

RELATÓRIO

OPORTUNIDADES PARA  
FLORESTAS ENERGÉTICAS  
NA GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

AGROICONE

JULHO 2015

---

TEMA  
CÓDIGO FLORESTAL

PROJETO  
OPORTUNIDADES PARA FLORESTAS ENERGÉTICAS  
NA GERAÇÃO DE BIOENERGIA

---

*O projeto **Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT)** é composto por uma equipe de especialistas que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental. O INPUT visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil. O trabalho produzido pelo INPUT é financiado pela Children's Investment Fund Foundation (CIFF), através do Climate Policy Initiative. [www.inputbrasil.org](http://www.inputbrasil.org)*





## CONTEÚDO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	6
1.1 – ANTECEDENTES .....	6
1.2 – OBJETIVOS .....	6
1.3 – ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	6
<b>2 – METODOLOGIA</b> .....	8
2.1 – ABRANGÊNCIA DO ESTUDO .....	8
2.1.1 – Geográfica .....	8
2.1.2 – Escopo .....	8
2.2 – ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	8
2.3 – FONTES DE INFORMAÇÕES .....	9
<b>3 – CARACTERIZAÇÃO DE FLORESTAS PLANTADAS E SEGMENTOS CONSUMIDORES NO BRASIL</b> .....	10
3.1 – CARACTERIZAÇÃO DE FLORESTAS PLANTADAS .....	10
3.1.1 – Cadeia Produtiva .....	10
3.1.2 – Perfil de Florestas Plantadas e Produção de Madeira no Brasil .....	11
3.1.3 – Espécies Potenciais para Fins Energéticos .....	16
3.1.4 – Produção e Destinação de Resíduos .....	19
3.2 – MERCADO CONSUMIDOR DE BIOMASSA FLORESTAL .....	20
3.2.1 – Consumo de Energia no Brasil .....	20
3.2.2 – Principais Segmentos Florestais/Industriais .....	22
3.2.3 – Exportação de Cavacos .....	23
3.2.4 – Tendências e Perspectivas .....	24
<b>4 – COMPETITIVIDADE DE FLORESTAS PLANTADAS PARA FINS ENERGÉTICOS</b> .....	28
4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	28
4.2 – ASPECTOS FLORESTAIS .....	29
4.2.1 – Crescimento Florestal (IMA / Região e Espécies) .....	29
4.2.2 – Preço da Madeira (Biomassa Florestal) .....	30
4.2.3 – Competitividade e Preço Regional de Terras .....	33
4.2.4 – Oportunidades e Riscos .....	34
4.3 – ASPECTOS FÍSICOS .....	35
4.3.1 – Precipitação .....	35
4.3.2 – Temperatura .....	36
4.3.3 – Geadas .....	36
4.3.4 – Solos .....	36
4.3.5 – Relevo / Declividade .....	37
4.3.6 – Características por Região .....	37
4.3.7 – Oportunidades e Riscos .....	40
4.4 – ASPECTOS AMBIENTAIS E LEGAIS .....	40
4.4.1 – Esfera Federal .....	41
4.4.2 – Esfera Estadual .....	41
4.5 – ASPECTOS DE MERCADO .....	46
4.6 – VANTAGENS COMPARATIVAS E COMPETITIVAS .....	50
<b>5 – POTENCIAL PARA FLORESTAS ENERGÉTICAS NO BRASIL</b> .....	52

<b>6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	54
<b>7 – REFERÊNCIAS CITADAS</b> .....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Abordagem Metodológica do Estudo .....	9
Figura 02 – Cadeia de Produtos Florestais.....	11
Figura 03 – Evolução da Área de Florestas Plantadas com <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> no Brasil (2006-2014).....	12
Figura 04 – Distribuição da Área Plantada de <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> por Estado (2014) .....	13
Figura 05 – Comparação do TU Segundo Diferentes Idades para o <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> .....	17
Figura 06 – Comparação da Densidade Básica Segundo Diferentes Idades para o <i>Eucalyptus</i> e <i>Pinus</i> .....	18
Figura 07 – Evolução Histórica e Distribuição do Consumo de Energia no Brasil .....	20
Figura 08 – Distribuição do Consumo de Biomassa por Setor da Economia (2014) .....	21
Figura 09 – Distribuição do Consumo de Biomassa por Subsetor da Indústria (2013).....	21
Figura 10 – Evolução Histórica das Exportações Brasileiras de Cavaco (2005-2014) e Principais Destinos das Exportações (2014).....	24
Figura 11 – Localização de Produtores de <i>Pellets</i> no Brasil.....	26
Figura 12 – Evolução do Incremento Médio Anual (IMA) para Espécies de <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> no Brasil.....	29
Figura 13 – Comparativo de IMA no Brasil e em Outros Países (Base 2014) .....	30
Figura 14 – Índice de Preço Nominal de Toras de <i>Eucalyptus</i> no Brasil (Base Abr/14 = 100).....	31
Figura 15 – Índice de Preço Nominal de Toras de <i>Pinus</i> no Brasil (Base Abr/14 = 100).....	32
Figura 16 – Faixa de Preço de Terra por Região .....	34
Figura 17 – Potência Outorgada por Estado.....	49
Figura 18 – Principais Vantagens Comparativas e Competitivas do Setor Florestal Brasileiro.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Produção de Madeira Fina no Brasil por Região, Estado da Federação e Espécie - 2013 .....	1
Tabela 02 – Relação entre o Teor de Umidade da Madeira e o Poder Calorífico .....	17
Tabela 03 – Comparação entre o Teor de Lignina e o Poder Calorífico do <i>Eucalyptus</i> e do <i>Pinus</i> .....	19
Tabela 04 – Aspectos de Competitividade Analisados no Capítulo .....	28
Tabela 05 – Preços Médios de Toras de <i>Eucalyptus</i> por Estado.....	32
Tabela 06 – Preços Médios de Toras de <i>Pinus</i> por Estado .....	33
Tabela 07 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados aos Aspectos Florestais ..	35

Tabela 08 – Principais Limitações e Aptidões de Pinus e Eucalyptus por Região .....	39
Tabela 09 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados a Aspectos Edafoclimáticos .....	40
Tabela 10 – Limitações e Oportunidades Relacionadas a Florestas Plantadas Energéticas Existentes na Legislação e Políticas Públicas Vigentes, Federais e Estaduais.....	45
Tabela 11 – Capacidade de Geração de Energia das UTEs a Base de Resíduos de Madeira no Brasil .....	47
Tabela 12 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados aos Aspectos de Mercado.....	50
Tabela 13 – Atributos e Gargalos para o Desenvolvimento de Florestas Energética, por Região do Brasil.....	52

## LISTA DE SÍMBOLOS, UNIDADES, SIGLAS E ABREVIações

### SÍMBOLOS E UNIDADES

a.a	Ao ano
Art.	Artigo
§	Parágrafo
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
Cap.	Capítulo
cm	Centímetros
ha	Hectare
kcal	Quilocaloria
km	Quilômetro
kW	Quilowatt
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
MM	Milhões
mm	Milímetros
MW	Megawatt
# ou n°	Número
R\$	Moeda em Reais
US\$	Moeda em Dólar Americano
t	Tonelada
tep	Toneladas equivalentes de petróleo

### SIGLAS E ABREVIações

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
ABIPEL	Associação Brasileira das Indústrias de Pellets
AGU	Advocacia Geral da União

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APF	Autorização de Plantio Florestal
APL	Arranjo Produtivo Local
APP	Área de Preservação Permanente
BCB	Banco Central do Brasil
BEN	Balanço Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
C&P	Celulose & Papel
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCVE	Contrato de Compra e Venda de Energia
CONDEPRODEMAT	Conselho Deliberativo dos Programas de Desenvolvimento de Mato Grosso
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
FEN	Fundo de Energia do Nordeste
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBA	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMA	Incremento Médio Anual
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
LAU	Licença Ambiental Única
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
MTUR	Ministério do Turismo
PC	Poder Calorífico
PCS	Poder Calorífico Superior
PDFS	Programa de Desenvolvimento Florestal Sustentável
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PMVA	Produtos de Maior Valor Agregado
PSS	Plano de Suprimento Sustentável
RL	Reserva Legal
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
TL	Teor de Lignina
TU	Teor de Umidade
UTE	Usina Termelétrica
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

## 1 – INTRODUÇÃO

---

### 1.1 – ANTECEDENTES

A AGROICONE foi criada em 2013 pela união de grupo de especialistas do Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais. A empresa é composta por uma equipe multidisciplinar que desenvolve estudos e pesquisas aplicadas, com o intuito de promover debates qualificados em temas globais do agro brasileiro e mundial.

A AGROICONE desenvolve estudos e projetos para diversas cadeias de valor, com especial destaque para o setor sucroenergético; carnes e lácteos; grãos; lavouras perenes (florestas plantadas e palma de óleo); bioenergia e produtos da agricultura familiar. Com o objetivo de melhor conhecer as possibilidades de uso de florestas plantadas para a geração de energia no Brasil, a AGROICONE solicitou à STCP a realização de um *desk study* sobre as reais oportunidades para investimento em florestas plantadas voltadas à geração de energia no Brasil.

O presente documento corresponde o *desk study* preparado para a AGROICONE, codificado como 05ACN0115R00 e intitulado de “Oportunidades para Florestas Energéticas na Geração de Energia no Brasil”.

### 1.2 – OBJETIVOS

O objetivo geral dos trabalhos aqui apresentados foi:

***Subsidiar à AGROICONE com informações no sentido de ampliar seu entendimento sobre as oportunidades de investimento em florestas plantadas no Brasil, voltadas à geração de energia.***

Em termos específicos este estudo objetivou:

***Apoiar na geração de conhecimento sobre fatores de competitividade e potencial das florestas plantadas na geração de energia no Brasil.***

### 1.3 – ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este relatório está composto por sete capítulos, os quais são descritos a seguir:

- i. Capítulo 1 – **Introdução** – Apresenta os antecedentes do projeto, os objetivos e o conteúdo do relatório.
- ii. Capítulo 2 – **Metodologia** – Trata da abrangência do estudo (geográfica e de escopo), sintetiza a abordagem metodológica utilizada e cita as principais fontes de informações contempladas.
- iii. Capítulo 3 – **Caracterização das Florestas Plantadas e Segmentos Consumidores no Brasil** – Inclui na primeira parte do capítulo a cadeia produtiva florestal com enfoque na geração de biomassa, considerando o perfil das florestas plantadas e produção de madeira, espécies potenciais para fins energéticos, produção e destinação de resíduos. Na sequência é tratado o mercado consumidor de biomassa, levando-se em conta a distribuição do consumo de energia, principais segmentos, tendências e perspectivas.

- 
- iv. Capítulo 4 – **Competitividade de Florestas Plantadas para Fins Energéticos** – Neste capítulo estão presentes os principais aspectos de competitividade que afetam as florestas plantadas para fins energéticos, tais como: produtividade (IMA), preço da madeira, aspectos físicos (condições edafoclimáticas), aspectos legais e ambientais e aspectos de mercado (localização e outros).
  - v. Capítulo 5 – **Potencial para Florestas Energéticas no Brasil** – Apresenta uma matriz com a indicação dos principais aspectos e regiões com potencial de desenvolvimento de florestas energéticas no Brasil, incluindo eventuais restrições e gargalos pertinentes.
  - vi. Capítulo 6 – **Considerações Finais** – Descreve os aspectos chaves abordados no estudo, identificados pela Consultora.
  - vii. Capítulo 7 – **Referências Citadas**

## 2 – METODOLOGIA

---

### 2.1 – ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

#### 2.1.1 – Geográfica

Do ponto de vista geográfico, os trabalhos tiveram como foco o Brasil como um todo. No entanto, as informações foram disponibilizadas, na medida do possível, de forma desagregada por estados e/ou nas grandes regiões brasileiras.

#### 2.1.2 – Escopo

O escopo do presente estudo contemplou basicamente os seguintes aspectos principais para atender as necessidades da AGROICONE:

- i. Fontes Energéticas: foco em biomassa/lenha (madeira);
- ii. Espécies: oriundas de florestas plantadas (*Eucalyptus* e *Pinus*);
- iii. Principais atividades:
  - Caracterização do perfil de florestas plantadas e segmentos consumidores no Brasil (ênfase em florestas energéticas); e
  - Análise do potencial de florestas na geração de energia.

### 2.2 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem metodológica adotada pela Consultora na condução dos trabalhos pode ser observada na figura 01.

Na sequência são descritas as principais atividades desenvolvidas em cada etapa na elaboração deste Produto.

#### i. Planejamento e Mobilização

Na primeira etapa houve um planejamento interno e a mobilização da equipe técnica do trabalho. Ainda nesta etapa, alinhamentos (via e-mail) entre as partes (STCP/AGROICONE) foram levados a cabo, a exemplo da estrutura tentativa do relatório final entre outros.

#### ii. Levantamento de Dados e Informações

Em seguida iniciou-se a coleta de informações necessárias ao desenvolvimento do estudo. A equipe de consultores efetuou coleta de informações (basicamente **secundárias**), relacionadas aos aspectos de produção das florestas energéticas e consumo de resíduos e biomassa por parte da indústria, assim como outros dados necessários.

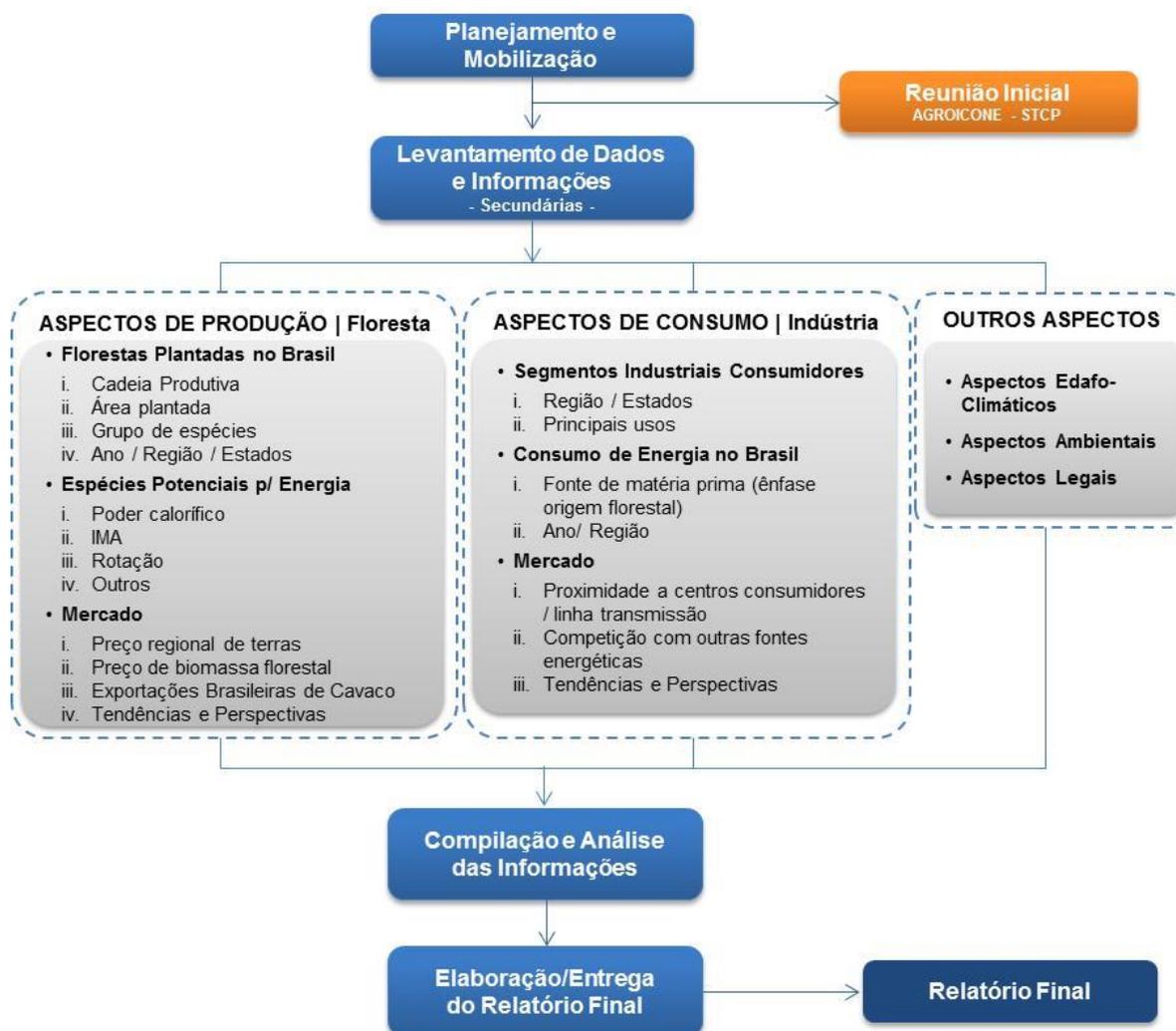
#### iii. Compilação e Análise das Informações

Após a coleta das informações, as mesmas foram tabuladas, organizadas e analisadas para fins de compor o Relatório Final.

iv. Relatório Final

Como última etapa a equipe de trabalho envolvida, preparou o Relatório Final e sua respectiva apresentação síntese.

