

FLORESTAS E BIOENERGIA¹

Eduardo Pires Castanho Filho²

1 - INTRODUÇÃO

Propostas para o setor florestal como produtor de energia advêm da análise da evolução do agronegócio florestal e da perspectiva da utilização das florestas como insumo energético, além de fixador de carbono na biomassa. A existência de mais de 3,5 milhões de hectares de terras com aptidão florestal no Estado de São Paulo auxiliaram a definir uma meta de plantio de cerca de 780 mil hectares nos próximos 25 anos.

Tais plantios deverão ser realizados por meio 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).

A utilização tanto da madeira como de seus resíduos como fonte de energia em São Paulo atualmente é pequena e tem um perfil "tradicional". Tal característica, no entanto, apresenta um potencial de crescimento diferenciado, seja pelo desenvolvimento ou adoção de novas tecnologias, seja pelo baixo custo de produção de uma unidade energética, comparativamente a outros produtos bioenergéticos.

O plantio de árvores, na propriedade rural, significa, 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 madeira, apicultura, exploração de gomas, resinas e óleos essenciais, cultivo de plantas medicinais, aromáticas, ornamentais e de cogumelos, para citar algumas.

A manutenção e mesmo o aumento da

disponibilidade de água potável com qualidade melhorada, para o abastecimento de centros urbanos, para a manutenção do sistema de represas do estado e ainda para irrigação são outras contribuições de inestimável valor sem olvidar a participação direta na redução do efeito estufa, seja pela estocagem de carbono, seja pela utilização de combustível renovável, especialmente se forem feitos plantios com florestas heterogêneas.

Outro efeito sensível é 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.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E METODOLOGIA

Para especificar e quantificar as medidas de política setorial utilizou-se um modelo de análise que proporcionasse uma visão definida da situação da cadeia produtiva do setor florestal do Estado de São Paulo (CASTANHO FILHO, 2006) e das ações 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 econômicos e socioambientais e prospectando em um horizonte de 25 anos 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 (CASTANHO FILHO et al., 1993). Paralelamente, buscou-se determinar o estoque de terras potencialmente aptas às atividades florestais, que não concorram com as explorações agrícolas.

Concomitantemente, estimou-se o consumo atual de produtos florestais, com ênfase na energia e estabeleceram-se cenários de crescimento para essa demanda (SÃO PAULO, 2006c;

¹Trabalho baseado no documento "Florestas Energéticas" encaminhado à Comissão Estadual de Bioenergia. Registrado no CCTC-IE-86/2007.

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

BRITO, 2000; CASTANHO FILHO, 2007).

Assim, levando em conta esses quatro parâmetros e tendo como pano de fundo a tecnologia atual e seu provável desenvolvimento, procurou-se estimar, em nível estadual, o que seria preciso fazer para atender o crescimento estimado da demanda. O produto final dessa análise configurou as linhas gerais de uma proposta e a programação subsequente devendo-se prever componentes de controle, realimentação e correção de rumos ao longo do tempo (Figura 1).

A soma dos componentes socioeconômicos e ambientais implicou crescente pressão sobre os recursos florestais de São Paulo e podem criar concomitantemente uma oportunidade ímpar para o seu desenvolvimento. Um caso emblemático é o aumento da queima de combustíveis fósseis que tem acrescido continuamente o teor de CO₂ na atmosfera, contribuindo para o agravamento do efeito estufa. Este fenômeno pode ser atenuado tanto pela fixação desse gás na forma de biomassa florestal, como pelo emprego crescente dessa mesma biomassa para uso energético em substituição aos combustíveis de origem fóssil. Verifica-se que uma tonelada de lenha substitui 33% de uma tonelada de óleo combustível que também pode ser substituído em 67% por uma tonelada de carvão vegetal ou 50% por álcool etílico anidro (PATUSCO, 1999).

Um último fator diz respeito ao papel da tecnologia e de suas repercussões no desenrolar desta proposta. É preciso considerar tais possibilidades na implementação de uma política florestal para o estado, pois esse fator pode trazer novas situações, alterando esta proposição no próprio transcurso de sua implantação.

3 - DIAGNÓSTICO DA COBERTURA FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

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

instância, preservar esse patrimônio para o futuro.

Numa 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).

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 reflorestados³. Assim, de uma forma bastante esquemática, a situação atual da cobertura vegetal do Estado de São Paulo é a apresentada na tabela 1.

Um modelo mais específico para a determinação da área energética deveria seguir o esquema proposto na figura 3. Esse modelo deve basear-se numa unidade de gerenciamento que seja mais adequada aos propósitos de planejamento florestal, que no Estado de São Paulo estão definidas pelo departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) como Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). Estando definidas essas unidades, em primeiro lugar, calculam-se as respectivas áreas geográficas. 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 Preservação Permanente (APP)⁴ que necessariamente estarão entre as áreas com aptidão florestal. As áreas com reservas legais também deveriam se encontrar nessas terras florestais. Desse conjunto é possível determinar-se a adequação ou inadequação do espaço regional ao uso florestal e estimar-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, buscando equacionar o melhor modelo regional de abastecimento energético.

³963 mil, segundo a ABRAF (2006).

⁴As APP são definidas no artigo 2º do Código Florestal, Lei Federal n. 4771, de 1965.

