florestal, onde cada região possa contribuir para o desenvolvimento florestal, de acordo com as suas potencialidades.

#### **4.5.7 - Financiamento da produção florestal**

- Desenvolver um mercado futuro para produtos florestais, principalmente madeira;
- Criar um mercado a partir de instrumentos existentes como, por exemplo, a CPR-Florestal que pode vir a ser um importante instrumento de financiamento do setor florestal;
- Desenvolvimento de um Índice de Preços de Madeira oficial;
- Emitir um Certificado de Emissões Reduzidas – CER - baseado em plantios gerados pelo PFEN, visto que, o seqüestro do carbono é uma forma promissora de financiar a atividade florestal;
- Incrementar o financiamento rural tradicional utilizando-se o pagamento em produto florestal equivalente na época da liquidação;
- Criar um Fundo de Desenvolvimento Florestal Estadual, com dotação orçamentária própria, cujos recursos financeiros serão viabilizados pela renúncia fiscal de parte do ICMS gerado pelas atividades da cadeia florestal durante 10 anos. Esses recursos serão utilizados no financiamento das atividades previstas nas linhas de ação propostas e retornarão em valores muito maiores ao Tesouro do Estado com o aumento da atividade que proporcionarão;
- Incluir no FEAP a possibilidade de financiamento de viveiros de mudas e plantios de



Pinus e Eucalyptus específicos para aplicações e utilidades diversificadas;

- Obter recursos baseados na legislação existente, através da melhoria da arrecadação:
- da Reposição Florestal Obrigatória,
- da recuperação de áreas degradadas,
- do plano estadual de recursos hídricos,
- dos programas de fomento das empresas.

#### **4.5.8 - Capacitação**

- Capacitar todos os trabalhadores ligados ao setor florestal para aumentar a produtividade florestal, sem deixar de lado a sustentabilidade e o conceito de agronegócio;
- Criar cursos de capacitação profissional para pequenos e médios produtores rurais, principalmente em projetos conjuntos com universidades;
- Ministar a assistência técnica através de profissionais da área florestal ou para esse fim treinados, através das Casas da Agricultura e nos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR), da Secretaria da Agricultura e Abastecimento;
- Realizar cursos de atualização profissional e melhorar a estrutura física das instituições florestais.

#### **4.5.9 - Modernização da comercialização/certificação**

- Estabelecer parcerias para a certificação de produtos de qualidade diferenciados.

### **5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para dar início ao processo de implantação do plano seria interessante colocar em marcha as seguintes ações:

- Estimular a combinação cana / floresta, em áreas de cana não mecanizáveis na colheita, para queima nas caldeiras e co-geração de energia elétrica na entressafra da cana. Existe no caso uma forte interrelação entre as atividades já que a cultura dos produtores é produzir lavouras energéticas;
- Utilizar as Reservas Legais dentro de um marco de manejo sustentável. De preferência as Reservas Legais devem ser demarcadas regionalmente pelo Estado, coincidindo preferencialmente com terras de aptidão florestal. Deve ser definida uma porcentagem de no mínimo de 50% para o plantio de essências exóticas que teriam um manejo com finalidade energética, até que se desenvolvessem essências nativas adaptadas a esses fins;
- Incentivar o estabelecimento de Pólos Energéticos próximos às florestas através de diferimentos fiscais;



- Proceder a um inventário das tecnologias existentes para uso da madeira como energético;
- Financiamento pela FAPESP de desenvolvimento de novas tecnologias/processos em nível empresarial;
- Definir órgão encarregado das relações com o setor florestal produtivo;
- Definir órgão encarregado de ser o Centro de Tecnologia Energética da Floresta para desenvolver e aperfeiçoar as rotas tecnológicas apontadas;
- Definir um organismo gerenciador de informações do agronegócio florestal.

### LITERATURA CITADA

AB'SABER, A. **Projeto FLORAM**. São Paulo: IEA/USP, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS - ABRAF. **Anuário estatístico 2006**. Brasília: ABRAF, 2006.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. Considerações sobre a produção de carvão vegetal com madeiras da Amazônia. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 2, n. 5, p. 1-25, mar. 1981.

\_\_\_\_\_. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/iea/revista/ver59.html>>. Acesso em: 2007.

\_\_\_\_\_. **Pró-carvão**. São Paulo: SINICAL, 2000. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/iea/revista/rev59.html>>. Acesso em: 2007.

CASTANHO FILHO, E. P. et al. **Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável – PDFS**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

\_\_\_\_\_; MACEDO, A. C. **Proposta de recuperação florestal de São Paulo**. São Paulo: Fundo Florestar, 1991.

\_\_\_\_\_. **Agronegócio florestal em São Paulo**. São Paulo: IEA, 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. **Banco de dados IEA**: dados de produção. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

PATUSCO, J. A. M. **Parâmetros energéticos gerais**. MME/SE, 2001.

ROZOV, V. **Energia o ano inteiro**. São Paulo, 2007. Não publicado.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Energia - SSE. **Balanço energético do Estado de São Paulo**. São Paulo: SSE, 2006a.

\_\_\_\_\_. **Matriz energética do Estado de São Paulo**. São Paulo: SSE, 2006b.

VICTOR, M. A. de M. **1975: cem anos de devastação. O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 8 mar.1975. Suplemento Centenário.

Recebido em 06/01/2009.

Liberado para publicação em 09/01/2009.