**Figura 01 – Abordagem Metodológica do Estudo**



Fonte: Elaborado por STCP.

### 2.3 – FONTES DE INFORMAÇÕES

A base de dados considerada no desenvolvimento deste estudo é oriunda de fontes secundárias de informação (*desk study*), tais como:

- i. Banco de Dados e biblioteca da STCP;
- ii. Órgãos e instituições governamentais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Balanço Energético Nacional (BEN), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- iii. Bancos e Instituições Financeiras: Banco Central do Brasil (BCB);
- iv. Publicações especializadas: AGRIANUAL (preços de terra); EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Indústria Brasileira de Árvores (IBA), Associação Brasileira das Indústrias de Pellets (ABIPEL), entre outras;
- v. Artigos técnico-científicos, Internet, e outras.

## **3 – CARACTERIZAÇÃO DE FLORESTAS PLANTADAS E SEGMENTOS CONSUMIDORES NO BRASIL**

---

Este Capítulo apresenta uma caracterização do setor de produção baseado em florestas plantadas e de seus respectivos segmentos consumidores no país. Na primeira parte é tratada a cadeia produtiva florestal com enfoque na geração de biomassa, considerando o perfil das florestas plantadas e produção de madeira, espécies potenciais para fins energéticos, produção e destinação de resíduos. Na parte final é analisado o mercado consumidor de biomassa, levando-se em conta a distribuição do consumo de energia, principais segmentos, tendências e perspectivas.

### **3.1 – CARACTERIZAÇÃO DE FLORESTAS PLANTADAS**

#### **3.1.1 – Cadeia Produtiva**

Esta seção apresenta a cadeia produtiva florestal com enfoque na geração de biomassa. A definição de alguns termos / produtos envolvidos na cadeia, para fins de ilustração é importante, e são conceituados previamente à cadeia propriamente dita, quais sejam:

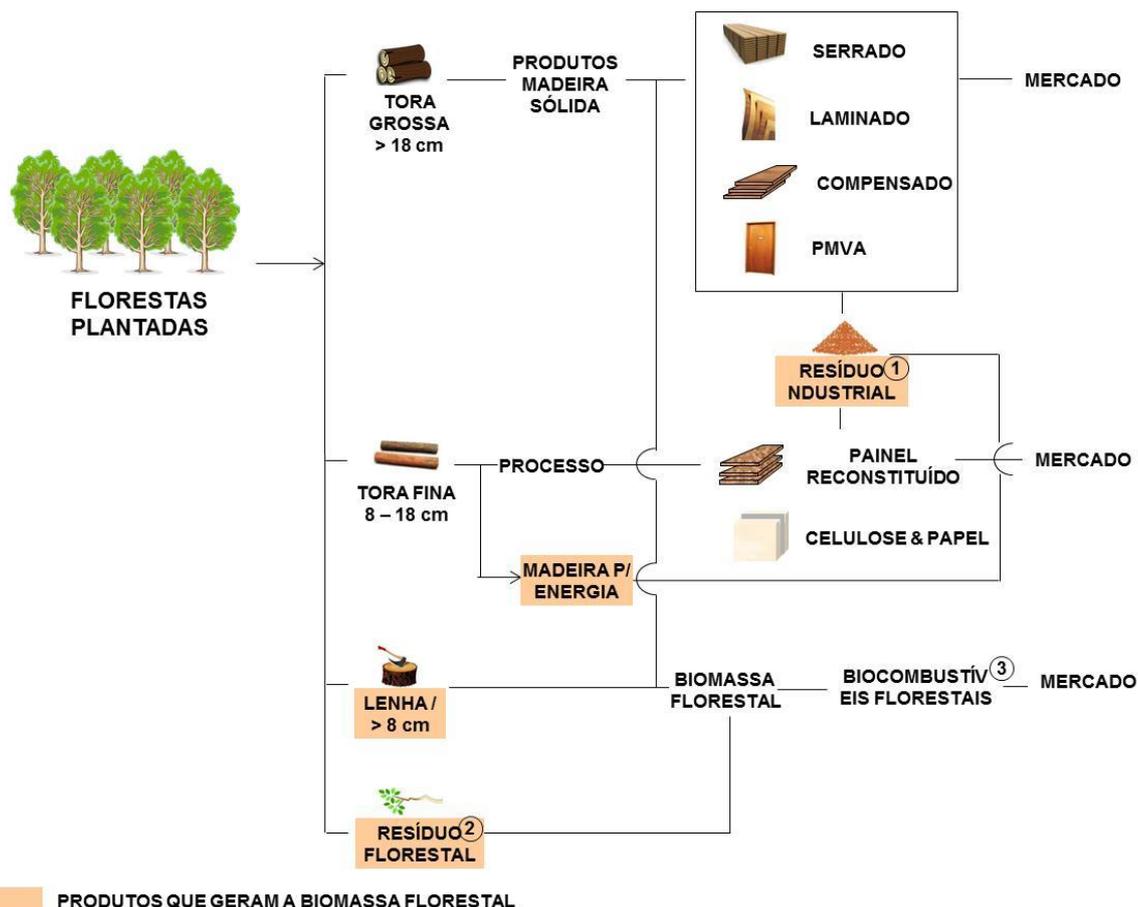
- i. Florestas plantadas com potencial energético: florestas plantadas, cuja matéria-prima obtida do seu manejo e colheita, bem como seus resíduos florestais possam, a critério do empreendedor, ser processados como biomassa para fins energéticos, visando a produção de biocombustíveis florestais.
- ii. Biomassa florestal: matéria orgânica vegetal originária de florestas, constituída por madeira e por resíduos florestais.
- iii. Biocombustíveis florestais: combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos, produzidos a partir da biomassa florestal, tais como lenha, carvão vegetal, briquetes, licor negro, etanol celulósico, entre outros, considerados fontes estratégicas e renováveis de bioenergia.

A figura 02 ilustra a cadeia produtiva baseada em florestas plantadas com enfoque na geração de biomassa. Observa-se que os principais produtos na cadeia que podem ser potencialmente transformados em biomassa florestal são:

- i. Madeira para energia, proveniente das toras finas (diâmetros entre 8 e 18 cm);
- ii. Lenha, madeira com diâmetros abaixo de 8 cm;
- iii. Resíduo florestal, proveniente das operações de desbastes e de corte final na floresta, dentre os quais, ponteiros, galhos, ramos, casca e outros;
- iv. Resíduo industrial, proveniente das operações de processamento na indústria, dentre os quais, casca, costaneira, refilos, destopos, serragem, maravalhas e outros.

É importante observar que a biomassa florestal pode ainda fazer parte do processo de produção da indústria florestal na geração de energia (térmica e elétrica), como também utilizada na produção de outros biocombustíveis florestais (carvão, pellets, briquetes, etanol celulósico, licor negro, outros), os quais são direcionados ao mercado para fins de geração de energia.

Figura 02 – Cadeia de Produtos Florestais



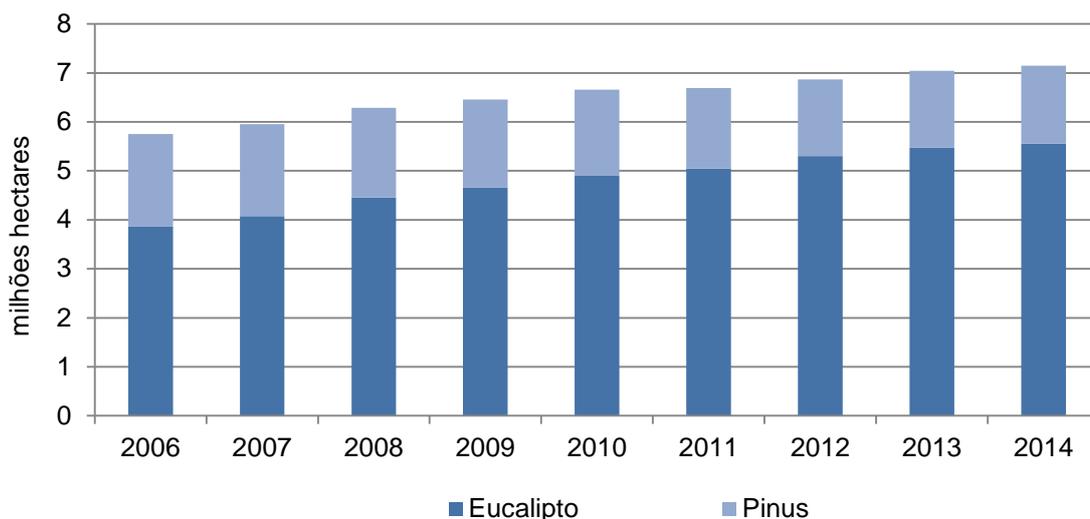
- 1 – Resíduo industrial (casca, costaneira, refilos, destopos, serragem, maravalhas, outros)
  - 2 – Resíduo florestal (ponteiros, galhos, casca, ramos, outros)
  - 3 – Biocombustíveis florestais (carvão, briquete, pellet, etanol celulósico, licor negro, outros)
- Fonte: Elaborado por STCP.

### 3.1.2 – Perfil de Florestas Plantadas e Produção de Madeira no Brasil

- **Evolução da Área Plantada**

A evolução (2006-2014) da área de florestas plantadas com *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil pode ser observada na figura 03. Nesse caso consideraram-se apenas as duas mais importantes espécies florestais cultivadas no país, pois a soma da área de todas as demais espécies (Acácia, Paricá, Araucária, Seringueira e outras), representa menos de 10% do total. Além disso, as duas espécies aqui consideradas são aquelas, maiormente utilizadas com fins energéticos.

**Figura 03 – Evolução da Área de Florestas Plantadas com *Eucalyptus* e *Pinus* no Brasil (2006-2014)**



Fonte: IBÁ (2015), compilado por STCP.

Em 2006 a área total de florestas plantadas com *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil era aproximadamente 5,7 MM de hectares, sendo que o *Eucalyptus* representava 67% do total, contra 33% do *Pinus*. Mais recentemente (2014) a área total alcançou pouco mais de 7,1 MM de ha, com um aumento da representatividade do *Eucalyptus* (78%) em relação ao *Pinus* (22%), ou seja, as áreas da primeira sofreram rápido incremento e da segunda reduziu-se. No entanto, observa-se que a área total de florestas plantadas no país como um todo, no período analisado teve um aumento da ordem de 2,8% a.a. Individualmente as áreas de *Eucalyptus* cresceram em torno de 4,6% a.a. e as áreas de *Pinus* foram reduzidas a taxas de 2,1% a.a.

Tal aspecto deveu-se basicamente ao rápido crescimento da indústria de celulose, principal demandante da madeira de *Eucalyptus* e a substituição de áreas de corte final de *Pinus* por *Eucalyptus*, devido ao mais rápido crescimento florestal e conseqüente menor ciclo de corte do *Eucalyptus* em detrimento do *Pinus*.

#### • Distribuição da Área Plantada

A distribuição das áreas de florestas plantadas de *Pinus* e *Eucalyptus* em nível de Unidade da Federação no Brasil, considerando o panorama de 2014, pode ser vista na figura 04.

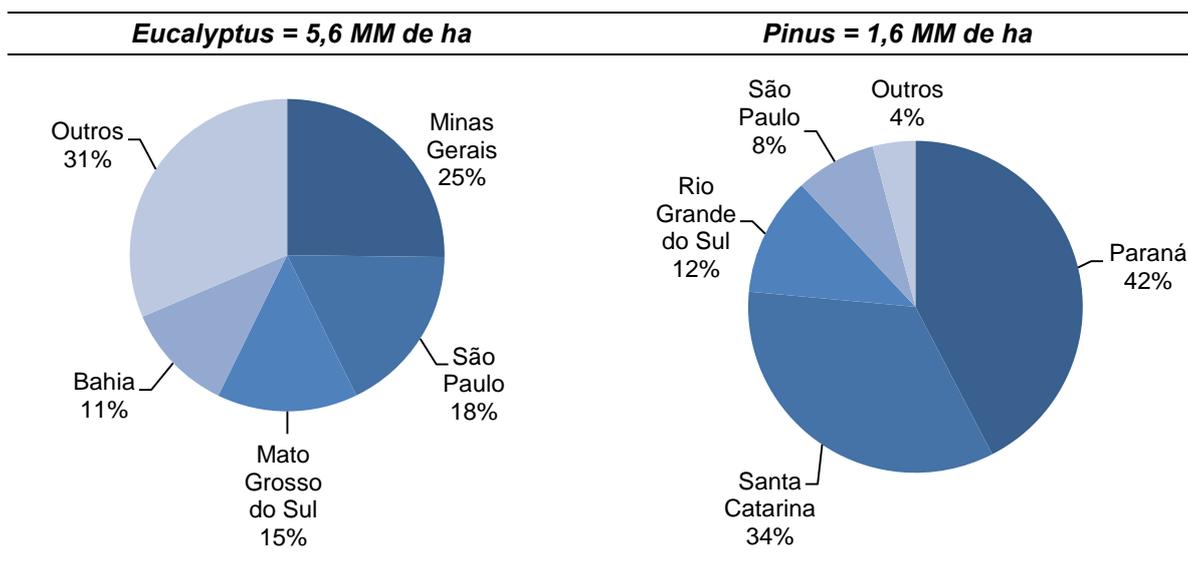
No caso das áreas de florestas de *Eucalyptus*, as quais totalizam 5,6 MM de ha, quatro estados em conjunto abrangem ao redor de 70% do total. O principal representante desses estados é Minas Gerais com 25% da área plantada, seguidos por São Paulo com 18% (ambos localizados na Região Sudeste do país), Mato Grosso do Sul com 15% (região Centro-Oeste) e a Bahia (região NE), que é detentora de 11% das áreas de florestas de *Eucalyptus* do Brasil. Basicamente as florestas de *Eucalyptus* em tais estados são utilizadas na indústria de C&P (São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia) e na siderurgia a carvão vegetal (Minas Gerais). Em Minas Gerais estão localizadas as principais siderúrgicas nacionais, fato que corrobora a maior participação do estado nas áreas de florestas plantadas com *Eucalyptus*.