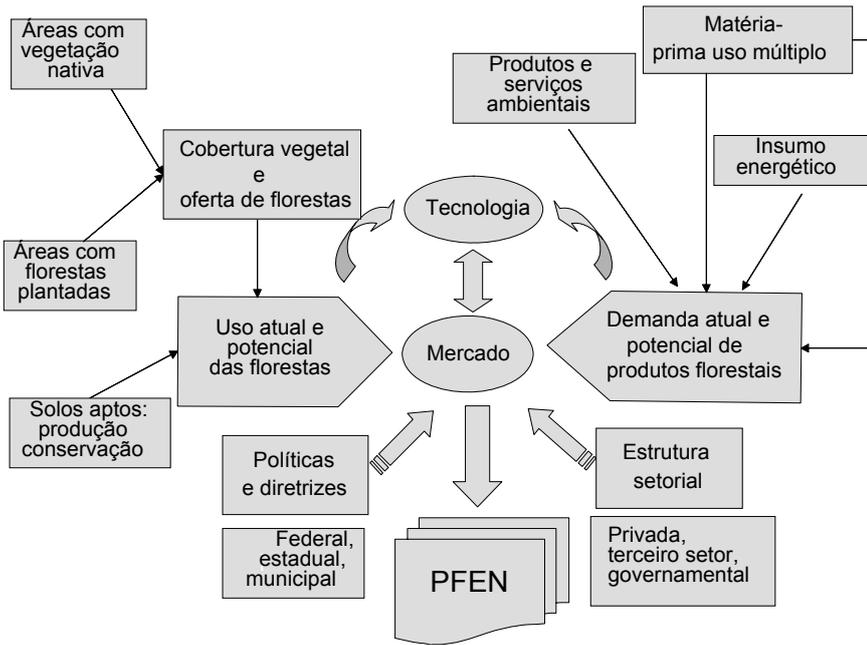


Figura 1 - Modelo de Análise.
 Fonte: Elaborada a partir de Castanho Filho et al. (1993).

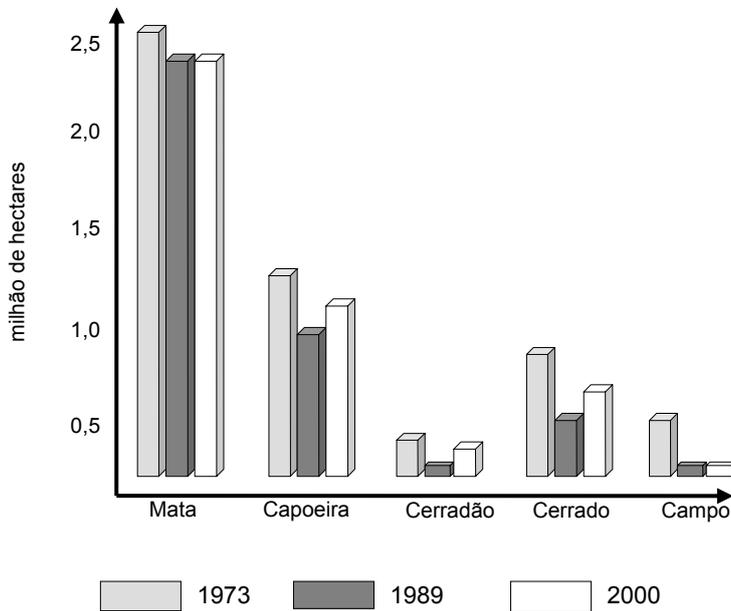


Figura 2 - Evolução das Áreas de Vegetação Nativa, Estado de São Paulo, 1973, 1989 e 2000.
 Fonte: Elaborada a partir de Castanho Filho et al. (1993).

TABELA 1 - Cobertura Florestal do Estado de São Paulo, 2005/2006
(em ha)

UGRHI ¹	Eucalipto	Pinus	Seringueira	Plantad.	Vegetação nativa	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
Sapucai/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
Total	747.341	140.652	44.961	932.954	2.221.003	3.153.957
Total ABRAF 2006 ²	816.900	146.500		963.400	.	.
Associadas ABRAF 2006	452.900	14.000		466.900		
Unidades de conservação					990.000	990.000
Florestas				932.954	3.211.003	4.143.957

¹Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI).

²É 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.

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

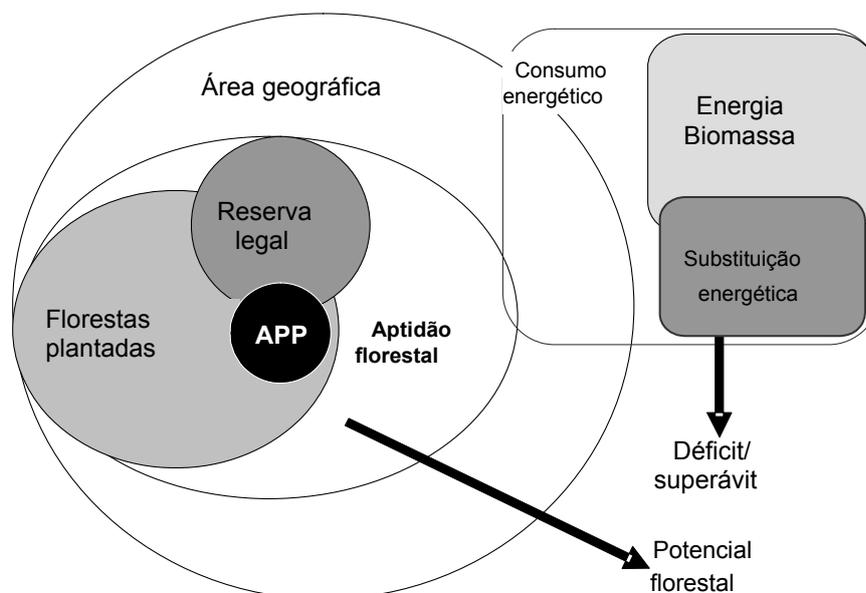


Figura 3 - Modelo de Análise Regional de Adequação Energética Florestal.
Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se, no entanto, que vários dados necessários a esse modelo não estão disponíveis o que dificulta uma definição mais precisa do balanço de oferta e demanda florestal energética em termos regionais.

