

Foto: Direitos cedidos por empresas associadas da ABRAF.



# FLORESTAS ENERGÉTICAS

INOVAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE

Foto: Direitos cedidos por empresas associadas da ABRAF.



**Embrapa**

Agroenergia  
Florestas

# O Brasil tem uma agenda pública para o negócio de agroenergia<sup>1</sup>.



2

Os crescentes desafios nas áreas da produção, da inovação e do abastecimento implicam em mudanças na política agrícola nacional. A oportunidade para o Brasil liderar a nova matriz energética é baseada na energia de biomassa que congrega as plataformas de etanol, biodiesel, florestas energéticas e resíduos. Com os marcos referenciais recentes a agroenergia no Brasil foca os principais desafios da produção agrícola e industrial de energia renovável, suportada pelos ganhos de inovações tecnológicas e arranjos produtivos sustentáveis.

A concretização da expansão da agroenergia pressupõe o alinhamento de diversas políticas governamentais, como política tributária, de abastecimento, agrícola, agrária, creditícia, fiscal, energética, de ciência e tecnologia, ambiental, industrial, de comércio internacional e de relações exteriores e, quando for o caso, do seu desdobramento em legislação específica.

O negócio de agroenergia é tipicamente uma parceria público privada e requer o desenvolvimento de novos arranjos institucionais, técnicos-científicos e produtivos.

Florestas plantadas objetivam, principalmente, produzir biomassa (lenha e carvão) para conversão em energia (calor, bioeletricidade e novos produtos) e evitar a pressão do desmatamento sobre a vegetação natural dos biomas terrestres brasileiros (cerrado, caatinga, mata atlântica, pantanal, pampa, amazônia).

<sup>1</sup>Documento elaborado em suporte à plataforma de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de "Florestas Energéticas", descrita no Plano Nacional de Agroenergia (PNA 2006-2011).

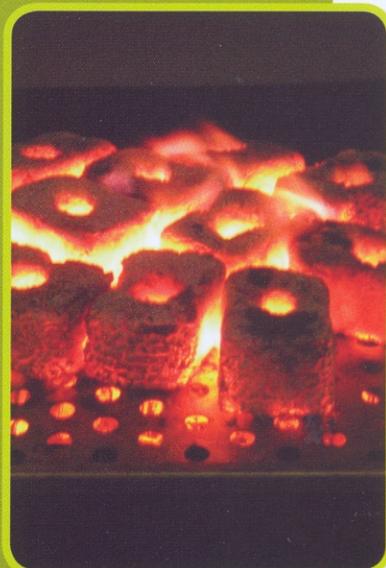
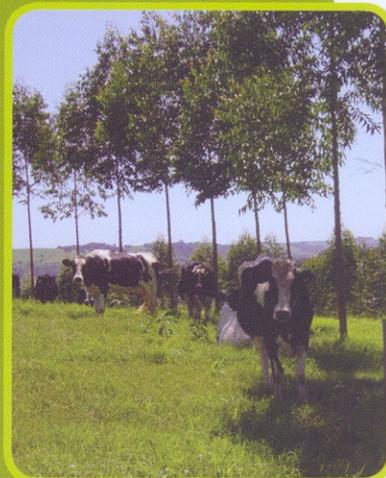
# Desafios nacionais nas áreas da produção, da inovação e do abastecimento.