Levando-se em conta as florestas de *Pinus*, que totalizam no país aproximadamente 1,6 MM de hectares, observa-se que as mesmas são mais concentradas. Ao redor de 96%

do total estão localizadas em apenas quatro estados, na seguinte ordem: Paraná (42%), Santa Catarina (34%), Rio Grande do Sul (12%) e São Paulo (8%). Os três primeiros formam a Região Sul do país e São Paulo é representante da Região Sudeste do Brasil.

Nesses estados está presente a maior parte da indústria de Produtos de Madeira Sólida (serrados, laminados, compensados, PMVA e outros), assim como grandes players da indústria de Painéis Reconstituídos (MDP, MDF, OSB e outros), principais segmentos demandantes de madeira de *Pinus*. Principalmente nos estados da Região Sul (PR, SC e RS), a madeira de *Pinus* é também utilizada como biomassa florestal como parte do processo de produção industrial em tais segmentos.

**Figura 04 – Distribuição da Área Plantada de Eucalyptus e Pinus por Estado (2014)**



Fonte: IBA, 2015, adaptado por STCP.

#### • Produção de Madeira no Brasil

Considerando-se a cadeia produtiva de florestas plantadas vista anteriormente, a tabela 01 apresenta a produção de madeira para lenha (diâmetro abaixo de 8 cm) e para processo e energia (diâmetros entre 8 e 18 cm), no Brasil, por região, estado da federação e separada por espécies principais (*Eucalyptus* e *Pinus*).

Os volumes referem-se ao ano de 2013 e se observa que a produção ultrapassou a casa dos 122,4 MM de m<sup>3</sup>, sendo que a participação do *Eucalyptus* é bastante expressiva, representando mais de 84% da produção total de tais produtos. A produção de madeira de *Pinus* somou os 16% restantes.

Da produção total, a madeira para processo e energia somou a maioria em 2013, apresentando uma participação próxima aos 59% (72 MM de m<sup>3</sup>) e a madeira para lenha alcançou os 41% (50,4 MM de m<sup>3</sup>). Vale destacar que a maior parte da madeira para processo e energia produzida no país é utilizada na indústria de C&P e na siderurgia, considerando-se especialmente o *Eucalyptus*.

Um panorama da produção é apresentado a seguir considerando comentários pontuais por região e estado da federação.

Tabela 01 – Produção de Madeira Fina<sup>1</sup> no Brasil por Região, Estado da Federação e Espécie - 2013

Região	Estado	Lenha (1.000 m <sup>3</sup> )			Processo (1.000 m <sup>3</sup> )			Total (1.000 m <sup>3</sup> )		
		Eucalyptus	Pinus	Total	Eucalyptus	Pinus	Total	Eucalyptus	Pinus	Total
Sudeste	São Paulo	6.473	616	7.089	17.301	659	17.960	23.774	1.275	25.049
	Minas Gerais	6.063	103	6.166	5.633	-	5.633	11.696	103	11.799
	Espírito Santo	347	-	347	5.047	-	5.047	5.394	-	5.394
	Rio de Janeiro	531	-	531	-	-	-	531	-	531
	<b>Subtotal</b>	<b>13.414</b>	<b>719</b>	<b>14.132</b>	<b>27.981</b>	<b>659</b>	<b>28.640</b>	<b>41.394</b>	<b>1.378</b>	<b>42.772 (34,9%)</b>
Sul	Paraná	9.870	1.082	10.952	4.001	7.634	11.635	13.871	8.716	22.587
	Santa Catarina	6.480	1.300	7.780	908	6.961	7.869	7.388	8.260	15.649
	Rio Grande do Sul	9.849	451	10.300	1.842	292	2.134	11.691	743	12.434
	<b>Subtotal</b>	<b>26.200</b>	<b>2.832</b>	<b>29.032</b>	<b>6.751</b>	<b>14.887</b>	<b>21.638</b>	<b>32.951</b>	<b>17.719</b>	<b>50.669 (41,4%)</b>
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul	423	30	453	8.033	-	8.033	8.456	30	8.486
	Goiás	4.458	40	4.498	-	-	-	4.458	40	4.498
	Mato Grosso	1.315	16	1.332	-	-	-	1.315	16	1.332
	<b>Subtotal</b>	<b>6.197</b>	<b>86</b>	<b>6.284</b>	<b>8.033</b>	<b>-</b>	<b>8.033</b>	<b>14.230</b>	<b>86</b>	<b>14.317 (11,7%)</b>
Nordeste	Bahia	863	-	863	11.278	-	11.278	12.141	-	12.141
	Outros	165	-	165	124	-	124	289	-	289
	<b>Subtotal</b>	<b>1.028</b>	<b>-</b>	<b>1.028</b>	<b>11.402</b>	<b>-</b>	<b>11.402</b>	<b>12.430</b>	<b>-</b>	<b>12.430 (10,1%)</b>
Norte	Amapá	-	-	-	652	51	703	652	51	703
	Pará	-	-	-	1.561	-	1.561	1.561	-	1.561
	Outros	0,7	-	0,7	1,8	-	1,8	2,5	-	2,5
	<b>Subtotal</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>2.215</b>	<b>51</b>	<b>2.266</b>	<b>2.216</b>	<b>51</b>	<b>2.267 (1,9%)</b>
<b>TOTAL</b>	<b>46.839</b>	<b>3.637</b>	<b>50.476</b>	<b>56.382</b>	<b>15.597</b>	<b>71.979</b>	<b>103.221 (84,3%)</b>	<b>19.234 (15,7%)</b>	<b>122.455 (100,0%)</b>	

<sup>1</sup> Madeira para lenha (diâmetros abaixo de 8 cm) e madeira para processo e energia (diâmetros entre 8 e 18 cm).

Fonte: IBGE (2013).

#### – Região Sudeste

A Região Sudeste alcançou 34,9% da produção total de madeira fina em 2013, o que representou um volume da ordem de 42,7 MM de m<sup>3</sup>. Na região a produção de madeira fina de *Eucalyptus* é a grande maioria (41,4 MM de m<sup>3</sup>), contra apenas pouco mais de 1,3 MM de m<sup>3</sup> de madeira fina de *Pinus*. A produção de madeira para lenha somou 13,4 MM de m<sup>3</sup> e a madeira para processo e energia mais que o dobro (28,6 MM de m<sup>3</sup>)

Em termos estaduais destaque para a produção de São Paulo (25,0 MM de m<sup>3</sup>), com maior expressividade da madeira de *Eucalyptus* para processo e energia, que alcançou 69% (17,3 MM de m<sup>3</sup>) do total, contra uma produção de pouco mais de 6,4 MM de m<sup>3</sup> de madeira de *Eucalyptus* para lenha. A maior produção de madeira fina para processo e energia deve-se a localização de inúmeras plantas de C&P no estado, a exemplo da SUZANO, FÍBRIA, IP, LWARCEL e outras, além de importantes players da indústria de painéis reconstituídos (DURATEX e EUCATEX).

Em Minas Gerais foi produzido em 2013 aproximadamente 11,8 MM de m<sup>3</sup> de madeira fina, sendo praticamente todo este volume de *Eucalyptus*. Nesse estado, a produção de madeira para lenha é mais representativa que a produção de madeira para processo e energia. Tal fato deve-se a que o estado é sede de inúmeras e importantes empresas siderúrgicas que utilizam esse produto na fabricação de carvão vegetal (ARCELORMITTAL, USIMINAS, GERDAU, METALSIDER, PLANTAR, VALLOUREC, dentre outras).

No Espírito Santo a produção de 2013 deveu-se basicamente a madeira de *Eucalyptus* para processo e energia. Tal aspecto deve-se a presença local da FÍBRIA, mais importante produtor de celulose de mercado do Brasil. A produção do estado do Rio de Janeiro foi praticamente nula em 2013.

#### – Região Sul

A produção de madeira fina da Região Sul em 2013 foi a mais representativa do país, alcançando 41,4% do total (50,7 MM de m<sup>3</sup>). Na região a produção de madeira fina de *Eucalyptus* é a maioria (32,9 MM de m<sup>3</sup>), no entanto a produção de madeira fina de *Pinus* é também expressiva (17,7 MM de m<sup>3</sup>), sendo a maior do país.

Outro destaque na região é produção de madeira para lenha, que em 2013 foi superior a madeira para processo e energia. A madeira para lenha alcançou uma produção pouco superior a 29 MM de m<sup>3</sup>, contra 21,6 MM de m<sup>3</sup> de madeira para processo e energia.

Um aspecto importante a ser observado na produção de madeira para processo e energia na Região Sul é a predominância do *Pinus*, especialmente nos estados do Paraná e Santa Catarina, os quais produziram respectivamente 7,6 e 6,9 MM de m<sup>3</sup>. Tal fato evidencia-se pela presença de importantes players locais do segmento de painéis reconstituídos, a exemplo da BERNECK, ARAUCO, MASISA, dentre outros, além de empresas do segmento de C&P que também utilizam esse tipo de material, como por exemplo, a KLABIN, IGUAÇU, NORSKE SKOG e outras.

No Rio Grande do Sul, a produção de madeira de *Eucalyptus* para lenha foi bastante significativa (9,8 MM de m<sup>3</sup>) em 2013, alcançando praticamente a mesma quantidade da produção paranaense de madeira para lenha, que foi a maior do país nesse mesmo ano (10,9 MM de m<sup>3</sup>).

– *Região Centro-Oeste*

A Região Centro-Oeste produziu em 2013 aproximadamente 12% do total da madeira para lenha e para processo e energia de florestas plantadas do país, o que representou pouco mais de 14,3 MM de m<sup>3</sup>.

A produção de madeira de *Eucalyptus* predominou perante o *Pinus* na região e a madeira em tora para processo e energia foi mais produzida que a madeira para lenha. A madeira para processo e energia alcançou uma quantidade superior aos 8 MM de m<sup>3</sup> e a madeira para lenha pouco mais de 6,2 MM de m<sup>3</sup>, sendo a primeira produzida exclusivamente no estado do Mato Grosso do Sul e a segunda em sua maioria no estado de Goiás e no Mato Grosso.

Tais volumes de produção devem-se à indústria de C&P presente no Mato Grosso do Sul (FÍBRIA, ELDORADO, INTERNATIONAL PAPER), a qual utiliza essencialmente madeira para processo e energia, e à agroindústria que utiliza madeira para lenha para secagem de grãos, a qual possui importantes polos nos estados de Goiás e Mato Grosso.

– *Região Nordeste*

Na Região Nordeste, o maior destaque na produção de madeira fina fica por conta do estado da Bahia. Nesse caso, da produção total regional em 2013 (12,4 MM de m<sup>3</sup>), mais de 91% deveu-se a madeira de *Eucalyptus* para processo e energia, vinculada a indústria de C&P presente no estado da Bahia, formada por grandes players a exemplo da SUZANO, FÍBRIA, VERACEL e BSC.

Nos demais estados da região, a produção de madeira fina de florestas plantadas de *Eucalyptus* e *Pinus* é irrelevante.

– *Região Norte*

A Região Norte em 2013 produziu menos de 2% da madeira fina de florestas plantadas do país, o que representou em termos volumétricos pouco mais de 2,2 MM de m<sup>3</sup>.

Praticamente a totalidade da produção regional naquele ano deveu-se a madeira de processo e energia de *Eucalyptus*, com destaques para o estado do Pará, que participou com 69% do total (1,6 MM de m<sup>3</sup>), seguido pelo Amapá (0,7 MM de m<sup>3</sup>).

No Pará, a produção deste tipo de madeira deve-se à presença da JARCEL, indústria de C&P e no Amapá, sede AMCEL (Amapá Celulose).

### 3.1.3 – Espécies Potenciais para Fins Energéticos

As principais espécies utilizadas com intuito comercial no país, conforme visto anteriormente são as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, que com o passar dos anos e com o aprimoramento de novas tecnologias, começaram a ser utilizadas de maneira crescente para fins energéticos.

Outros grupos de espécies oriundas de florestas plantadas e que são de rápido crescimento são bastante utilizados para fins energéticos, porém têm uma importância local, a exemplo da Acácia-Negra (*Acacia mearnsii*), no Rio Grande do Sul, *Acacia mangium* na Região Norte do país, Seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Centro-Oeste e outras.

De forma que esta seção dará ênfase aos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* e sobre eles são discutidos os aspectos mais relevantes relacionados ao material combustível (biomassa florestal) e que têm efeitos sobre a combustão (potencial energético). Estes aspectos incluem: (i) teor de umidade; (ii) densidade básica; (iii) poder calorífico; e (iv) teor de lignina. Outra variável que afeta o potencial energético, como idade, é também considerada.

De qualquer forma, antecipa-se que não existem limitações ou riscos associados ao tipo de biomassa florestal a ser considerado, podendo ser de *Pinus* ou *Eucalyptus*, ou uma combinação das duas, pois ambas possuem potencial para fins energéticos.

• **Teor de Umidade (TU)**

O Teor de Umidade (TU) é fator que tem grande influência sobre a queima de materiais combustíveis, especialmente sobre o poder calorífico. Altos teores de umidade reduzem o poder calorífico, pois parte significativa do combustível é gasto para a evaporação da água. A relação negativa entre o PC e o TU pode ser vista na tabela 02 abaixo.

Nota-se que, considerando-se todas as perdas de calor, estima-se que a eficiência do processo de combustão da madeira seca (0% TU) é de 80%, para um PC superior de 4.729 kcal/kg, e para a madeira verde (50% em base úmida), com um PC superior de apenas 2.389 kcal/kg, a eficiência é reduzida para 67% (Fontes, 1994).

**Tabela 02 – Relação entre o Teor de Umidade da Madeira e o Poder Calorífico**

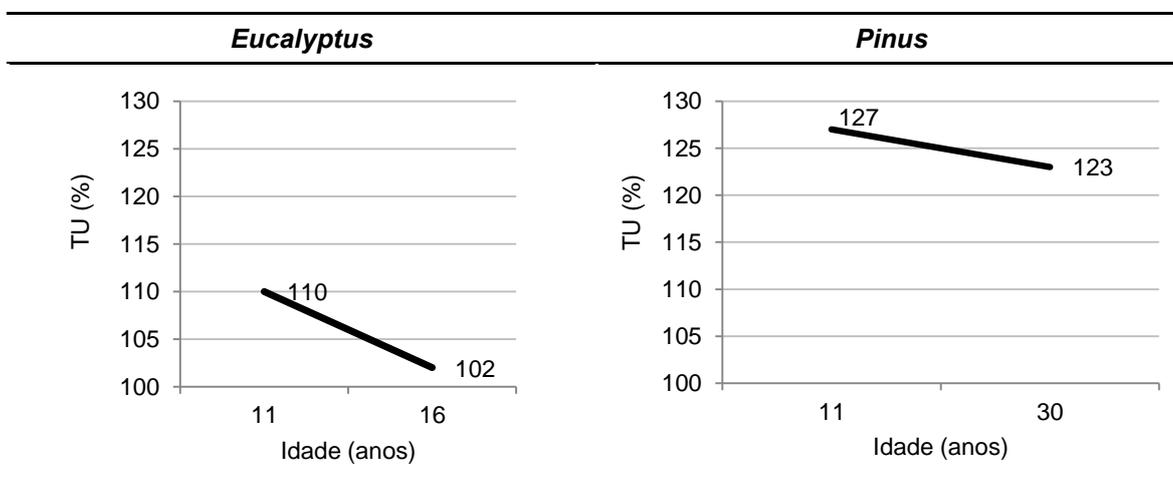
TU	PC Superior (kcal/kg)	Eficiência (%)	PC Inferior (kcal/kg)
0%	4.729	80	3.783
20%	3.797	76	2.886
30%	3.463	74	2.563
50%	2.389	67	1.600

Fonte: Fontes (1994) – Elaborado por STCP (2015)

A influência da idade no teor de umidade de madeira de *Eucalyptus* e *Pinus* é mostrada na figura 05 abaixo (teor de umidade base seca).