4 - APTIDÃO DAS TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

O terceiro aspecto considerado ainda pelo lado da oferta, juntamente com as florestas nativas e as plantadas, 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 (AB'SABER, 1990), 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 (BRASIL, 1965), independente 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 esta proposta que a política florestal energética seja calcada primeiramente nas classes de capacidade de uso das terras e na aptidão florestal delas derivada para o Estado de São Paulo.

A classificação das terras em classes de capacidade de uso é um método agrônomo 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.

O resultado final desse processo pode ser verificado na tabela 2, que indica a área de cada categoria de terras no Estado de São Paulo e a porcentagem da área total que ocupam.

Grosso modo, portanto, 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 está subtraída 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.

5 - DEMANDA ATUAL E FUTURA POR PRODUTOS MADEIREIROS E ENERGÉTICOS FLORESTAIS

Tradicionalmente a madeira foi e ainda é usada como lenha para a produção de energia e, sob essa forma, sempre ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento humano, tendo sido sua primeira fonte energética. Ao longo do tempo, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para geração de energia térmica, mecânica e elétrica.

“O uso da madeira para energia permite reduzir a dependência energética externa e uma maior segurança quanto ao suprimento da demanda, algo que muitos dos combustíveis hoje empregados não proporcionam. 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. Outro consumo importante desse insumo encontra-se disperso em uma série de componentes atrelados ao ramo industrial, representada por milhares de empreendimentos dos ramos do cimento, químico, alimentos e bebidas, papel e celulose e cerâmicas. O próprio setor agrícola é outro demandador de madeira para energia e, apesar da não-existência de um diagnósti-

TABELA 2 - Distribuição das Terras por Aptidão Agrícola, Estado de São Paulo, 1993

Categoria	Área total (ha)	Percentual
A - Agropecuária	14.758.300	59,37
B - Várzeas não trabalhadas	574.300	2,31
C - Reflorestamento e pastagens	5.038.100	20,27
D - Florestas de proteção e reflorestamento	2.756.700	11,09
E - Florestas de proteção	817.300	3,29
Parques e estações ecológicas	914.000	3,67

Fonte: Elaborada a partir de Castanho Filho; Macedo (1991).

co preciso sobre a distribuição desse consumo, acredita-se que a dependência concentra-se na secagem de grãos.

Some-se a isso o fato de ainda haver um enorme espaço para usos adicionais no panorama energético paulista como, 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” (BRITO, 2007).

Para a quantificação da demanda por produtos florestais foram tomadas informações do setor industrial organizado, estimativas do órgão encarregado de estudos sobre Energia do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006c e 2006d) e levantamentos preliminares do cadastro de fontes de consumo feitos no âmbito do pró-carvão (BRITO, 2000). 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.

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 ener-**

gia⁵. 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, 2006d).

Para o caso do carvão e lenha o tratamento das informações que possibilitaram a construção da matriz foi realizado conforme descrito 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 considerando 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 a pizzarias e churrascarias (SÃO PAULO, 2006d).

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 num segundo momento políticas para o setor começando pela modernização (BRITO, 2000).

⁵(Grifo do autor). Apesar da recente divulgação da descoberta do mega campo de petróleo de TUPÍ na Bacia de Santos que, no entanto, só estará viável em médio prazo.

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 1990 para o final do século, mas tem apresentado uma recuperação nos últimos anos (Figura 4).

A introdução do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), inserido no âmbito do Protocolo de Kyoto, e limitações ao consumo de combustíveis fósseis via preço tendem a favorecer esse quadro, dando à biomassa florestal uma nova relevância.

Assim, os plantios 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 floresta pode ter tanto funções ambientais como produtivas. Essa complementaridade funcional deriva do conceito de uso múltiplo das florestas que podem dar um novo perfil à atividade em São Paulo. A questão do uso múltiplo está associada, portanto, seja ao uso funcional da floresta, seja, em termos produtivos, à forma das árvores que se assemelha à de um cone, na qual os diâmetros do fuste⁶ vão diminuindo da base para a copa (Figura 5).

Em geral, a tora da base tem diâmetro maior 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, pai-

néis 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 gera resíduos utilizáveis para celulose ou para energia.

As toras para serraria ou laminação, geralmente, têm preços maiores por unidade de volume do 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.

A demanda geral por produtos florestais madeireiros pode, portanto, ser dividida em basicamente três grandes grupos (Figura 6).

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

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

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 suprem essa demanda, adotou-se uma produtividade média de 30 m³/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 de hectares atualmente, quase todo ele referente à madeira serrada e energia (Figura 7).

Para a determinação da área a ser re-florestada 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, 2006d). Uma lacuna importante nessa estimativa refere-se à inexistência de informações sobre a substituição de fontes energéticas em função de preços relativos e à 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

⁶Fuste é o nome silvicultural que se dá ao tronco da árvore.