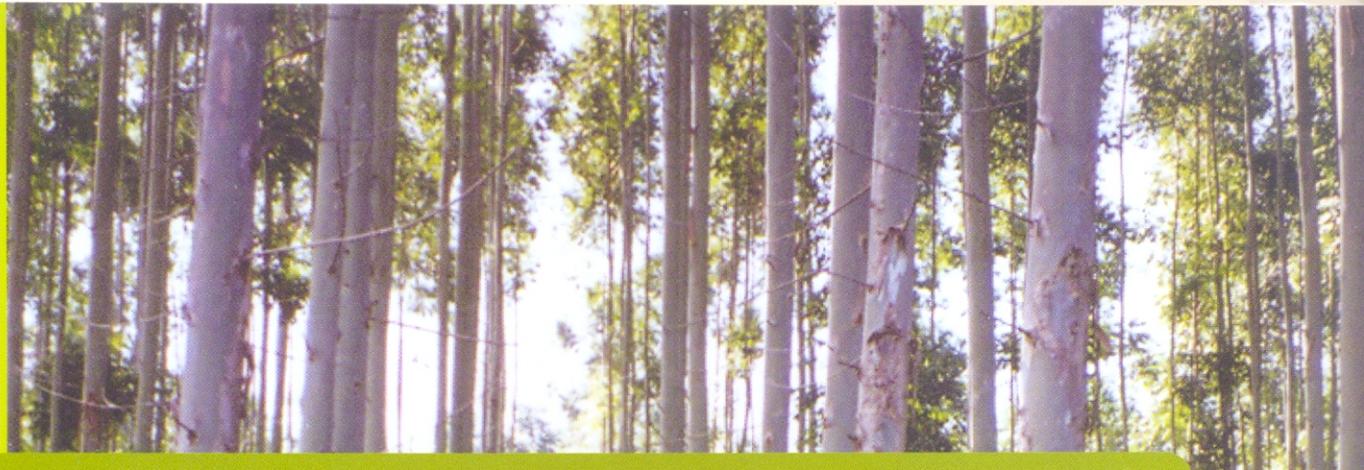
Os desafios nacionais na área da produção de alimentos, biomassa energética e de florestas (fibras/papel/celulose) são focados em cinco dimensões: econômico, social, ambiental inserção regional e globalização.

O Plano Nacional de Agroenergia (PNA 2006-2011) coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e executado com o apoio da rede Embrapa de PD&I em agroenergia, visa a “estabelecer marco e rumo para as ações públicas e privadas de geração de conhecimento e de tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e para o uso racional dessa energia renovável. Tem por meta tornar competitivo o agronegócio brasileiro e dar suporte a determinadas políticas públicas, como a inclusão social, a regionalização e a sustentabilidade ambiental.”

Os fatores clássicos de produção (terra, capital e trabalho) embora necessários, não atendem aos critérios de suficiência para uma atividade agrícola, silvícola ou pastoril competitiva e sustentável. Nesse sentido, os apelos sócio-econômicos, ambientais e de oportunidades de negócios requerem continuidade de política agrícola definidora de diretrizes nacionais.

A definição de prioridades se consolida por critérios que estabelecem o compartilhamento de ações, de resultados e impactos do esforço produtivo coletivo, embasados na organização e integração das inovações tecnológicas em sistemas produtivos sustentáveis.





## Visão sobre Florestas Energéticas - Mundo

Cerca de 5% da demanda mundial de energia são atendidos com a queima direta da madeira. Em 1999, do total de 472,3 Mtep produzidos a partir da madeira, os maiores usuários foram a Ásia (46,0%) e a África (30,0%); América do Norte (8,0%), América do Sul (8,0%) e Europa (7,1%), ocuparam a faixa de consumidores intermediários; figurando a Oceania (0,8%) e Oriente Médio (0,1%), como os menores usuários (IEA Statistics, 1999).

Embora os dados, devido às variações regionais, sejam imprecisos, o consumo mundial de madeira *per capita* anual é estimado em 0,3 a 0,4 m<sup>3</sup>, equivalente a 0,1 tep. O setor rural é o maior consumidor de biomassa para energia. Estima-se que o consumo *per capita* seja de 1 t/ano (15 GJ) no meio rural e 0,5 t/ano no meio urbano.

De acordo com a FAO (2009), a área total de florestas no Mundo no período de 1990 a 2005, sofreu um decréscimo de 125,2 milhões de hectares, o que significa uma redução de 3,1%, ou uma taxa anual média de 0,2% (Tabela 1). Isso significa que florestas naturais foram derrubadas para fins comerciais, industriais ou mesmo para uso da madeira bruta como fonte de energia.

**Tabela 1. Evolução da Área de Florestas no Mundo.**

CONTINENTE	Área (10 <sup>3</sup> ha)		
	1990	2000	2005
Europa	989.320	998.091	1.001.394
América Latina e Caribe	923.807	882.339	859.925
África	699.361	655.613	635.412
América do Norte	677.801	677.971	677.464
Ásia e Pacífico	743.825	731.077	734.243
Oriente Médio	43.176	43.519	43.588
<b>TOTAL</b>	<b>4.077.290</b>	<b>3.988.610</b>	<b>3.952.025</b>

Fonte: FAO, 2009.