Pode ser observado que o teor de umidade, para ambas as espécies, é menor para idades mais avançadas. Outro aspecto importante é a diferença entre o teor de umidade da madeira dos dois gêneros: a madeira de *Pinus* tem um teor de umidade mais elevado.

**Figura 05 – Comparação do TU Segundo Diferentes Idades para o Eucalyptus e Pinus**



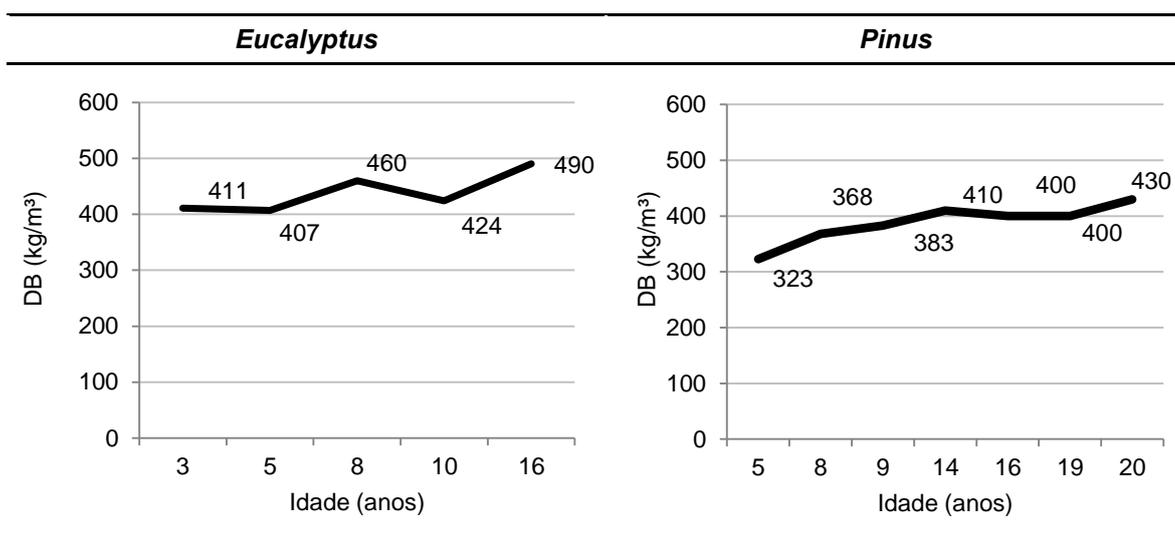
Fontes: BARROS (2006); OLIVEIRA et. al. (2005); FERNANDES & SOARES (1980); MUNIZ (1993) – Elaborado por STCP (2015).

- **Densidade Básica (DB)**

A densidade básica da madeira é dada pela relação entre a massa seca do material (kg) e o volume sólido (m<sup>3</sup>) no estado de completa saturação (verde). Esta é uma das propriedades da madeira mais estudadas, existindo na literatura uma série de determinações da mesma para diversas espécies, em diferentes idades e procedências (Santana, 2009).

Informações mais detalhadas sobre a influência da idade na densidade básica da madeira de *Eucalyptus* e *Pinus* são apresentadas na figura 06 abaixo. As informações são baseadas em diversos estudos conduzidos no Brasil, donde se observa que para os dois gêneros, em linhas gerais, a densidade básica aumenta com a idade das árvores, ou seja, árvores mais velhas tem uma maior quantidade de massa por volume.

**Figura 06 – Comparação da Densidade Básica Segundo Diferentes Idades para o *Eucalyptus* e *Pinus***



Fonte: SETTE et. al. (2004); ALZATE et. al. (2005); OLIVEIRA et. al. (2005); BRITO & BARRICHELO (1977); ANDRADE (2006); RESQUIN et. al. (2005); CATTANEO & METHOL (2004); CASTILLO et. al. (2000); MOURAO et. al. (1979) – Elaborado por STCP (2015).

- **Poder Calorífico (PC)**

A energia contida na biomassa pode ser estimada a partir do valor do seu Poder Calorífico (PC), ou seja, da quantidade de energia térmica liberada na combustão completa de 1 kg de biomassa. O valor é medido, normalmente em kcal/kg.

A correlação entre o PC e a Idade pode ser entendida que quanto maior a idade de uma árvore, maior tende a ser seu PC. Esta correlação é na realidade resultado de outra correlação base, ou seja, a existente entre a umidade e o poder calorífico, e o fato que a umidade é inversamente proporcional à idade.

A diferença no Poder Calorífico entre as espécies, para a mesma umidade, é pequena. Na realidade as coníferas (*Pinus*), devido a um maior teor de lignina e a presença de resina, apresentam para a mesma umidade um Poder Calorífico mais alto que das espécies do gênero *Eucalyptus*.

- **Teor de Lignina (TL)**

A Lignina faz parte das paredes celulares das espécies florestais, conferindo às mesmas, significativa rigidez. É o material soldante, que mantém a estrutura de celulose unida,

juntamente com a hemicelulose. Quimicamente trata-se de uma mistura complexa de substâncias, cuja composição e participação variam de acordo com a espécie e idade da árvore.

O teor de lignina é geralmente mais alto em coníferas (*Pinus*) que em folhosas (*Eucalyptus*), como demonstrado na tabela 03 abaixo, e aumenta com a idade. Da mesma forma, um maior teor de lignina é associado com um maior poder calorífico conforme nota-se na mesma tabela mencionada.

**Tabela 03 – Comparação entre o Teor de Lignina e o Poder Calorífico do *Eucalyptus* e do *Pinus***

<i>Material</i>	<i>TL (%)</i>	<i>PCS (kcal/kg)</i>
Madeira de <i>Eucalyptus</i>	25,8	4.626
Madeira de <i>Pinus</i>	31,6	4.721

Fonte: Horst (2013) - Elaborado por STCP (2015)

### 3.1.4 – Produção e Destinação de Resíduos

Conforme observado anteriormente, a cadeia produtiva com base no setor de florestas plantadas constitui-se em uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos e aplicações energéticas e industriais. Em alguns casos, esta cadeia de produção ainda apresenta pouca eficiência nos processos, originando diversos resíduos que muitas vezes apresentam destinação inadequada.

Os resíduos florestais ou resíduos lenhosos representam a madeira que foi produzida pela floresta, mas não foi retirada para ser consumida (FOELKEL, 2007). Essa disponibilidade adicional de madeira a partir dos resíduos florestais lenhosos pode ser substancial, sendo que a quantidade pode variar de 10 a 20% da madeira comercial colhida a partir de florestas plantadas.

Os resíduos industriais de madeira se classificam em serragem, cepilho, sólidos de madeira, cascas e outros e são gerados desde o transporte da madeira em tora à indústria, até seu manuseio e processamento, finalizando no produto acabado. Os diferentes usos de resíduos de madeira, de acordo com o segmento industrial são apresentados a seguir:

- i. Resíduos na indústria madeireira (serraria e compensado): Uma parte dos resíduos de madeira gerados na indústria madeireira é destinada para a produção de carvão vegetal, cabos, briquete, embalagem, outros. A maravalha, por sua vez, como resíduo de serrarias e mesmo do reprocessamento da madeira em empresas de móveis, tem sido o material normalmente utilizado na criação intensiva de frangos de corte no Brasil, como cama de aviário.
- ii. Resíduos na indústria de C&P: No Brasil, este segmento industrial utiliza como matéria prima madeira oriunda exclusivamente de florestas plantadas (principalmente de plantios de rápido crescimento de *Pinus* e *Eucalyptus*), onde o aproveitamento de resíduos é mais bem organizado. Considerando que este segmento é altamente dependente de energia no processo industrial, os resíduos de madeira são comumente utilizados como biomassa na cogeração de energia. Entre eles destacam-se a casca oriunda do descascamento das toras para processo e de resíduos de madeira na forma de cavaco “com casca” que pode ser adquirido no mercado ou gerado a partir de resíduos florestais ou lenhosos da colheita florestal. No sul do país, empresas produtoras de toras ao mercado e aquelas que processam madeira de maior diâmetro (serrarias, laminadoras) se beneficiam da existência de um mercado consumidor ativo de resíduos de madeira

para comercializá-los a diferentes empresas, entre elas as de C&P. Diversas empresas deste segmento também aproveitam o lodo industrial (que contém fragmentos e fibras de madeira) na compostagem para produção de adubo.

- iii. Resíduos na indústria de painéis de madeira reconstituídos: Este segmento é caracterizado principalmente como consumidor de resíduos, não tanto para fins energéticos, mas principalmente como parte da matéria prima necessária para seus produtos manufaturados de fibra de madeira (MDP, MDF, OSB e chapas duras). Estas empresas, concentradas nas Regiões Sul e Sudeste, consomem madeira e resíduos de madeira, oriundas de florestas plantadas próprias ou adquiridas de terceiros. De um modo geral observa-se a existência de mercados produtores e consumidores em processo de consolidação em torno dos resíduos de madeira para serem consumidos pelo setor de painéis reconstituídos.
- iv. Resíduos na indústria moveleira: A indústria moveleira no Brasil se concentra principalmente em polos ao redor de alguns municípios de destaque nas Regiões Sul e Sudeste. De um modo geral observa-se no entorno de tais polos a existência de mercados produtores e consumidores em processo de consolidação dos resíduos de madeira oriundos de polos moveleiros.

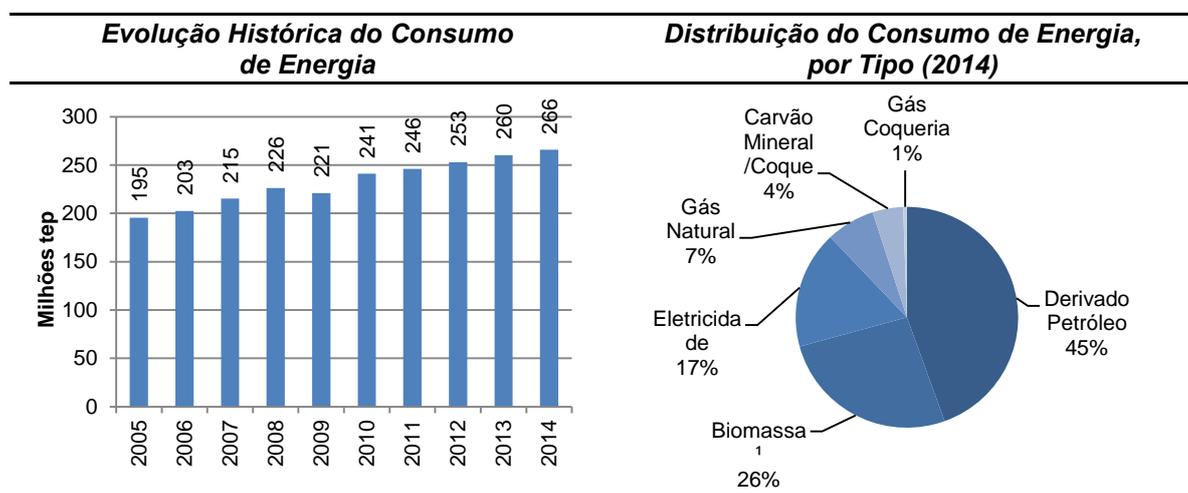
### 3.2 – MERCADO CONSUMIDOR DE BIOMASSA FLORESTAL

Nesta seção apresenta-se o mercado consumidor de biomassa florestal no Brasil, levando-se em conta a distribuição do consumo por tipo de fonte energética, por setor da economia e da indústria. Além disso, apresenta-se breve caracterização do perfil dos principais segmentos industriais do setor florestal consumidores de biomassa, bem como tendências e perspectivas principais.

#### 3.2.1 – Consumo de Energia no Brasil

O consumo global de energia no Brasil vem crescendo gradativamente nos últimos anos. Nos últimos dez anos, a taxa de crescimento observada para o período (2005-2014) foi de 3,5%. Em 2014, o consumo de energia no Brasil atingiu 265,9 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), de diferentes fontes, conforme pode ser observado na figura 07. A taxa de crescimento do consumo de energia no país atingiu 2,2% em 2014, em relação ao ano anterior (vide figura 07). Esse já é o quinto ano consecutivo de crescimento, e a tendência é que a demanda continue sendo aumentada.

**Figura 07 – Evolução Histórica e Distribuição do Consumo de Energia no Brasil**

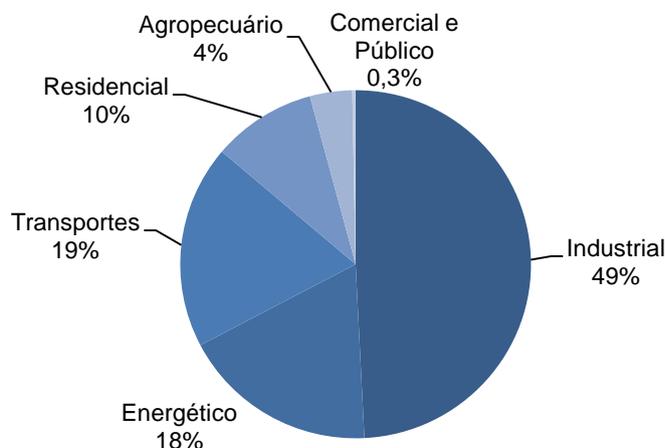


<sup>1</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, álcool, carvão vegetal e outras fontes renováveis.

Fonte: BEN (2015 - base 2014), adaptado por STCP.

Na matriz energética brasileira, os combustíveis fósseis (derivados do petróleo) continuam sendo a principal fonte, respondendo por 45% do consumo total. No entanto, a biomassa responde por 26% do consumo total nacional e atualmente é a 2ª principal fonte energética. Em 2014, o consumo de biomassa no Brasil foi da ordem de 69,7 MM de tep. A distribuição setorial do consumo brasileiro de biomassa em 2014 está ilustrada na figura 08.

**Figura 08 – Distribuição do Consumo de Biomassa por Setor da Economia (2014)**

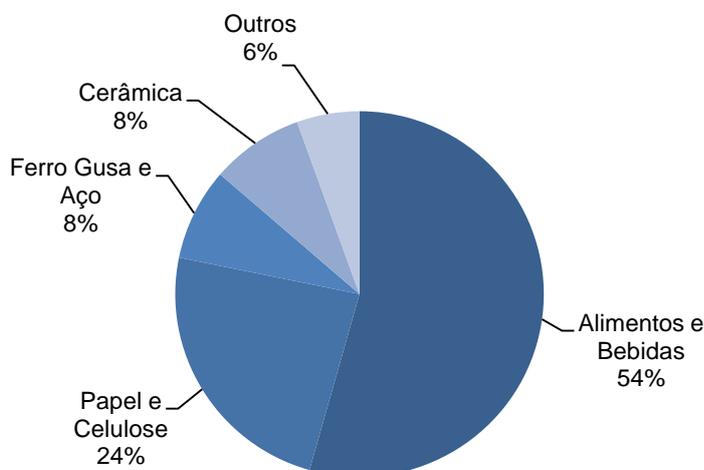


Fonte: BEN (2015 - base 2014), adaptado por STCP.