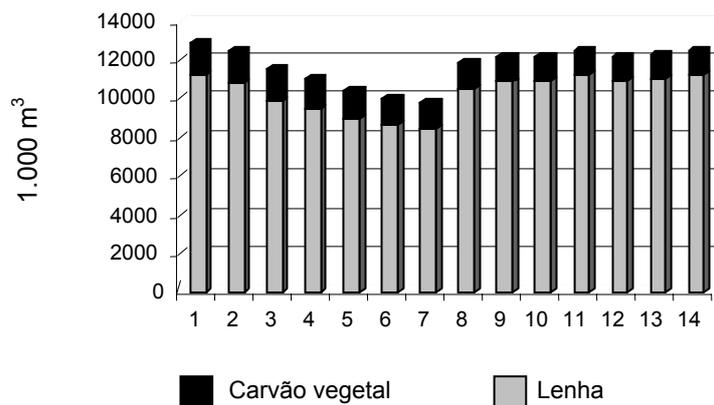


Figura 4 - Evolução do Consumo Final por Energético, 1992-2005.
Fonte: São Paulo (2006c).

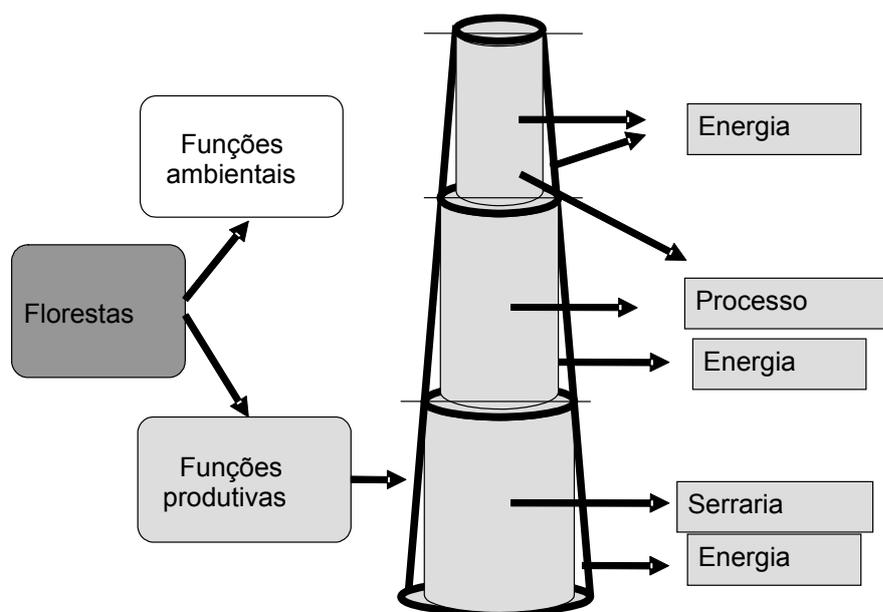


Figura 5 - Esquema de Uso Múltiplo da Floresta.
Fonte: Dados da pesquisa.

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 m³/ha/ano e que a participação energética será de 35% do total do consumo (Tabela 3).

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

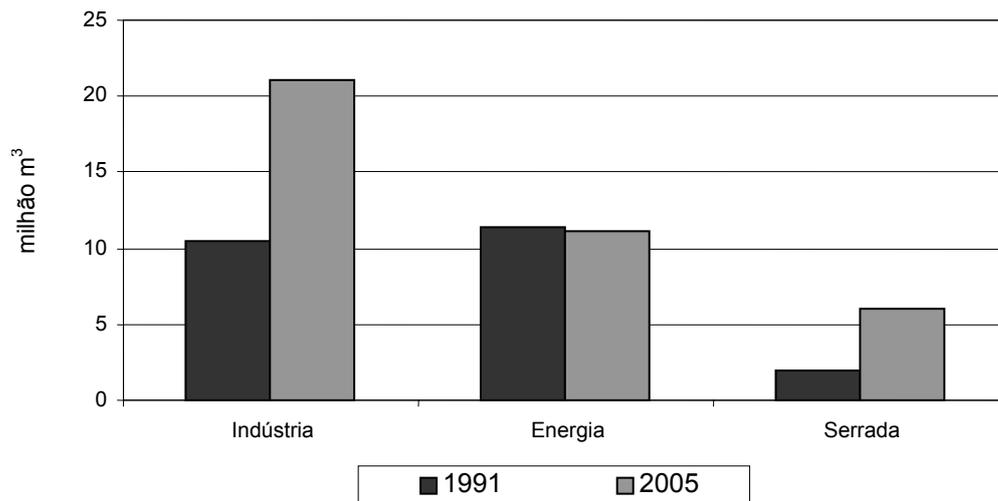


Figura 6 - Consumo Global Estimado do Estado de São Paulo, 1991 e 2005.
Fontes: Dados da pesquisa.