As variações no consumo de energia de madeira na forma de lenha bruta e resíduos estão fortemente associadas ao grau de desenvolvimento do País. Seu uso é especialmente comum em áreas rurais dos países em desenvolvimento, sendo responsável por quase toda a energia residencial consumida. Normalmente, o consumo ocorre, em sua quase totalidade, no local de produção. Já o carvão vegetal é mais consumido nas áreas urbanas e suburbanas das cidades, demandando cerca de 6 m<sup>3</sup> de madeira para a produção de uma tonelada de carvão. Assim, incorrem em custos de transporte, de processamento e de estocagem, tanto da matéria-prima quanto do carvão.

# Visão sobre Florestas Energéticas - Brasil



O Brasil é um dos maiores produtores e o maior consumidor mundial de produtos de origem florestal. Setores estratégicos da economia brasileira, como a siderurgia, a indústria de papéis e embalagens, e a construção civil, são altamente dependentes do setor florestal.

De acordo com a FAO, a área brasileira de florestas é de aproximadamente 5,3 milhões de km<sup>2</sup>, cerca de dois terços da área do País, sendo a segunda maior do Mundo (PNA, 2006), superada, apenas pela Federação Russa.

No Brasil, o consumo de madeira é de 300 milhões de m<sup>3</sup>/ano, sendo cerca de 100 milhões de m<sup>3</sup>/ano de florestas plantadas para uso industrial.

O uso industrial da biomassa florestal no Brasil destina-se, especialmente, à produção de lenha e carvão, alimentos e bebidas, cerâmica e indústria de papel. Quanto ao carvão vegetal, estima-se um consumo anual de 6 milhões de toneladas, nas indústrias de aço e de outras ligas metálicas. O uso extensivo da energia da madeira, incluindo o carvão, deve-se aos seus baixo custo e acessibilidade, em especial, na área rural. O processo, em geral, é extrativo em que os custos de produção e processamento são desprezíveis. A preferência pelo carvão deve-se à facilidade de transporte e combustão. Em 2008, a utilização da madeira (lenha e carvão vegetal) foi de 29,2 milhões de toneladas, representando 11,6 % do consumo total, ocupando o quarto lugar entre as fontes (Tabela 2).

**Tabela 2. Consumo final de energia no Brasil por fonte - 2008.**

Fontes	Milhões de tep	%
Derivados de Petróleo	92,5	36,7
Gás Natural	25,9	10,3
Carvão mineral (1)	15,7	6,2
Eletricidade	34,9	13,8
Madeira (2)	29,2	11,6
Produtos da Cana (3)	41,3	16,4
Material Nuclear (Uranio)	3,7	1,5
Outras Fontes renováveis	8,8	3,5
<b>TOTAL</b>	<b>252,2</b>	<b>100,00</b>

Fonte: BEN, 2009, Ano Base 2008. EPE/ MME, 2008.

(1) Carvão natural, coque e gás de coqueria; (2) Lenha e carvão vegetal; (3) Etanol e bagaço.

A produção florestal convertida em carvão, lenha e energia destina-se tanto ao consumo industrial como doméstico. Na avaliação do consumo por blocos de consumidores, o setor de transformação é responsável por 42% do total, seguido pelo uso residencial, industrial e agropecuário (Tabela 3).

**Tabela 3. Distribuição do consumo setorial de madeira para energia no Brasil em 2008.**

Setor	%
Transformação (*)	41,8
Residencial	27,1
Agropecuário	8,6
Industrial	21,7
Outros	0,8
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: Fonte: BEN 2009, ano base 2008, EPE/MME.

\*principalmente para produção de carvão vegetal e em pequena escala geração de eletricidade.

Dos 8,5 milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro, aproximadamente 63,7% são cobertos por florestas nativas, 23,2% ocupados por pastagens, 6,8% agricultura, 4,8% pelas redes de infra-estrutura e áreas urbanas, 0,9% culturas permanentes e apenas 0,6% abrigam florestas plantadas (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF, 2005). Essa área corresponde a cerca de 5,2 milhões de hectares plantados com eucaliptos (3,4 milhões de hectares, principalmente para carvão) e pinus (1,8 milhões de hectares).

As áreas predominantes de Florestas Plantadas destinadas a atender os segmentos industriais de Papel e Celulose e Siderurgia a carvão vegetal encontram-se concentradas em Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Bahia, que abrigam 78,7% da área total plantada com eucalipto e pinus (Tabela 4). O Estado de Minas Gerais se destaca como um grande polo produtor e consumidor de produtos florestais.