A indústria, em 2014, foi a maior consumidora de biomassa no país, respondendo por pouco mais da metade do consumo nacional (33,9 MM de tep). O setor de energia foi responsável por consumir 18% da biomassa total consumida em 2014 (12,5 MM de tep), seguido pelo setor de transportes (13,0 MM de tep).

Considerando o setor da indústria, principal consumidor de biomassa no país em 2013, a figura 09 apresenta os principais subsectores de consumo.

**Figura 09 – Distribuição do Consumo de Biomassa por Subsetor da Indústria (2013)**



Fonte: BEN (2015 - base 2014), adaptado por STCP.

O subsetor da indústria de alimentos e bebidas foi o maior consumidor de biomassa em 2013, com 56% do consumo nacional (19 MM de tep). Na sequência, a indústria de papel e celulose consumiu 21% do total de energia da Indústria (7,3 MM de tep) e de ferro

gusa, com 9% (3,1 MM de tep). O subsetor da indústria de C&P utiliza mais comumente a biomassa na forma de licor negro<sup>1</sup>. Porém, todos os subsetores indicados utilizam com certo grau de participação em sua matriz energética, a madeira em lenha ou biomassa florestal (cavaco/pellets/briquetes).

Na sequência, apresenta-se breve descritivo quanto ao perfil de consumo dos principais segmentos do setor florestal-industrial.

### 3.2.2 – Principais Segmentos Florestais/Industriais

Dentro do setor de base florestal plantada, destacam-se os principais segmentos consumidores de biomassa florestal: (i) Celulose e Papel (C&P); (ii) Indústria Madeireira; e (iii) Siderurgia. Os principais destaques ao que tange o perfil do consumo e de geração de energia de cada um destes segmentos são comentados a seguir.

#### • Celulose e Papel (C&P)

Em 2014, a indústria de C&P consumiu 8.052 10<sup>3</sup> tep de biomassa florestal para a cogeração de energia<sup>2</sup>, isso representa 12% do total consumido desta fonte energética. Na indústria de C&P, a cogeração de energia é realizada a partir do vapor gerado por caldeiras da linha de fibras, secadora de celulose e branqueamento. Esse vapor passa por um processo de transformação de energia térmica em elétrica em turbo-geradores e atende a demanda da fábrica, além de ainda tornar possível a venda de energia elétrica, caso excedente, ao sistema nacional.

A maior parte da matriz energética da indústria de C&P provém do uso de licor negro e de biomassa, desta forma, o consumo de energia elétrica pelo setor é pouco expressivo. Impulsionados pelos crescentes custos dos insumos energéticos (diesel para geração de vapor, energia elétrica da rede), as indústrias tendem a executar projetos cada vez mais autossuficientes e, simultaneamente buscar a forma mais econômica de energia.

#### • Indústria Madeireira

Estima-se que sejam gerados no Brasil aproximadamente 30 milhões de toneladas/ano de resíduos de madeira. A principal fonte geradora destes resíduos é a indústria madeireira (91%). Comparativamente, a participação dos resíduos de madeira da construção civil (3%) e do meio urbano (8%) são menos expressivos<sup>3</sup>.

O processo de fabricação da indústria madeireira implica na geração de grandes quantidades de resíduos durante o processamento da matéria-prima (madeira). A exemplo disso, estima-se que o rendimento médio em serrarias varie entre 35%-40%, ou seja, resultando em grande volume de resíduo.

Dentro dos processamentos na indústria madeireira (primário: serrarias e laminadoras e secundário: beneficiamento e fabricação de compensado), há a geração de resíduos representados principalmente por casca, costaneira, serragem/ maravalha e refilos.

Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, os resíduos de madeira gerados na indústria madeireira são destinados principalmente para a produção de briquete, *pellets*, carvão vegetal e também para queima em caldeiras e fornos artesanais (olarias).

<sup>1</sup> O licor negro é um subproduto do processo de tratamento químico da indústria de C&P, que consiste na mistura de compostos químicos inorgânicos de digestão, resíduos de madeira dissolvida (lignina) e outro tipo de matéria orgânica separada da madeira durante o cozimento no processo Kraft (processo sulfato de fabricação de celulose).

<sup>2</sup> Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2014.

<sup>3</sup> Ministério do Meio Ambiente. Consultor Marco Tuoto. Levantamento Sobre a Geração de Resíduos Provenientes da Atividade Madeireira e Proposição de Diretrizes para Políticas, Normas e Condutas Técnicas para Promover o seu Uso Adequado. 2009

## • Siderurgia

Em 2014, a indústria de ferro-gusa e aço 2,8 MM tep de biomassa florestal para a cogeração de energia<sup>4</sup>, isso representa 4% do total consumido desta fonte energética.

A indústria siderurgia brasileira é uma grande demandante de carvão vegetal, pois o carvão é tanto uma matéria-prima (agente redutor de minério), como fonte de energia. O carvão vegetal como matéria prima também apresenta custo mais baixo em relação ao mineral, o que promove um maior uso, ainda mais em um país com grandes dimensões de florestas de rápido crescimento, como o Brasil.

Cerca de 95% do consumo total de carvão vegetal é utilizado pela indústria e representa de 60% a 70% de todo o custo de produção de ferro-gusa. Por não possuir enxofre em sua composição química, o carvão vegetal proporciona qualidade superior ao ferro-gusa e ao aço produzidos, o que ainda leva a valorização dos produtos no mercado<sup>5</sup>.

A produção de ferro-gusa a partir de carvão vegetal ainda é muito dependente de florestas nativas, o que dificulta a sustentabilidade do produto. As florestas nativas estão sendo exploradas em regiões próximas a centros produtores de ferro-gusa, como por exemplo, Minas Gerais. Porém, com o aumento da fiscalização e burocratização junto aos Órgãos Ambientais para a liberação do corte de madeira nativa, tem pressionado a indústria pela busca de fontes alternativas, como as florestas plantadas. Além disso, as distâncias entre estas florestas nativas e as siderúrgicas estão aumentando, o que impacta substancialmente os custos logísticos (combustível, manutenção de caminhões, mão de obra, insumos), pressionando ainda mais mudanças por fonte de consumo.

Esta situação tem estimulado médios-grandes produtores de ferro-gusa a implementar florestas de rápido crescimento (*Eucalyptus*). Observa-se que a maior parte dos grandes produtores de ferro-fusa já possuem reflorestamentos próprios e muitas vezes certificados.

As principais empresas siderúrgicas mantinham em 2013, 964 mil hectares de floresta plantada e certificada, das quais 542 mil são de uso econômico. Do carvão vegetal utilizado na produção de aço, 7% tiveram como procedência as florestas próprias plantadas, 7,7% as florestas plantadas de terceiros e 3,6% resíduos florestais. Em 2013, foram consumidos 1,4 milhões de ton de carvão vegetal e 6,2 milhões de *pellets* pela indústria siderúrgica<sup>6</sup>.

### 3.2.3 – Exportação de Cavacos

Os resíduos da floresta e de processos da indústria da madeira podem ser transformados em cavacos, quando passados por um picador. Resíduos florestais com casca são transformados em cavacos “sujos” que são utilizados como biomassa na produção de energia. Esses tipos de resíduos têm baixo valor agregado na cadeia produtiva e normalmente não são exportados.

Os cavacos “limpos”, isto é sem casca são exportados, no entanto no país, apenas poucas empresas efetuam o comércio internacional destes produtos.

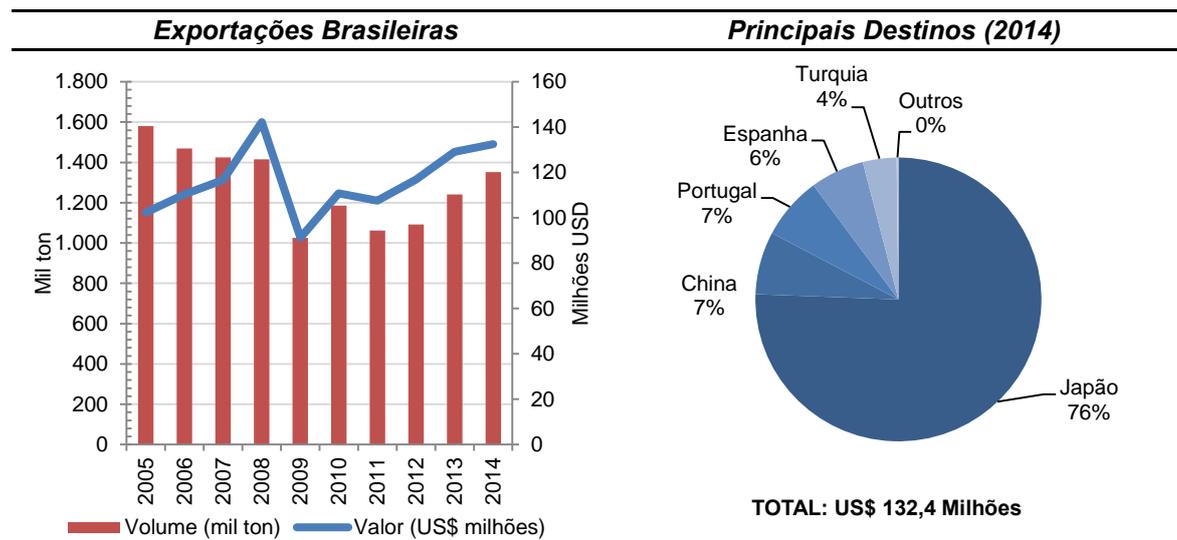
Em 2014, o Brasil exportou 1,35 milhão de toneladas de cavaco limpo, equivalente a US\$ 132,4 milhões. O Amapá e Rio Grande do Sul foram os únicos estados brasileiros a exportarem cavaco em 2014, comercializando internacionalmente 42% e 58% do volume total respectivamente. Do total exportado em 2014, 76% (em valor) foi destinado ao Japão, e o restante direcionado à apenas outros 4 países, conforme demonstra a figura 10.

<sup>4</sup> Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2014.

<sup>5</sup> EMBRAPA. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000gc6fompl02wx5ok01dx9lc67w62o0.html>

<sup>6</sup> Instituto Aço Brasil. Relatório de Sustentabilidade 2014.

**Figura 10 – Evolução Histórica das Exportações Brasileiras de Cavaco (2005-2014) e Principais Destinos das Exportações (2014)**



Fonte: MDIC (2015), compilado por STCP.

As exportações brasileiras do produto para a China são tímidas. Em 2014, o Brasil exportou para este país 109,4 mil ton, equivalente a US\$ 9,5 milhões. O volume exportado para o país ainda é pequeno, mas o movimento foi reaberto em 2011, com negociações com o Oriente, que até então estavam estagnadas. O Japão ainda permanece como o principal mercado comprador no Oriente.

### 3.2.4 – Tendências e Perspectivas

Neste item se apresentam as principais tendências e perspectivas para o uso de florestas energéticas no Brasil.

- **Reaproveitamento de Resíduos**

O reaproveitamento de resíduos é uma das principais diretrizes da indústria brasileira. Para melhorar a produtividade e reduzir custos, muitas empresas atuam constantemente no planejamento de processos, na redução e no reuso de insumos, bem como na reutilização de resíduos e na reciclagem de materiais, gerando outros produtos para as demais cadeias do negócio.

Com relação aos resíduos gerados no processo de produção, o setor de C&P trabalha intensamente para minimizar sobras e conseqüentemente impactos ambientais. Os resíduos florestais da colheita são mantidos no campo com a finalidade de proteção e adubação orgânica do solo. Nas fábricas, parte dos resíduos de colheita é direcionada para a queima em caldeiras que geram energia para o processo produtivo, em um sistema de cogeração.

O licor negro, gerado na separação da celulose da madeira, também é utilizado como insumo para a geração de eletricidade das fábricas de celulose. Em linhas gerais, os resíduos que não podem ser aproveitados são depositados em aterros ou comercializados para outros segmentos, como a construção civil, que aproveita alguns resíduos para fabricação de telhas e tijolos.

Este bom exemplo de reaproveitamento de resíduos que ocorre na indústria de C&P pode acontecer em qualquer segmento onde ocorra a geração de resíduos que possa abastecer caldeiras e gerar energia elétrica ou subprodutos como *pellets* e briquetes.

Além de ser uma atitude sustentável, pode diminuir custos com energia elétrica contratada da rede e aumentar receitas com a diversificação de novos produtos (*pellets* e briquetes).

- **Produção de *Pellets***

Com o conceito de sustentabilidade cada vez mais exigido no mercado, os *pellets* de madeira se tornam biocombustível promissor. Os *pellets* são pequenos cilindros de madeira compactados que são produzidos com baixo teor de umidade e de alto poder calorífico. Seu formato permite uso diversificado, com possibilidade de consumo em sistemas industriais e residenciais. O *pellet* é muito utilizado para o aquecimento comercial e residencial de ambientes, mas também abastece caldeiras no setor industrial e usinas termoeletricas, as quais tem a finalidade de gerar energia elétrica. No Brasil, empresas de diferentes setores têm anunciado investimentos na construção de fábricas de *pellets* de madeira.

A geração de energia via *pellets* é um processo econômico, de qualidade e uma das formas de bioenergia com maior crescimento nos países desenvolvidos, principalmente na Europa, onde ainda há dependência do carvão mineral/coque para geração de energia elétrica. De acordo com dados da FAO, a produção global de *pellets* atingiu em 2013 o patamar de 22 milhões de toneladas, crescimento de 12% com relação a 2012. A Europa e a América do Norte são os maiores consumidores de *pellets* para sistemas de aquecimento, devido às baixas temperaturas no inverno europeu e norte americano. Ainda, por se tratar de um combustível renovável e pouco poluente, tem tido seu uso ampliado em países caracterizados como grandes emissores de gás carbônico e outros relacionados ao efeito estufa, que precisam reduzir suas emissões para atender ao Protocolo de Kyoto. Os Estados Unidos são os maiores produtores de *pellets* e também os maiores importadores.

Entretanto, no Brasil, estima-se que o consumo de *pellets* em 2013 chegou a 45 mil toneladas, sendo os principais consumidores indústrias, pizzarias e padarias. Segundo a ABIPEL, em São Paulo são mais de 200 pizzarias e padarias que já utilizam os *pellets* como energia. A figura 11 demonstra esquematicamente a localização dos produtores de *pellets* no Brasil.

Figura 11 – Localização de Produtores de Pellets no Brasil



Fonte: ABIPEL (2014), adaptado por STCP.

A maior parte das indústrias brasileiras de *pellets* está localizada na região sudeste e sul do país. Isso se deve às grandes áreas de reflorestamento nestas regiões, bem como de resíduos de colheita e aqueles gerados pela indústria madeireira, que são aproveitados no processo de peletização.

#### • Geração de Energia a partir de Biomassa de Madeira

Pressionado pelos últimos acontecimentos, está reforçada a necessidade de o Brasil rever e melhor equacionar sua gestão energética. Em 2015 já houve apagões em diversos estados, principalmente da Região Sudeste e Centro-Oeste do país. Isso em virtude dos altos níveis de consumo energético, redução significativa dos níveis de determinados reservatórios, dado períodos de seca e falhas técnicas em linhas de transmissões. A soma de todos estes fatores acarreta em risco no desabastecimento de energia hidroeétrica.

Há alguns anos, o Governo Federal tem publicado editais, bem como instrução para cadastramento e habilitação técnica para a participação de empresas em leilões de energia no país. Algumas empresas da Bahia e Piauí têm ganhado espaço neste mercado, ao participar do fornecimento de energia na rede através da geração por UTEs

a base de biomassa de *Eucalyptus*. Há ainda outros grandes empreendimentos energéticos em andamento também no oeste da Bahia, que irão abastecer as linhas de transmissão da concessionária local.