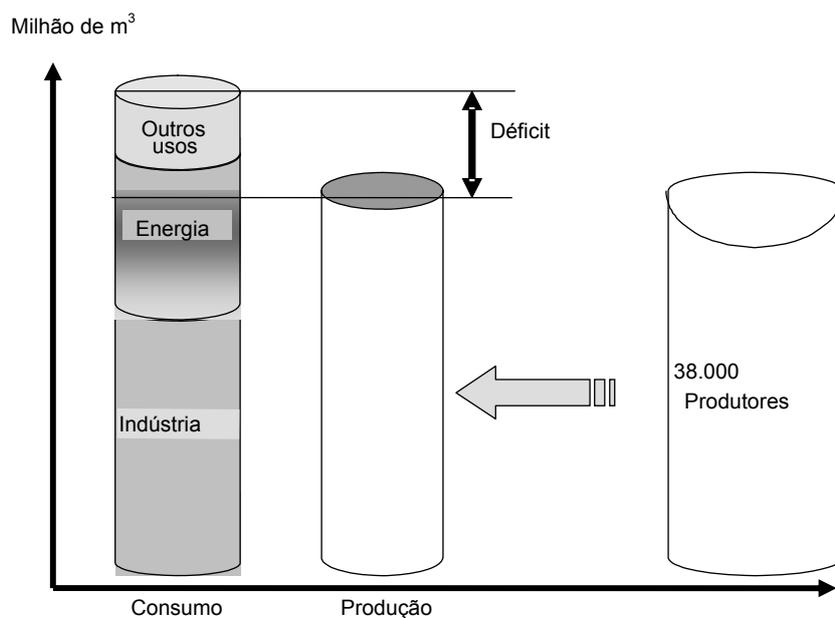


Figura 7 - Produção, Demanda e Déficit Madeireiro, Estado de São Paulo, 2005.
Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3 - Projeção da Demanda por Madeira no Estado de São Paulo, 2032

Especificação	1% a.a. (vegetativo)	3% a.a. (otimista)
Demanda total (em 10^6 m ³ c/ casca)	48,7	79,6
Demanda energética (em 10^9 m ³ c/ casca)	17,0	27,8
Área reflorestada (em 10^6 hectares)	1,21	1,99

Fonte: Dados da pesquisa.

entre 1,21 milhão de hectares e um 1,99 milhão de hectares, povoados com essências exóticas ou nativas comerciais para atender às demandas estimadas para os cenários vegetativo e otimista de crescimento da demanda (Figura 8).

Os cenários considerados levaram em conta: o trabalho elaborado pela Secretaria de Energia que estima um crescimento vegetativo da demanda por energéticos florestais em torno de 1% ao ano; e um segundo cenário que considerou um incremento na demanda envolvendo substituições e adoção de melhorias tecnológicas que subiria para um patamar de estimados 3% a.a.

“Para a realização de estudos como este, diversos modelos e técnicas de cenarização podem ser adotados. A técnica de cenarização surgiu no início dos anos sessenta 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. Diversas metodologias atendem a essas premissas as quais possuem aspectos peculiares: algumas enfocam o futuro como algo quase desconexo do passado, não explicando o comportamento futuro estritamente baseado no comportamento passado. Entretanto, dependem de um cenário bastante abrangente no que se refere a aspectos políticos, econômicos e sociais. Utilizam-se, portanto, de um número muito grande de variáveis cuja previsibilidade é bastante complexa e questionável. Outros métodos enfatizam no desenvolvimento futuro o comportamento passado, como simples extrapolações das trajetórias verificadas pelas diversas variáveis estudadas. Embora muito mais simples de construir, na maioria das vezes apresentam desvios importantes no longo prazo, justamente por não tratar adequadamente as transformações tecnológicas e sócioeconômicas ao longo do tempo. Existem também cenários normativos, nos quais o futuro já está previamente determinado, com metas a serem atingidas bastando, portanto, criar um conjunto de hipóteses em direção a este objetivo para a sua consecução. Na última Matriz Energética do Estado de São Paulo, elaborada em 1991, utilizou-se de modelagem técnico-econômica denominada Modele de Evaluation de la Demande Energétique (MEDEE/C) adaptado pela Companhia Energéti-

ca de São Paulo (CESP), a qual detalha-se a seguir. O modelo MEDEE/C busca contabilizar o consumo de energia, pelos diversos setores da atividade econômico-social, através de simulação técnico-econômica. Em relação aos demais métodos prospectivos tradicionais possui algumas diferenças, sendo a principal delas que sua análise baseia-se nos usos finais identificados separadamente tais como cocção, força motriz, iluminação. Tem também como característica básica a construção de cenários, nos quais consideram-se as variáveis exógenas e as dependentes de opções políticas. Este modelo de avaliação da demanda de energia é, portanto, um sistema de simulação de médio e longo prazo desenvolvido a partir de adaptações e modificações do modelo original Modele de Evaluation de la Demande Energétique (MEDEE). Como foi dito anteriormente é um modelo técnico-econômico do tipo contábil, que embora se considere o método técnico-econômico como o mais adequado para a construção da Matriz Energética, as limitações relativas à base de dados não nos permite utilizá-lo adequadamente num primeiro momento. Considerando os aspectos acima apontados, quanto às metodologias mais adequadas para a avaliação da demanda futura dos diversos energéticos, optou-se pelo método econométrico. Realizou-se uma análise do comportamento tendencial dos diversos energéticos e das classes de consumo, suas respectivas elasticidades e correlações com variáveis macroeconômicas e sociais. Finalmente realizou-se a incorporação de tendências relativas à evolução tecnológica, crescimento sócio-econômico, mudança na estrutura de participação entre os energéticos, evolução da renda, conforme descrito nos itens seguintes. No cenário alto, procurou-se incorporar as impressões mais otimistas, sem restrições advindas do comportamento passado das variáveis, ou mesmo das incertezas concernentes a evolução das mesmas no tempo. Assim sendo, para o cenário alto, assumiu-se que o comportamento da economia paulista encontrar-se-á sob estrito controle e estabilidade. As contas públicas deverão estar bem encaminhadas levando a uma credibilidade que se estenderá aos diversos segmentos da sociedade. A estabilidade da moeda deverá ser ainda maior, com menores flutuações da taxa de câmbio, que por sua vez deverá se estabilizar em níveis compatíveis com as exigências dos setores exportadores sem, entretanto, prejudicar as contas