**Tabela 4. Distribuição de florestas plantadas com Eucalipto e Pinus no Brasil por Estado em 2008.**

Estado	Eucalipto		Pinus		Total	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
MG	1.278.212	30,0	145.000	7,8	1.423.212	23
SP	934.360	21,9	207.840	11,1	1.142.199	18,6
PR	142.434	3,3	714.893	38,3	857.328	14
SC	77.436	1,8	551.219	29,5	628.655	10,3
BA	587.606	13,8	35.090	1,9	622.696	10,2
RS	277.316	6,5	173.163	9,3	450.480	7,4
MS	265.254	6,2	18.797	1	284.051	4,6
ES	210.409	4,9	3.991	0,2	214.399	3,5
PA	136.294	3,2	11	0,0	136.305	2,2
MA	111.117	2,6	0	0,0	111.117	1,8
AP	63.309	1,5	1.620	0,1	64.929	1,1
GO	56.881	1,3	15.198	0,8	72.079	1,2
MT	58.580	1,4	7	0,0	58.587	1,0
Outros	59.496	1,4	850	0,0	60.346	1,0
<b>Total</b>	<b>4.258.704</b>	<b>100,0</b>	<b>1.867.680</b>	<b>100,0</b>	<b>6.126.384</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Anuário Estatístico da ABRAF/2009 – Ano Base 2008.

No Brasil, a produção de energia a partir das florestas plantadas cresceu sensivelmente nos últimos anos, enquanto reduziu a participação das florestas nativas. A evolução dos tradicionais fornos "rabo-quente" para fornalhas retangulares tem contribuído para a maior eficiência no uso da matéria prima. Processos muito mais eficientes estão sendo gradualmente adotados, agregando valor ao produto das florestas plantadas, cujo uso reduz os custos com transporte.

As perspectivas do uso do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para premiar a produção de aço "verde" renovou o interesse pela siderurgia a carvão vegetal. Buscam-se tecnologias mais limpas e eficientes, incluindo a utilização de subprodutos (do alcatrão e dos gases efluentes). Estima-se que a produção atual de gusa (27 milhões de toneladas) necessitaria de 17,5 milhões de toneladas de carvão vegetal, com área plantada de 3,3 milhões de hectares.

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e a utilização dos resíduos, inclusive os de origem florestal, visando à redução de custos de produção e da poluição ambiental é o grande desafio nos dias atuais. Os resíduos florestais obtidos do manejo correto dos projetos de reflorestamento podem incrementar a produtividade energética das florestas. Embora as estatísticas sejam deficientes por causa da biodiversidade regional, da fauna, da tecnologia, do solo e do clima, *Woods et al (Environment and Energy, Paper 13, 1994)* estimaram em 35 EJ/ano (10 GW) o potencial energético dos resíduos da extração florestal, no Mundo. Parcela ponderável desse resíduo é obtida consolidadamente nas usinas de processamento de madeira ou de obtenção de celulose e papel.





## Programa Nacional de Florestas

8

A atividade florestal no Brasil tem abrigo no Programa Nacional de Florestas (PNF), criado pelo Decreto nº 3.420, de 20 de abril de 2000, com o objetivo de articular as políticas públicas setoriais para promover o desenvolvimento sustentável, conciliando o uso com a conservação das florestas brasileiras e fomentando as atividades de reflorestamento, notadamente em pequenas propriedades rurais. É um programa de articulação das ações do governo brasileiro com relação aos recursos florestais, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e executado com o apoio da CONAFLORE – Comissão Nacional de Florestas, que é composta por membros representantes dos setores público e privado. Após o Decreto nº 6.101 de 26 de abril de 2007, que definiu a nova estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente, o PNF passou a ser coordenado pelo Departamento de Florestas (DFLOR).

As ações do PNF são importantes enquanto mecanismos de expansão e manutenção da base produtiva, o que é necessário para a sustentabilidade do setor econômico florestal.

Nesse contexto, muitas unidades da Embrapa tem como foco a geração do conhecimento para produção de biomassa enquanto a Embrapa Agroenergia visa os processos de transformação da biomassa em energia, buscando a maior eficiência dos processos de conversão, o que por sua vez, contribui para a sustentabilidade dos processos de produção.