De acordo com a ANEEL, o Brasil possui no total 4.176 empreendimentos em operação (contabilizados pela Agência até Jul/2015) totalizando 137,9 milhões kW de potência instalada. Dentre esses se incluem as centrais elétricas, eólicas, grandes e pequenas hidroelétricas, termoelétricas e outras centrais.

Está prevista para os próximos anos a adição de 40,5 milhões kW na capacidade de geração de energia do País, proveniente de 183 empreendimentos atualmente em construção e mais 674 outros empreendimentos anunciados, porém com construção não iniciada. Do total evidenciado até Jul/2015, tem-se que 2.708 empreendimentos (64,8% em número) são UTEs em operação, responsáveis pela geração de 39,3 milhões kW de potência fiscalizada (28,5% em potência). Outras 20 UTEs estão em construção (1,6 milhão kW de potência outorgada) e 129 com construção ainda não iniciada (7,9 milhões kW de potência outorgada). As UTEs em operação possuem 39 milhões kW de potência instalada, ou seja, 28% da potência nacional.

Ainda tendo por base dados da ANEEL, atualmente há 507 usinas no Brasil abastecidas com biomassa (bagaço de cana, resíduos de madeira, licor negro, carvão vegetal, biogás, gás de alto forno e casca de arroz), com potência instalada de 12,7 milhões kW (9% da potência total). As UTEs abastecidas com carvão vegetal e resíduos de madeira totalizam 54 e possuem uma potência instalada de 411,7 mil kW.

O Brasil possui uma produtividade e eficiência energética maior do que os outros países em se tratando de energia a partir de biomassa. Isto é devido a anos de desenvolvimento de processos para alcançar a autossuficiência energética e otimizar todas as etapas de produção das usinas, o que torna o Brasil líder mundial no setor. Porém, para manter este posto será necessário contínuo aprimoramento e inovação tecnológica através de empresas e institutos de pesquisa, bem como incentivos e estímulos do Governo. A geração de energia a partir de florestas energéticas ainda tem muito espaço para se desenvolver.

## 4 – COMPETITIVIDADE DE FLORESTAS PLANTADAS PARA FINS ENERGÉTICOS

### 4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atualmente, o uso de florestas plantadas para fins energéticos possui importância fundamental na matriz energética do país. Isso se deve principalmente ao potencial das florestas plantadas no Brasil, devido ao seu rápido crescimento e alta produtividade em relação a outros países com tradição florestal, entre outros fatores.

A discussão sobre o uso de plantações florestais para fins energéticos é um dos destaques da atualidade. O Brasil detém grandes vantagens comparativas e competitivas para a produção florestal, o que auxilia na promoção da expansão e do uso de florestas plantadas para a geração de energia no país. Por outro lado, ao que tange a demanda (mercado consumidor) por energia oriunda de madeira de reflorestamento, tem-se que analisar fatores tais como a proximidade das florestas aos centros consumidores, bem como a competição com outras fontes energéticas.

Diante deste contexto, a tabela 04 a seguir apresenta os principais fatores que permeiam as oportunidades e riscos da utilização de florestas plantadas para fins energéticos, no relativo aos aspectos florestais, aspectos físicos, aspectos legais e ambientais, além de aspectos de mercado.

**Tabela 04 – Aspectos de Competitividade Analisados no Capítulo**

<b>Aspectos</b>	<b>Assuntos</b>
Florestais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crescimento florestal (IMA)</li> <li>• Preço da madeira</li> <li>• Preço de terras para fins florestais</li> </ul>
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitação</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Geadas</li> <li>• Solos</li> <li>• Relevo / Declividade</li> </ul>
Legais e Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitações/Oportunidades ao estabelecimento de florestas plantadas nas esferas estadual e federal (estímulos, incentivos e oportunidades)</li> </ul>
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macrolocalização do mercado consumidor de biomassa florestal (empresas florestais e UTEs)</li> </ul>

Fonte: Elaborado por STCP.

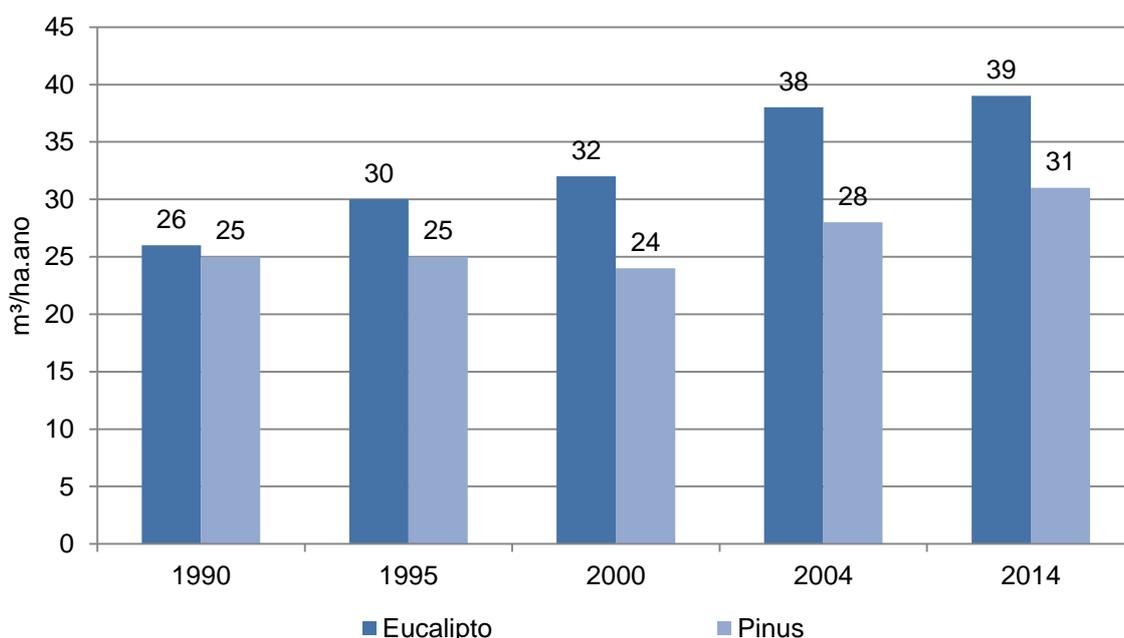
Ao final desta seção, enumeram-se os principais fatores de competitividade de florestas plantadas para o uso energético no Brasil, isto é, as vantagens comparativas e competitivas.

## 4.2 – ASPECTOS FLORESTAIS

### 4.2.1 – Crescimento Florestal (IMA / Região e Espécies)

Segundo dados do IBÁ, em 2014, a produtividade média dos plantios brasileiros de *Eucalyptus* atingiu 39 m<sup>3</sup>/ha.ano e a produtividade dos plantios de *Pinus* foi de 31 m<sup>3</sup>/ha.ano. A figura 12 apresenta a evolução histórica do IMA para *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil, como consequência de investimentos em P&D.

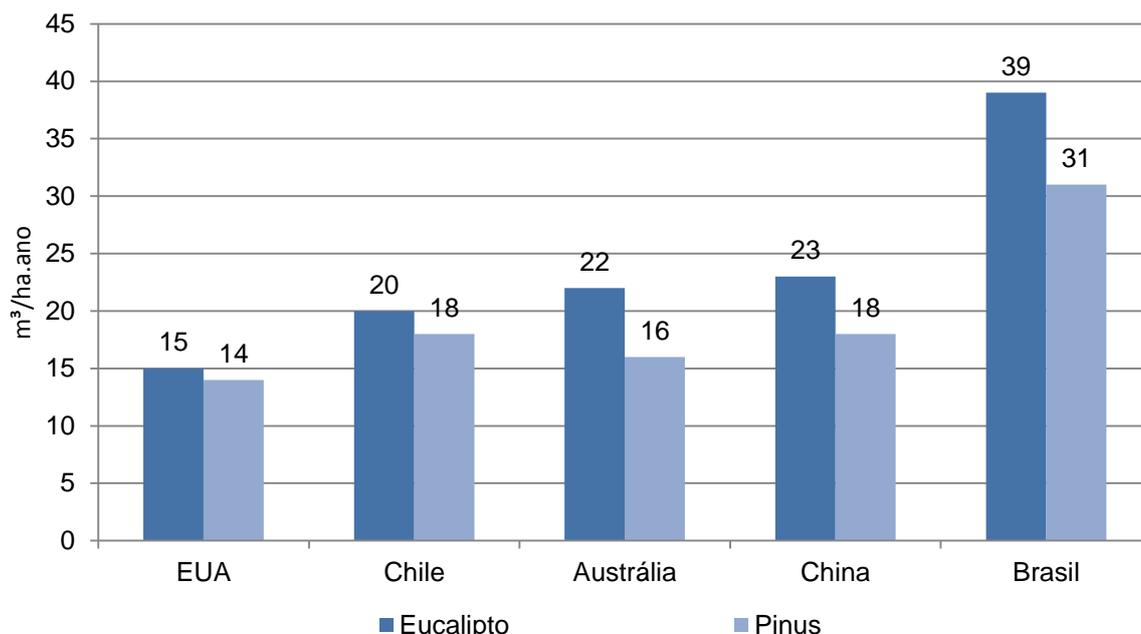
**Figura 12 – Evolução do Incremento Médio Anual (IMA) para Espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil**



Fonte: ABRAF (2005) e IBA (2015), compilado por STCP.

Em 24 anos, o IMA do *Eucalyptus* aumentou em média 50% (1,7% a.a.) e a produtividade do *Pinus* em 24% (0,9% a.a.). Este ganho deve-se aos investimentos em melhoramento genético desenvolvidos por centros de pesquisa em conjunto com indústria de base florestal. Em comparação com outros países, a produtividade dos plantios florestais no Brasil se sobressai principalmente devido às condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das referidas espécies em determinadas regiões do país, resultando em rápido crescimento dos plantios e em menor área plantada necessária para a obtenção de um mesmo volume de madeira. A figura 13 apresenta o comparativo do IMA no Brasil e em alguns outros países.

**Figura 13 – Comparativo de IMA no Brasil e em Outros Países (Base 2014)**



Fonte: IBA (2015), compilado por STCP.

Atualmente, os maiores incrementos médios anuais (IMAs) pertencem a grandes empresas que detêm materiais genéticos de alta produtividade e situados em regiões com precipitação, temperatura e solo adequados e tratos culturais/silviculturais.

Estes materiais genéticos superiores estão concentrados principalmente nas regiões Sul (PR e SC), Sudeste (MG e SP), Nordeste (BA), e Centro-Oeste (MS). Nestas regiões o IMA atinge valores superiores à média nacional, apesar de haver plantios de pequenos produtores, que muitas vezes não possuem a qualidade genética mencionada, que afetam/interferem na média do IMA regional. Muitas vezes desses plantios, normalmente de pequena escala, realizados em pequenas propriedades rurais são idealizados sem as devidas técnicas de manejo (espaçamentos pequenos) e tratos culturais/silviculturais (combate a formigas inadequado, sem adubação), bem como a utilização de materiais genéticos de baixa produtividade ou heterogêneos (muda de semente).

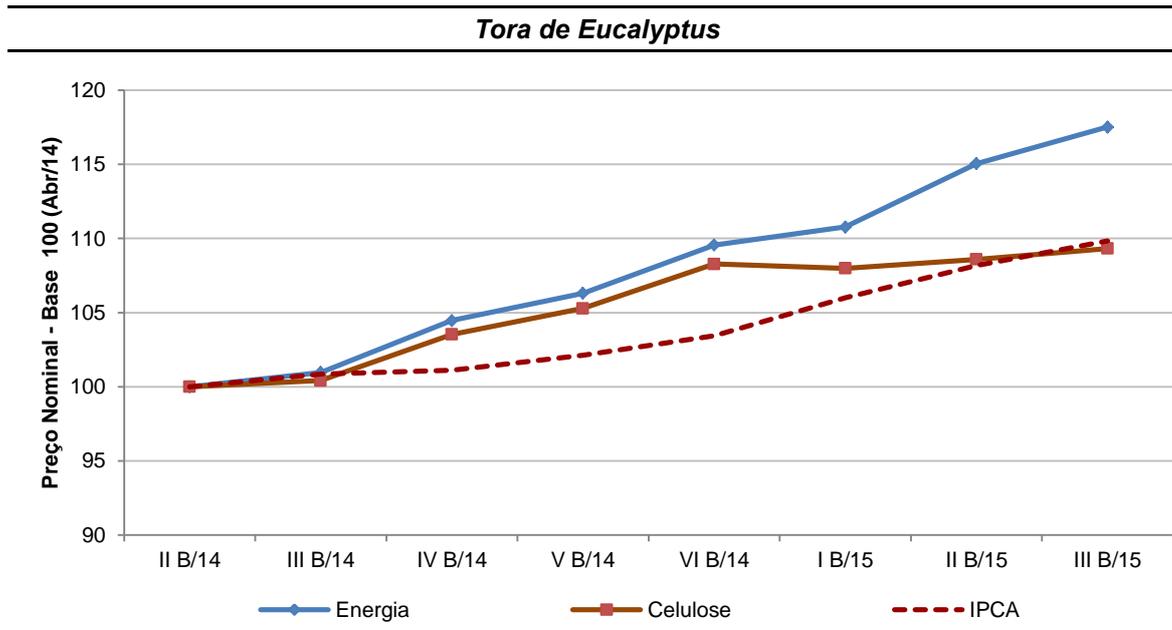
Com relação aos plantios de *Eucalyptus* para energia, estes são adensados e com manejo de curta rotação, implicando em espaçamentos reduzidos (3 m x 2 m ou 3 m x 1,5 m) e cortes rasos realizados entre 5 a 7 anos. Em plantios adensados há maior produção por unidade de área nos primeiros anos devido ao maior número de indivíduos (competição por luz – crescimento mais rápido).

#### 4.2.2 – Preço da Madeira (Biomassa Florestal)

Diversos são os fatores que influenciam o comportamento de preço de toras de *Pinus* e *Eucalyptus*. Muitas vezes estão atrelados à inflação, aumento de custos com mão de obra, combustíveis e serviços.

A variação dos preços médios de toras de *Eucalyptus* e *Pinus* (Brasil) apresentou aumento nominal nos últimos 12 meses para todos os sortimentos. A figura 14 apresenta este comportamento para o preço da tora das espécies citadas.