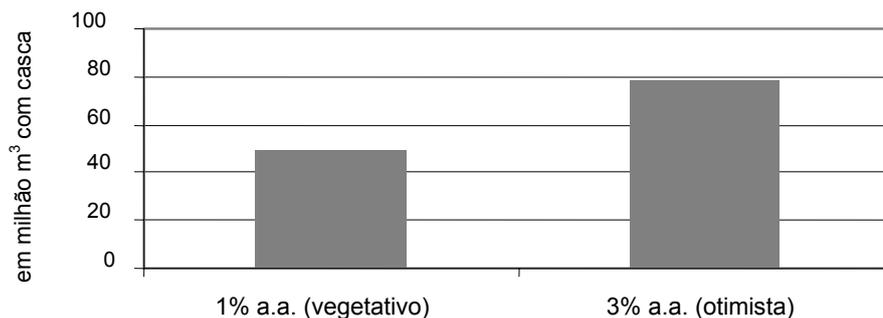


Figura 8 - Demandas Energéticas Florestais nos Próximos 25 Anos em Dois Cenários.
Fonte: Dados da pesquisa.

públicas e a atividade econômica. Assumiu-se também que a disputa fiscal entre estados, não mais deverá ocorrer, levando dessa forma, a uma maior arrecadação e capacidade de investimentos. A credibilidade, sobretudo por parte da classe industrial, deverá carrear investimentos de longa maturação, que por sua vez deverá gerar empregos e renda em proporções desejáveis. Apesar desse cenário conter um elevado grau de otimismo, não se acredita que os déficits sociais gerados ao longo de anos, pelo baixo índice de crescimento econômico e elevada concentração de renda devam ser resolvidos no horizonte deste estudo. Com relação à estrutura de participação entre os diversos energéticos, para o cenário alto, espera-se um ligeiro aumento da participação do gás natural e da biomassa” (SÃO PAULO, 2006d e 2006c).

Considerando a existência de um estoque atual de 4,14 milhões de hectares de florestas e vegetação nativa e de 0,93 milhão 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 esta proposta 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 9).

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.

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 possa 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).

6 - ASPECTOS ECONÔMICOS DA FLORESTA COMO ENERGÉTICO

Em média, considerando a tecnologia atualmente disponível, cada hectare plantado com

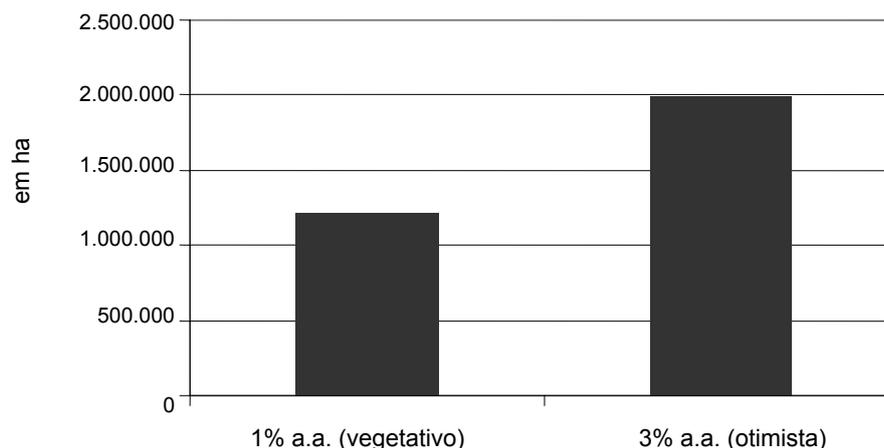


Figura 9 - Necessidades de Plantio para Atender as Demandas Estimadas.
Fonte: Dados da pesquisa.

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 da ordem de 2,34 bilhões de reais em 25 anos. As necessidades anuais estarão na ordem de 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. Observou-se que as florestas de produção estão entre as dez principais atividades do agronegócio paulista e geram uma renda bruta por hectare três vezes superior à pecuária que é o segundo produto em geração de valor da agropecuária paulista e o primeiro em ocupação de área e que, no entanto, gera a menor renda por hectare (SÃO PAULO, 2006a e 2006b). A seringueira foi incluída por se tratar atualmente de uma cultura florestal em franca expansão, porém, com rendimentos e custos bastante distintos das outras culturas florestais (Figura 10).

Outro parâmetro considerado foi a estimativa do custo de produção médio de uma unidade de energia gerado pelas culturas da cana-de-açúcar e do eucalipto, que são aquelas que aparentemente apresentam potencial semelhante de produção de bioenergia por área.

7 - CANA 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 4).

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 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 o álcool como combustível é muito mais versátil, o mesmo se dizendo da energia elétrica gerada pelo bagaço. Em ambas as culturas o aproveitamento da biomassa é parcial como a palha da cana e os ramos e folhas das florestas.