**O Programa Nacional de Florestas, buscando alavancar o setor florestal, já em 2004, estabeleceu como estratégias e metas para o período 2004 – 2007 as seguintes ações:**

1) Expansão da base florestal plantada consorciada com a recuperação de áreas degradadas:

- Atingir o plantio anual de 600 mil hectares de florestas.
- Aumentar para 30% a participação do pequeno produtor.

2) Expansão da área florestal manejada consorciada com a proteção de áreas de alto valor para conservação:

- Aumentar para 15 milhões de hectares a área de florestas naturais sustentavelmente manejadas no Brasil.
- Garantir que 30% da área manejada seja em florestais sociais. Decreto nº 6.101 de 26 de abril de 2007.



## Demandas

A produtividade brasileira de madeira nas florestas plantadas supera a de países como Canadá e Estados Unidos, o que lhe confere destaque e competitividade no mercado mundial de celulose e o credencia para consolidar sua vocação também em outros campos da produção de bens florestais e serviços ambientais. A grande competitividade do país no

agronegócio florestal é garantida principalmente por suas características edafoclimáticas e pelo avanço tecnológico na área de silvicultura.

De acordo com a ABRAF (Anuário Estatístico, 2009) a área plantada com florestas industriais (eucalipto e pinus) está aumentando, porém, não às taxas necessárias para atender às demandas de produtos florestais. Considerando-se que as avaliações sejam feitas pelo incremento em novos plantios, os aumentos anuais ficaram abaixo das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Florestas (PNF), de 600 mil hectares, no período 2004-2007, gerando um déficit anual na demanda por áreas florestadas (Tabela 5).

**Tabela 5. Evolução da área plantada total no período 2004 a 2008 e déficit calculado para uma estimativa de 600 mil hectares em plantios novos<sup>1</sup>.**

	2004	2005	2006	2007	2008
Área Plantada (ha)	4.963.511	5.294.204	5.632.080	5.836.610	6.126.384
Incremento (ha) <sup>2</sup>	-	330.693	337.876	204.530	289.774
Déficit anual (ha) <sup>3</sup>	-	269.307	262.124	395.470	310.226
Déficit acumulado (ha)	-	269.307	531.431	926.901	1.237.127

<sup>1</sup>Dados adaptados da Tabela 1 do Anuário Estatístico da ABRAF 2009

<sup>2</sup>Diferença entre ano atual e o anterior

<sup>3</sup>Diferença entre a expectativa de 600 mil ha e o realizado em plantios novos em cada ano.

Nesse cenário, a eventual retomada do mercado de biomassa florestal, gerará déficit de oferta madeireira na próxima década, em decorrência do longo tempo de maturação dos projetos de reflorestamento e, também, da taxa de plantio menor do que a taxa de uso. De acordo com a Tabela 5, o déficit acumulado de 2004 a 2007 é de 926 mil hectares, que se manter nos níveis atuais, constitui um forte indicativo de um possível “apagão florestal” na próxima década. Torna-se, portanto, necessário implementar políticas públicas para incentivo ao plantio de florestas, bem como, aumentar o investimento em PD&I para aumento na eficiência de uso da matéria prima.

Na avaliação do Departamento de Florestas do Ministério do Meio Ambiente (DFLOR/MMA), de 2002 a 2007, as áreas plantadas (em 10<sup>3</sup> ha) foram: 320, 425, 465, 553, 627 e, 640, respectivamente. Os números são expressivos, porém, levam em consideração a soma das áreas de reforma e de plantios novos (<http://www.mma.gov.br>, acessado em 18/05/2009). Na avaliação da ABRAF (Anuário Estatístico, 2009) foi considerada a área total plantada.



## Necessidade de Inovação

O uso da madeira e de resíduos madeireiros ainda carece do aperfeiçoamento das técnicas atuais e do desenvolvimento de conhecimento novo para aumento da eficiência de uso da matéria prima.

A inovação deve ser buscada tanto no desenvolvimento da tecnologia silvícola, da tecnologia industrial, como também, em estudos transversais.

### Tecnologia silvícola

- Identificar e selecionar espécies florestais como alternativa ao eucalipto, com adequado poder calorífico, para a produção de biomassa floresta em várias regiões brasileiras;
- Definir sistemas de produção mais eficientes, compreendendo parâmetros silviculturais, práticas de manejo, técnicas de colheita, arranjos produtivos e modelos de planejamento integrado.