**Figura 14 – Índice de Preço Nominal de Toras de Eucalyptus no Brasil (Base Abr/14 = 100)**

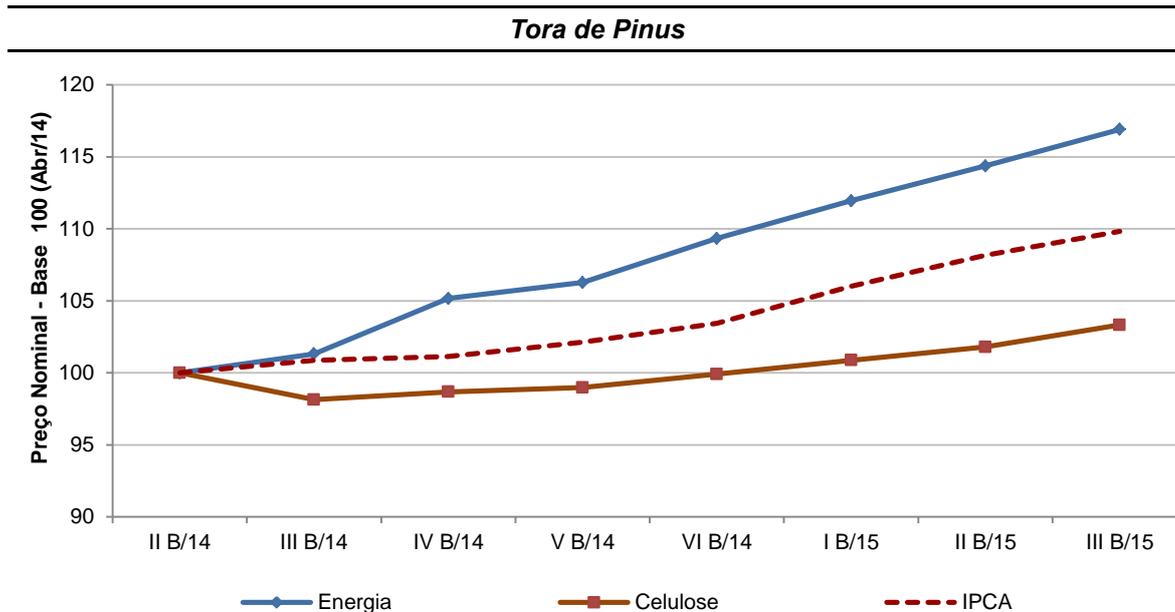


Nota de Sortimentos de Tora: Energia: < 8 cm; Celulose: 8-15 cm. Preços de madeira em tora R\$/m<sup>3</sup> em pé.  
Fonte: Banco de Dados STCP e Banco Central do Brasil (IPCA).

Com relação ao *Eucalyptus*, em termos reais, apenas os preços de toras para energia (biomassa) apresentaram crescimento real devido a competição pelo uso por diferentes segmentos em algumas regiões, embora se observe uma sobre oferta deste tipo de madeira por conta da retração de mercado em regiões tradicionais produtoras de madeira para energia.

As toras finas de *Eucalyptus* destinadas a processo/celulose mantiveram seus preços nominais estáveis, com tendência de leve queda nos preços reais. Em abril, houve queda de -2,6% na produção total de celulose (inclui fibra curta, fibra longa e pasta de alto rendimento), totalizando 1,3 milhão toneladas. Em média, 85% da produção total correspondem à celulose de fibra curta (cerca de 1,1 milhão toneladas). A redução na produção de celulose de *Eucalyptus* afetou a demanda por tora de processo, o que de certa forma refletiu na oscilação de preços observada no período.

**Figura 15 – Índice de Preço Nominal de Toras de Pinus no Brasil (Base Abr/14 = 100)**



Nota de Sortimentos de Tora: Energia: < 8 cm; Celulose: 8-15 cm. Preços de madeira em tora R\$/m<sup>3</sup> em pé.  
Fonte: Banco de Dados STCP e Banco Central do Brasil (IPCA).

Com relação à tora de *Pinus*, em termos reais observa-se que não houve recuperação do índice de inflação no período para as toras de celulose/processo. Os preços reais para este sortimento têm apresentado quedas gradativas. Essa tendência de queda nos preços deve-se principalmente à sobre oferta de toras finas (8-15 cm) por parte de algumas empresas fornecedoras deste sortimento na região Sul do país. Todavia, as empresas processadoras de tora fina estão direcionando gradativamente suas vendas para o mercado externo, com possível pressão sobre os preços.

**Tabela 05 – Preços Médios de Toras de Eucalyptus por Estado**

<b>Estado</b>	<b>Tora Energia (&lt; 8 cm)<sup>1</sup> (R\$/m<sup>3</sup> em Pé)</b>	<b>Tora Processo (8-15 cm)<sup>1</sup> (R\$/m<sup>3</sup> em Pé)</b>
São Paulo	17,9	52,3
Bahia	-	43,5
Paraná	18,1	37,1
Santa Catarina	22,9	33,8
Minas Gerais	23,8	39,4
Rio Grande do Sul	16,1	39,8
<b>Média</b>	<b>19,7</b>	<b>41,0</b>

<sup>1</sup> Preços médios sem impostos.

Fonte: Banco de Dados STCP (Mai-Jun/2015).

O preço da tora de *Eucalyptus* para energia variou em Maio/Junho entre R\$ 16,1 e 23,8/m<sup>3</sup>, sendo em média R\$ 19,7/m<sup>3</sup> em pé. Isto se deve ao fato dos custos de produção e das relações oferta/demanda de mercado serem diferentes em cada Estado. No Rio Grande do Sul, por exemplo, as empresas comercializaram em média a R\$ 16,1/m<sup>3</sup> em pé, devido a grande oferta desta bitola na região. Já em Minas Gerais, a tora para energia é mais valorizada, devido à indústria siderúrgica instalada no Estado, que tem grande demanda por lenha.

Com relação às toras de processo, os preços variam de R\$ 33,8 à R\$ 52,3/m<sup>3</sup> em pé, com média de R\$ 41,0/m<sup>3</sup> em Mai-Jun/2015. A oferta de tora de celulose em Santa Catarina e Paraná é muito superior a demanda, o que pressiona os preços para baixo. Em São Paulo, onde também há grandes fábricas de celulose, bem como de painéis reconstituídos há alta demanda por tora fina, o que pressiona os preços para cima da média.

**Tabela 06 – Preços Médios de Toras de Pinus por Estado**

<b>Estado</b>	<b>Tora Energia (&lt; 8 cm)<sup>1</sup> (R\$/m<sup>3</sup> em Pé)</b>	<b>Tora Processo (8-15 cm)<sup>1</sup> (R\$/m<sup>3</sup> em Pé)</b>
Paraná	12,8	31,7
Santa Catarina	14,4	25,5
Minas Gerais	14,3	43,5
Rio Grande do Sul	14,8	28,5
<b>Média</b>	<b>14,1</b>	<b>32,3</b>

<sup>1</sup> Preços médios sem impostos.

Fonte: Banco de Dados STCP (Mai-Jun/2015).

As toras de *Pinus* para energia apresentaram preços médios de R\$ 14,1/m<sup>3</sup>, variando de R\$ 12,8 no Paraná a R\$ 14,8 no Rio Grande do Sul. Como o *Pinus* é produzido principalmente na região Sul, não há grandes variações entre as regiões como no caso do *Eucalyptus*.

O preço da tora de processo foi em média de R\$ 32,3/m<sup>3</sup> em Maio/Junho. O menor preço encontrado para este sortimento é em Santa Catarina, a R\$ 25,5/m<sup>3</sup>, por ter haver uma sobre oferta de tora para processo na região. Já em Minas Gerais, a tora de processo sai a R\$ 43,5/m<sup>3</sup>, por haver poucos plantios de *Pinus* no Estado, além de ser muito consumido pela indústria siderúrgica.

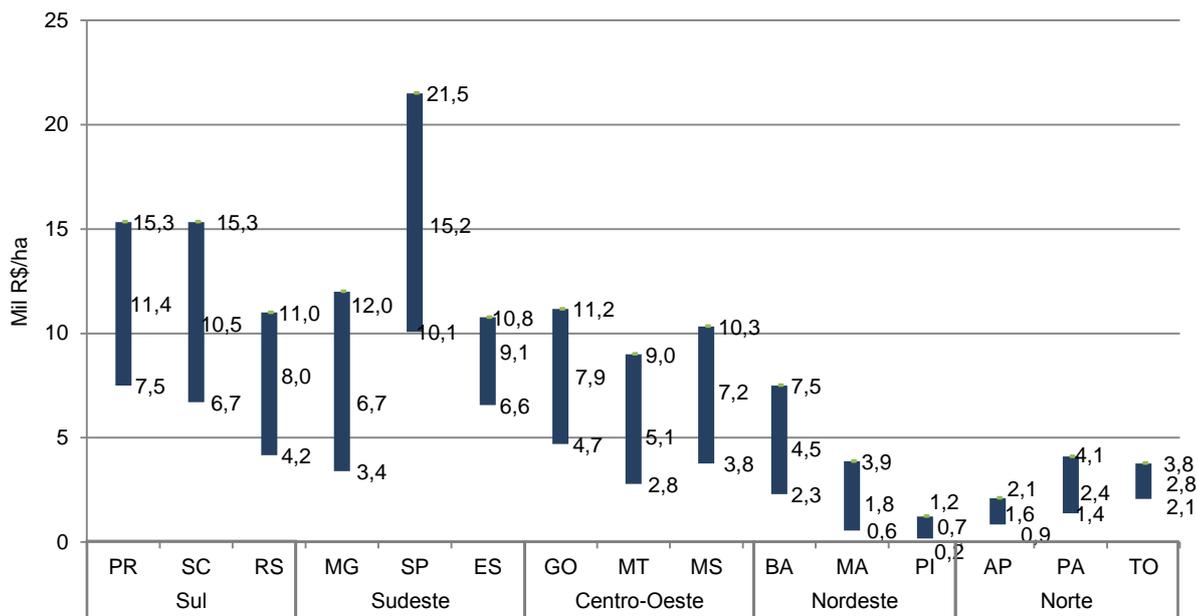
#### **4.2.3 – Competitividade e Preço Regional de Terras**

O preço regional de terras aptas para plantios florestais varia bastante de acordo com a região. É sabido que plantios florestais não são tão exigentes quanto cultivos agrícolas para se desenvolver adequadamente, pois são espécies mais resistentes e demandam padrões mais baixos de propriedades físicas e nutricionais do solo.

Sendo assim, as terras aptas para implantação de espécies florestais são aquelas, normalmente mais baratas, não apenas por apresentar solos inferiores, mas também pelo fato de o produtor poder plantar em locais com menores índices de pluviosidade e maior declividade, regiões onde automaticamente a terra apresenta valores menores. Essas terras são as de pastagem, degradadas, de topografia inclinada, arenosas, de baixas produtividades agrícolas e próprias para reflorestamento.

A figura 16 ilustra as faixas de preço de terra com aptidão florestal nos Estados com mais áreas plantadas do Brasil.

**Figura 16 – Faixa de Preço de Terra por Região**



Fonte: FNP (2015), compilado por STCP.

Conforme observado, a região Norte apresenta os menores preços de terra. No Amapá, o hectare custa de R\$ 850 a 2,1 mil. No Pará e Tocantins o preço atinge a máxima de R\$ 4,1 e 3,8 mil/ha, respectivamente.

Por outro lado, na região sudeste, o preço do hectare pode chegar a 21,5 mil em São Paulo, onde não se encontra terras por menos de R\$ 10 mil/ha. No Estado de São Paulo estão as terras mais caras do país devido ao desenvolvimento do local e às características edafoclimáticas favoráveis as mais diversas culturas agrícolas e florestais.

Em algumas regiões, o preço da terra saltou mais de 500% em 10 anos. É o caso do Mato Grosso do Sul. Com a chegada das indústrias de celulose em Três Lagoas, atraídas pela disponibilidade de água, logística favorecida e até então terra barata, o município se desenvolveu, aumentou a população e o poder de consumo. Ainda, o comércio expandiu e rodovias e aeroporto foram construídos. Com isso, o preço da terra subiu. Só de 2013 para 2014, o preço da terra subiu até 12% em alguns locais.

Depois do Sudeste, vem o Sul com o preço das terras variando de R\$ 4 a 15 mil/ha, a região Centro-Oeste, com preços na faixa de R\$ 3 a 11 mil/ha e a Nordeste, com R\$ 168 (Piauí) a 7,5 mil/ha (Bahia). O Estado do Piauí possui as terras mais baratas do Brasil. A tabela 07 resume essas oportunidades e riscos relacionados ao preço de terras.

#### 4.2.4 – Oportunidades e Riscos

Abaixo são listados os principais riscos e oportunidades relacionados aos aspectos florestais apresentados (tabela 07).

**Tabela 07 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados aos Aspectos Florestais**

Oportunidades	Riscos
No Sudeste, devido as condições de solo, clima e adaptação de material genético, plantios de <i>Eucalyptus</i> podem alcançar IMAs de até 50 m <sup>3</sup> /ha.ano.	Na região Sudeste as terras de modo geral possuem preço elevado, o que pode afetar a rentabilidade do projeto florestal. Em SP, por exemplo, um projeto florestal não paga o custo de oportunidade da terra.
Na região Sul, há plantios de <i>Pinus</i> que atingem IMAs de até 45 m <sup>3</sup> /ha.ano, com mudas provenientes da EMBRAPA, Rigesa e Klabin que possuem materiais genéticos adaptados à região e com alta produtividade.	Há sobre oferta de tora fina de <i>Pinus</i> em SC, o que tem afetado o preço. No RS, os maciços florestais possuem limite máximo que varia de 100 a 3.500 ha, com distâncias de até 2,6 km entre eles, conforme a bacia hidrográfica em que está inserido, dificultando o plantio em uma mesma propriedade rural.
Preços de tora de <i>Pinus</i> abaixo da média em Minas Gerais	Risco de baixa demanda para toras de <i>Pinus</i>
Estados do AP, PA, TO, PI e MA com os preços mais baixos de terra (R\$/ha) do país.	Muitos municípios possuem baixo IDH, MO sem qualificação e infraestrutura precária. Além disso, nos Estados pertencentes a Amazônia Legal, o percentual de reserva legal da propriedades é de 80%, o que limita o projeto florestal, sendo necessária a aquisição de mais áreas para o plantio.
PI e BA são novas fronteiras e apresentam condições edafoclimáticas para o desenvolvimento de plantios de <i>Eucalyptus</i> .	Há risco de competição com outras UTEs instaladas no Estado. No PI, há ainda estimativas baixas de IMA para o <i>Eucalyptus</i> (20 a 21 m <sup>3</sup> /ha.ano). Necessário estudo de avaliação de sites.
BA, MS e MT ainda com preços acessíveis de aquisição de terras e grande parte dos municípios desenvolvidos, com infraestrutura e MO qualificada.	Alguns locais na BA apresentam também períodos longos de déficit hídrico e pode haver competição com as outras UTEs da BA.
Estados de TO e MT possuem planos de desenvolvimento florestal	No Estado do TO, o percentual de reserva legal é de 80%.
Ainda são encontradas terras entre 3 e 8 mil reais o hectare nos Estados de MG, ES, RS, SC e PR.	São necessários estudos de prospecção de terras nesses Estados para encontrar propriedades a preços baixos e que ao mesmo tempo atendam às exigências edafoclimáticas dos plantios florestais.
Crise no setor siderúrgico desde 2009, o que pode reduzir a oferta de tora fina em MG	--

Fonte: Elaborado por STCP.

### 4.3 – ASPECTOS FÍSICOS

Neste item são discorridos os principais aspectos edafoclimáticos relacionados à produção de *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil e as características físicas gerais de cada região.

#### 4.3.1 – Precipitação

A precipitação exerce grande influência no crescimento dos plantios florestais e deve se situar entre valores mínimos e máximos definidos basicamente pela espécie. Também influencia no desenvolvimento das espécies florestais o tipo de solo e a evapotranspiração.

A precipitação média anual é a quantidade de chuvas em uma região, medida durante certo intervalo de tempo (dia, mês ou ano). Estudos relatam que para o *Eucalyptus*, a precipitação média anual mínima se situa em torno de 900 mm e a máxima não deve ultrapassar a 2.400 mm anuais. Também o ideal é que a precipitação ao longo do ano seja bem distribuída, sem períodos de grande déficit hídrico (acima de 3 meses).

Já para o *Pinus spp*, o gênero requer clima fresco com inverno frio e disponibilidade de umidade constante durante o ano, com verões chuvosos e precipitação pluviométrica média anual de 700 a 2.500 mm.

#### 4.3.2 – Temperatura

A temperatura pode ser uma das principais fontes de risco à atividade florestal, com relação à tolerância das espécies. A faixa de temperatura mais favorável ao desenvolvimento do *Eucalyptus* é de 18 - 30 °C.