No entanto, mostram que pelo diferencial

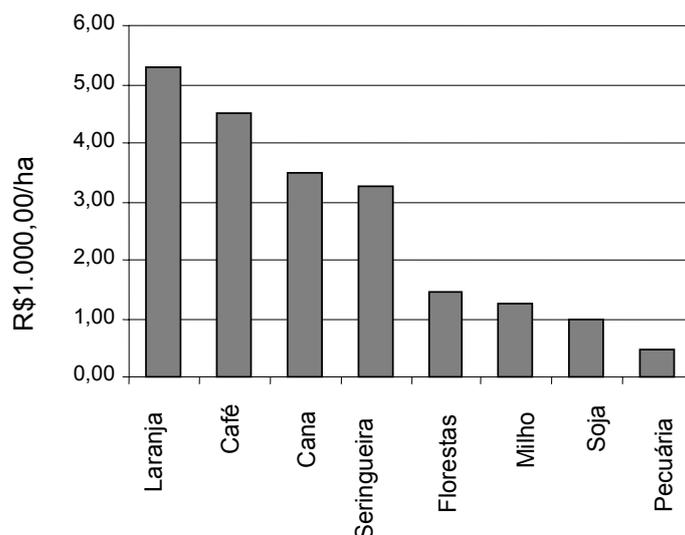


Figura 10 - Rendas Brutas, por Hectare, de Algumas Culturas, Estado de São Paulo, 2006.
Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 4 - Comparativo Cana Eucalipto para Produção de Bioenergia

Parâmetro	Cana ¹	Eucalipto ²
Produção hectare/ano	80 toneladas	24 toneladas
Produção de energéticos:		
Álcool hidratado	6.300 l (5.200 Cal/l) ³	-
Bagaço	20 t (2.200 Cal/t) ³	-
Lenha	-	24t. (3.300 Cal/t) ³
Produção calórica	82,5Gcal/ha	80,9Gcal/ha
Custo produção/hectare	R\$1.100,00	R\$570,00
Custo/unidade energia/ha	R\$13,33	R\$7,05

¹Foram considerados 90 l/t de álcool hidratado; 250 kg/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.

²Consideram-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.

³Univ. Fed. de Minas Gerais (UFMG); combustíveis sólidos - madeira; fontes secundárias de energia.
Fonte: Dados da pesquisa.

de custo de produção de uma unidade energética a madeira tem um grande potencial inclusive de ser transformada em outros tipos de energéticos (Figura 11).

8 - CONCLUSÕES

As florestas notadamente as de eucalipto podem vir a ser uma opção interessante para a produção de bioenergia pela agropecuária paulista. A existência de uma considerável extensão de terras com aptidão florestal localizadas em várias regiões do estado aliada a uma rentabilidade

relativamente atraente por unidade de área são elementos importantes no fomento da atividade. O desenvolvimento de tecnologias que aproveitem mais intensivamente o potencial energético da floresta poderá no futuro não muito distante gerar novos pólos de desenvolvimento baseados na utilização de madeira como matéria-prima. A estruturação de uma proposta para esse aproveitamento bioenergético deve, portanto, englobar atividades como zoneamento, regionalização, suporte político institucional e desenvolvimento científico e tecnológico sustentadas por ações como assistência técnica, fomento, produção de sementes e mudas, alternativas produtivas,

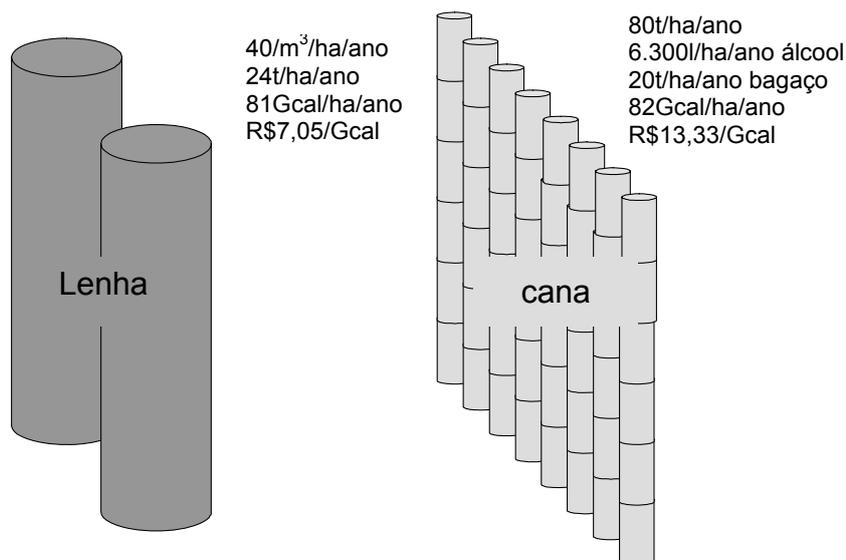


Figura 11 - Produções e Custos de Cana e Eucalipto como Energéticos.

Fonte: Dados da pesquisa.

substituição de fontes energéticas. Os programas devem ser direcionados, prioritariamente para o atendimento da demanda e da produção energética numa perspectiva de uso múltiplo.

O campo de desenvolvimento científico e tecnológico terá necessariamente de especializar-se pelo menos nas seguintes áreas: pesquisa florestal 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, e ainda no planejamento silvicultural, na organização produtiva e na tecnologia de aproveitamento energético de madeira.

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. Nestas questões um programa deve prever:

- incrementos dos plantios próprios por parte de empresas do setor madeireiro;
- plantios em áreas de agricultores que deverão receber fomento e doação de mudas, por parte das empresas do setor madeireiro;
- aproveitamento das áreas de cana-de-açúcar que serão retiradas da produção quando o uso do fogo for totalmente banido da cultura;
- utilização do fomento florestal como principal

instrumento do incremento dos plantios florestais;

- diversificação das 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;
- inclusão do plantio de essências exóticas, notadamente *Pinus* e *Eucalyptus*, de forma complementar nos projetos do Programa de Microbacias; e
- incorporar ao regime de produção sustentável área de até quatro milhões de hectares de Reservas Florestais com o plantio de espécies exploráveis economicamente.