### Tecnologia industrial

- Desenvolver tecnologias para produção de gás de síntese usando o bio-óleo de pirólise em gaseificadores pressurizados;
- Desenvolver tecnologias limpas e eficientes de combustão a carvão, como leito fluidizado, leito fluidizado pressurizado e gaseificação;
- Desenvolver tecnologias limpas e eficientes de carbonização e aplicação para briquetes siderúrgicos usando carvão vegetal de resíduos florestais;
- Desenvolver tecnologias de combustão avançada e mista e processos de pirólise de biomassa para produção de bio-óleo.
- Desenvolver tecnologias mais eficientes de combustão para geração e cogeração de energia a partir da biomassa florestal;

### Estudos transversais

- Zonar e demarcar áreas aptas ao cultivo de florestas;
- Desenvolver arranjos produtivos locais considerando espécies nativas, adaptadas e consórcios com agricultura e pecuária;
- Desenvolver metodologias que possibilitem medir o balanço de carbono e serviços ambientais;
- Viabilizar programas para pequenos produtores a exemplo do fazendeiro florestal.

A contribuição de ferramentas tais como a engenharia genética nas tecnologias agrônômica e silvicultural, como também, a contribuição de tecnologias industriais para uso eficiente da conversão da biomassa florestal em produtos requer novos desenvolvimentos. Para os usos tradicionais da biomassa florestal como lenha, carvão vegetal, papel e celulose, madeira serrada, placas de madeira, extração de resina, óleos essenciais e fabricação de móveis, existe, atualmente, a necessidade de buscar novos mercados e novos produtos baseados em processos e tecnologias inovadoras.

As rotas termoquímicas e bioquímicas para a conversão da biomassa florestal em energia, combustíveis e materiais renováveis são opções viáveis para abrir esses novos mercados trazendo possibilidade de maior ganho. Nessa perspectiva, as rotas de produção de etanol lignocelulósico por hidrólise enzimática, a gaseificação para a produção de gás de síntese e a síntese catalítica de combustíveis sintéticos e fertilizantes, a pirólise rápida para produção de bio-óleo, a compactação por briquetagem e peletização de biomassa e carvão vegetal para a produção de combustíveis sólidos são potencialmente atrativas.

O uso integral da floresta, incluindo seus resíduos no campo (galhos e troncos finos) e aqueles gerados nas indústrias (serragem, maravalha, costaneiras e pontas) trará maior sustentabilidade e renovabilidade para a atividade florestal. As florestas plantadas tem um grande potencial de exploração, inclusive para arranjos produtivos em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta.

No que se refere a PD&I, a Embrapa lidera um amplo projeto de pesquisa que responde a um dos grandes desafios nacionais. O projeto de Florestas Energéticas é conduzido por uma rede nacional de pesquisa (envolvendo 130 pesquisadores, de 17 Unidades da Embrapa, 15 Universidades, 14 Institutos de Pesquisas, 11 Empresas de Desenvolvimento Florestal, 4 Cooperativas, 7 Indústrias e 2 Associações de Fabricantes entre outras instituições parceiras) e tem os seguintes objetivos: a) estabelecer as bases florestais para a expansão dos cultivos; b) desenvolver e otimizar as tecnologias para uso tradicional da madeira como fonte de energia; c) desenvolver co-produtos energéticos de alto valor agregado; e d) contribuir para a expansão sustentável da cadeia produtiva florestal, como também, para a matriz nacional de energia.

O desenvolvimento da cadeia produtiva florestal do Brasil requer arranjos locais/regionais adequados em Parcerias Público Privada (PPP), uma vez que o setor florestal brasileiro é de fundamental importância econômica, social e ambiental para o País e necessita urgentemente de novos investimentos e definição de novas políticas que possibilitem a incorporação de tecnologias inovadoras.

Atualmente, buscando-se ajustar o negócio de florestas às peculiaridades de cada região do País, discute-se uma nova política para o Brasil, especialmente, focando-se na adequação do Código Florestal (Lei 4.771, de 15/09/1965), harmonizando-se os focos produtivos e ambientais.



Foto: Direitos cedidos por empresas associadas da ABRAF.



**Embrapa**  
Agroenergia  
Florestas

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

**BRASIL**  
UM PAÍS DE TODOS  
GOVERNO FEDERAL