No que tange ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao uso da madeira como energético e ao aproveitamento energético das florestas é preciso haver:

- definição de um centro tecnológico coordenador;
- manutenção em funcionamento dos geradores das usinas de açúcar e álcool, queimando a lenha em forma de cavaco, durante a entressafra da cana-de-açúcar;
- melhoria da eficiência dos processos de conversão energética da madeira e ampliar a aplicação dos processos já existentes para tal;
- mudança dos padrões tecnológicos atuais de produção de carvão vegetal, incluindo a recu-

- peração maciça dos gases de carbonização;
- direcionamento dos investimentos em tecnologia florestal para pólos de desenvolvimento, principalmente aos setores menos desenvolvidos tecnologicamente e de baixa produtividade, baseado na atuação por bacia hidrográfica e cadeia produtiva;
 - apoio aos projetos e atividades de utilização de resíduos das indústrias madeireiras; e
 - identificação de pólos de desenvolvimento florestal energético no Estado de São Paulo com possibilidade de instalação de usinas de transformação de madeira em carvão, aproveitamento dos compostos pirolenhosos e geração de energia elétrica.

Do ponto de vista de fortalecimento institucional deve haver:

- definição do organismo que fará a interlocução do Poder Público Estadual com o setor das florestas plantadas, caracterizando-as enquanto recursos naturais exploráveis;
- adaptação do Código Florestal às condições do Estado de São Paulo, cuja fronteira agrícola foi ocupada ainda nas décadas de 1960 e 1970, incorporando o zoneamento socioeconômico ambiental e normas de utilização 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; e
- emprego de uma taxa de reposição florestal como mecanismo de fomento e incentivo às atividades florestais energéticas. 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.

LITERATURA CITADA

AB' SABER, A. Projeto FLORAM. **Revista de Estudos Avançados**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, IEA-USP, São Paulo, n. 9, maio/ago., 1990.

ABRAF. **Anuário Estatístico 2006**. Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas. Brasília, 2006. Disponível em: <www.abraf.org.br>. Acesso em: 2007.

BRASIL. Congresso. Senado. Lei n.º 4.771, de 1965. Código Florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 2007.

BRITO, J. O. **Pró-carvão**. Programa de Qualificação para a Certificação da Cadeia Produtiva de Carvão Vegetal no Estado de São Paulo. Sindicato do Comércio Varejista de Lenha e Carvão Vegetal do Estado de São Paulo, SINICAL. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.ipef.br>>. Acesso em: 2007.

_____. O uso energético da madeira. **Revista de Estudos Avançados**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, IEA-USP, n. 59, 2007. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/iea/revista/rev59.html>>. Acesso em: 2007.

CASTANHO FILHO, E. P. **Agronegócio florestal em São Paulo**. Instituto de Economia Agrícola. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

_____. **Florestas energéticas**. Comissão de Bioenergia do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. São Paulo, 2007. 39 p. [Não publicado].

CASTANHO FILHO, E. P.; MACEDO, A. C. **Proposta de Recuperação Florestal de São Paulo**. Fundo de Desenvolvimento Florestal – Florestar São Paulo. São Paulo, 1991. 31 p.

_____. et al. **Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável – PDFS**. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, 1993. 47 p.

PATUSCO, J. A. M. Parâmetros energéticos gerais. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Energia. Coordenação Geral de Informações Energéticas. **Revista Economia & Energia**, n. 13, mar./abr., 1999. Disponível em: <<http://ecen.com/>>. Acesso em: 2007.

ROZOV, V. **Energia o ano inteiro**. São Paulo, 2007. 7 p. [Não publicado].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola. **Áreas e produção dos principais produtos da agropecuária**. São Paulo, 2006a. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

_____. **Valor da produção dos principais produtos da agropecuária**. São Paulo, 2006b. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

_____. Secretaria de Saneamento e Energia de São Paulo. **Balço Energético do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2006c. Disponível em: <<http://www.saneamento.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

_____. **Matriz Energética do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2006d. Disponível em: <<http://www.saneamento.sp.gov.br>>. Acesso em: 2007.

VICTOR, M. A. de M. 1975: cem anos de devastação. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 28 mar. 1975, Suplemento Centenário.

FLORESTAS E BIOENERGIA

RESUMO: *A utilização de florestas como energético é tão antiga quanto a história da humanidade. No entanto, até os dias atuais ela continua sendo utilizada para esse fim. O enfoque bioenergético procura resgatar essa característica dando-lhe cunho mais atual e propondo utilização mais racional desse insumo. Para os próximos 25 anos, o Estado de São Paulo pode se valer de um estoque de terras apropriados para plantar 780 mil hectares, visando a produção bioenergética, oriundas de florestas cujo potencial de produção por hectare rivaliza com o da cana-de-açúcar. Para que isso se concretize, no entanto, são necessárias medidas de política que incentivem esse setor.*

Palavras-chave: floresta, bioenergia, economia florestal, potencial energético.

ENERGETIC CROPS FOR BIONENERGY IN SAO PAULO STATE, BRAZIL

ABSTRACT: *Although the use of energetic crops can be traced back as far as the origins of humanity, it remains until today. A bioenergetic focus seeks to rescue the energetic use forest biomass by setting it within a more present-day frame and proposing to rationalize its use. For the next 25 years the state of Sao Paulo is able to profit from a stock of lands that are adequate for the planting of 780 thousand hectares aiming at producing forest biomass for energy purposes, whose potential supply per hectare rivals that of sugar cane. For that to materialize, however, police measures encouraging this sector are necessary.*

Key-words: forest, forest biomass, bioenergy, Sao Paulo state, energetic use, forestry economics.

Recebido em 05/11/2007. Liberado para publicação em 07/12/2007.