Já as variedades de *Pinus*, necessitam de invernos frios com temperaturas mínimas em torno de 0 °C e temperatura média anual na faixa de 15 - 25 °C. As principais limitações ao desenvolvimento de espécies florestais é que as mesmas não suportam grandes variações de temperatura durante o ano e regiões onde ocorram com frequência temperaturas com altas amplitudes, por exemplo, abaixo de 0°C ou acima de 30°C.

#### 4.3.3 – Geadas

No sul do Brasil, o cultivo do *Eucalyptus* enfrenta, em determinadas zonas, problemas com invernos rigorosos e com ocorrência de geadas. O uso de material genético adequado, nestes casos é fundamental, priorizando espécies e procedências que sejam tolerantes ao fenômeno (ex. *Eucalyptus benthamii*).

Com relação ao gênero *Pinus*, o *P. taeda* e o *P. elliottii*, espécies tradicionais no Paraná e Santa Catarina, são bastante resistentes à geadas.

Ocorrem geadas principalmente em determinadas regiões do Estado de São Paulo (região nordeste e centro-sul), Paraná (região dos municípios de Irati, Ivaí, Guarapuava, Palmas, Inácio Martins e outros), Santa Catarina (Lages, São Joaquim, Campos Novos, Chapecó, Joaçaba, e outros) e Rio Grande do Sul (Bagé, Bom Jesus, Campo Bom, Caxias do Sul, Ibirubá, Lagoa Vermelha, Passo Fundo, Cambará do Sul, Cruz Alta, entre outros).

#### 4.3.4 – Solos

Os solos mais favoráveis para o plantio de *Pinus* e *Eucalyptus* são os Argissolos, Latossolos, Luvisolos e Nitossolos. Porém outras características como profundidade, fertilidade, drenagem e presença de concreções devem ser avaliadas.

Os plantios florestais têm melhor desenvolvimento em solos profundos, e, portanto, atividades de preparação do solo para a implementação de plantios florestais, como por exemplo, subsolagem/escarificação do solo, podem ser imprescindíveis em caso de regiões com solos compactados e de pouca profundidade, como por exemplo, áreas de antigas pastagens.

Áreas susceptíveis a alagamentos e onde possam ocorrer horizontes concrecionários/pétricos, devem ser evitadas por limitar o desenvolvimento das plantas. Solos profundos com baixa fertilidade podem ser corrigidos com adubação e fertilização químicas, dentro do limite de viabilidade financeira.

#### 4.3.5 – Relevo / Declividade

Ambas as espécies (*Eucalyptus* e *Pinus*) apresentam melhor desenvolvimento em áreas com relevo plano a suave ondulado, ou seja, com até 8 a 12% de declividade. Esta também é considerada a topografia limite para áreas mecanizáveis, pois permitem a operação de equipamentos utilizados na silvicultura (tratores pesados) e na colheita (*harvester* e *forwarder*). Em áreas de relevo ondulado a forte ondulado a colheita é manual ou semi mecanizada, com uso intensivo de motosserras e outros equipamentos com baixo grau de mecanização.

A declividade do terreno interfere diretamente no comportamento da água no solo, pois em terrenos mais inclinados há menor infiltração (escoamento superficial) o que afeta diretamente a nutrição das plantas. Assim, em regiões mais planas ocorre menor erosão de sedimentos e maior infiltração de água, tendendo a ser mais favorável ao crescimento das plantas de *Eucalyptus* e *Pinus*.

O crescimento destas espécies florestais tem relação direta com a disponibilidade de água no solo, com o relevo exercendo papel determinante na capacidade de absorção e armazenamento de água no solo. Ainda, camadas restritivas e afloramentos rochosos tendem a ocorrer em maior quantidade em áreas mais escarpadas.

#### 4.3.6 – Características por Região

A seguir são descritas características físicas de precipitação, temperatura e ocorrência de geadas em um panorama geral para as regiões do Brasil. Não são apresentadas características de solos e relevo devido a grande variação destes aspectos dentro cada região.

- **Região Sudeste**

Nesta região predomina o clima tropical e existe uma grande variabilidade de temperatura de acordo com a região. Entre os Estados de São Paulo e Paraná, a temperatura média anual situa-se entre 20 °C, enquanto ao norte de Minas Gerais a média é 24 °C, e nas áreas mais elevadas (serras) a média pode ser inferior a 18 °C devido a altitude e as passagens de correntes polares. No verão, são comuns máximas de 30 a 32 °C e de -4 a 8 °C no inverno. Em relação à precipitação, o total anual nas serras é superior a 1.500 mm, chegando a 3.300 mm em Cubatão - SP. Os menores índices pluviométricos anuais são registrados na microrregião do Jequitinhonha. Em Pedra Azul - MG, por exemplo, o índice pluviométrico anual é de 850 mm.

- **Região Sul**

Com exceção do norte do Paraná, onde ocorre o clima tropical, aquele que prevalece na região sul é o subtropical, caracterizado por baixas temperaturas. Na mesorregião centro-sul paranaense e na zona serrana de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, é comum temperaturas abaixo de zero no inverno com ocorrência de geada e até mesmo neve em alguns municípios. A temperatura média anual situa-se entre 14 e 22 °C na maior parte da região e em altitudes superiores a 1.000 m é de cerca de 10 °C. No verão as máximas ficam entre 20 e 24 °C nos vales e no litoral e entre 16 e 20 °C nas áreas mais elevadas. No inverno, as mínimas variam de 6 a 12 °C, sendo habitual temperaturas próximas de 0 °C. Em relação à precipitação, a média anual varia de 1.250 a 2.000 mm, com valores superiores a 2.000 mm no litoral do Paraná e oeste de Santa Catarina. Em Antonina, por exemplo, a média anual é superior a 2.500 mm. No norte do Paraná, os valores de precipitação são próximos a 1.600 mm, atingindo em alguns locais valores inferiores a 1.200 mm, como em Maringá, que tem precipitação média anual de 1.192 mm.

- **Região Centro-Oeste**

O clima da região é o tropical semiúmido, marcado por frequentes e intensas chuvas no verão. A temperatura média anual varia de 20° a 22 °C na região centro-oeste. Na verão são comuns temperaturas máximas de 30° a 36 °C. No inverno, ocorrem mínimas entre 8° a 18°C, com ocorrência de massas polares em alguns municípios. Porém o inverno ainda é úmido devido a evapotranspiração da água das plantas durante o período de cheia. A pluviosidade média é de 1.900 a 3.000 mm anuais na região centro-norte do Mato Grosso. Em Comodoro, por exemplo, a precipitação é de 1.941 mm ao ano. No Pantanal mato-grossense é de 1.200 a 1.400 mm. Em Cáceres, a precipitação média anual é de 1.347 mm. Apesar disso, a região centro-oeste apresenta bom índice de chuvas no verão, porém com um inverno bastante seco. Há ocorrência de geadas no Sul do Mato Grosso do Sul.

- **Região Nordeste**

Os climas presentes na região são o equatorial úmido, o litorâneo úmido, tropical (Estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí) e tropical semiárido (sertão nordestino). Quanto às temperaturas, as médias no ano variam entre 20° e 28 °C, com máximas acima de 35 °C. Os meses de inverno não são rigorosos e apresentam mínimas acima de e 13 °C no litoral e um pouco mais baixas nos planaltos. As precipitações não são abundantes para todos os locais, podendo ocorrer médias de 2.000 mm anuais, mas também valores inferiores a 750 mm no sertão (precipitação em apenas 2 ou 3 meses, com longos períodos de déficits hídricos). Em Paulistana-PI, chove apenas 597 mm anuais. Em diversos municípios no Rio Grande do Norte e Paraíba também há uma média de 700 mm de precipitação ao ano.

- **Região Norte**

Predomina na região o clima equatorial, caracterizado pelo clima quente e abafado, com temperaturas médias anuais em cerca de 25° °C. Em alguns locais dos estados do Amazonas, e Pará, o total pluviométrico anual costuma exceder os 3.000 mm. Em Soure-PA, a precipitação média anual é de 3.200 mm. Em Roraima, Amapá e até leste do Pará a média varia de 1.500 a 1.700 mm anuais. O período chuvoso da região ocorre na maior parte do território nos meses de verão/outono. No Pará, a maior parte da precipitação ocorre entre os meses de janeiro a junho e no Acre de outubro a abril, impedindo o tráfego de carros e caminhões em alguns locais (devido às condições das estradas). Em Roraima e em parte do Amazonas, as chuvas ocorrem com mais intensidade no inverno.

- **Limitações e Aptidões de *Pinus* e *Eucalyptus* por Região**

Com base no exposto, a tabela 08 abaixo apresenta as principais limitações ao desenvolvimento de plantios com espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* nas regiões do Brasil descritas anteriormente.

**Tabela 08 – Principais Limitações e Aptidões de Pinus e Eucalyptus por Região**

<b>Região</b>	<b>Principais Limitações e Aptidões</b>
	<p><b>Limitações</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitação acima de 3.000 mm em alguns municípios da mesorregião metropolitana de São Paulo</li> <li>• Alguns municípios no Norte de Minas Gerais apresentam clima semiárido com estação seca. No Nordeste do Estado também há municípios com regime pluviométrico inferior a 900 mm.</li> <li>• Na região litorânea dos Estados pertencentes à região Sudeste predominam altas temperaturas durante o ano, o que limita o desenvolvimento de espécies do gênero <i>Pinus</i>.</li> </ul>
	<p><b>Aptidões</b></p>
<b>Sudeste</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Região serrana de Minas Gerais com temperaturas amenas durante o ano.</li> <li>• Triângulo Mineiro, Zona da Mata, Vale do Rio Doce e em quase toda a metade norte do estado com estação seca no inverno e chuvas abundantes no verão.</li> <li>• Região serrana de São Paulo com verões úmidos, quentes e temperaturas amenas no inverno.</li> <li>• Região central de São Paulo com estação chuvosa no verão e outra seca no inverno.</li> <li>• Aptidão florestal também na mesorregião do Vale do Ribeira e porção sul do Estado com temperaturas amenas e precipitação média anual entre 1.000 mm e 2.500 mm.</li> </ul>
	<p><b>Limitações</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocorrência de geadas em alguns municípios do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.</li> <li>• Neve esporádica.</li> <li>• Fortes ventos em alguns municípios do Rio Grande do Sul.</li> <li>• Baixada Litorânea e vale do Rio Paraná têm verões extremamente quentes, registrando temperaturas acima de 35 °C.</li> <li>• Municípios como Uruguaiana, Lajeado e Campo Bom apresentam elevadas temperaturas no verão, atingindo 40 °C.</li> </ul>
<b>Sul</b>	<p><b>Aptidões</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas distribuídas regularmente durante todo o ano nos três Estados (exceção norte do Paraná).</li> </ul>
	<p><b>Limitações</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice pluviométrico acima de 2.500 mm no norte do Mato Grosso.</li> <li>• Ocorrência de geadas no Sul do Mato Grosso do Sul.</li> <li>• Planície do Pantanal muito úmida e muito quente.</li> <li>• Em Goiás há a estação seca que seca que vai de maio a setembro.</li> <li>• Regiões oeste e norte de Goiás com máximas de até 40 °C.</li> </ul>
<b>Centro-Oeste</b>	<p><b>Aptidões</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chuvas distribuídas regularmente e temperaturas quentes no Mato Grosso</li> <li>• Chuvas de verão e inverno seco, com temperaturas amenas na Baixada do Paraguai e no planalto do Mato Grosso do Sul.</li> <li>• Precipitação entre 1.500 mm e 1.800mm anuais em Goiás.</li> </ul>

**Tabela 08 – Principais Limitações e Aptidões de Pinus e Eucalyptus por Região**

(continuação)

<b>Região</b>	<b>Principais Limitações e Aptidões</b>
<b>Nordeste</b>	<b>Limitações</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitação média de chuvas de menos de 300 milímetros por ano com estiagens às vezes acima de dez meses no sertão nordestino.</li> <li>• Verões quentes com máximas ultrapassando os 40 °C e estação seca no Maranhão.</li> </ul>
	<b>Aptidões</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguns municípios no extremo sul da Bahia apresentam pluviosidade média anual superior a 1.100 mm.</li> <li>• Polo de Açailândia com temperaturas altas e índice pluviométrico elevado.</li> </ul>
<b>Norte</b>	<b>Limitações</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Litoral do Amapá, a foz do rio Amazonas e porções da Amazônia Ocidental com precipitação média anual acima de 3.000 mm.</li> </ul>
	<b>Aptidões</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pluviosidade alta na microrregião do Amapá.</li> <li>• Polo de Marabá com temperaturas altas e índice pluviométrico elevado.</li> <li>• Ulianópolis e Dom Eliseu com pluviosidade média anual entre 1.500 e 2.500 mm.</li> </ul>

Fonte: Elaborado por STCP.

#### 4.3.7 – Oportunidades e Riscos

A tabela 09 apresenta as principais oportunidades e riscos inerentes aos aspectos edafoclimáticos abordados anteriormente.

**Tabela 09 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados a Aspectos Edafoclimáticos**

<b>Oportunidades</b>	<b>Riscos</b>
Adaptação das espécies plantadas no Brasil ( <i>Pinus</i> no sul e <i>Eucalyptus</i> em todo o país)	Aliar as características edafoclimáticas necessárias ao desenvolvimento de espécies plantadas ao preço da terra.
Terras baratas na região nordeste, sem restrição de RL e com características edafoclimáticas adequadas ao <i>Eucalyptus</i>	Há locais na região Nordeste que apresentam excesso e falta de chuvas.
Algumas espécies de <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> são adaptadas / resistentes às geadas	Em temperaturas abaixo de 0°C com ventos intensos e ar seco ocorre a geada negra, que congela a seiva da planta. Não há espécies resistentes a geada negra. Essas geadas podem ocorrer na região Sul.

Fonte: Elaborado por STCP.

#### 4.4 – ASPECTOS AMBIENTAIS E LEGAIS

Esta abordagem tem por objetivo avaliar limitações e oportunidades envolvendo aspectos ambientais e legais identificados em políticas públicas, no âmbito federal e estadual.

Para tanto, foram eleitas limitações e oportunidades relacionadas com o tema, a partir dos temas mais relevantes correlacionados com o objetivo deste estudo.

#### 4.4.1 – Esfera Federal

Na esfera federal as limitações e oportunidades eleitas foram as seguintes:

- i. **Limitações relacionadas à existência de restrições ao acesso e uso do solo:** (i) restrições aos espaços especialmente protegidos em áreas privadas (APPs e RLs) são disciplinadas pela Lei Federal nº 12.651/12 (novo Código Florestal); e (ii) risco de aquisição e arrendamento de terras por estrangeiros, as quais têm fundamento em pareceres vigentes da Advocacia Geral da União (AGU), os quais possuem respaldo em leis; na Resolução do INCRA nº 76/2013 e na Instrução Normativa Conjunta nº 1/ 2012 (INCRA, MDA, MAPA, MDIC e MTUR).
- ii. **Oportunidades relacionadas à existência de políticas e benefícios voltados a fontes alternativas de energia ou plantios florestais:**

Várias políticas energéticas nacionais contemplam fontes alternativas de energia como a biomassa/ madeira.

O PROINFA, que tem por objetivo a diversificação da matriz energética brasileira, destaca-se na medida em que já está em fase mais avançada de implementação. O Programa conta com o apoio financeiro do BNDES e prevê a possibilidade de financiamento, mediante projetos específicos para instalações de produção de energia a partir de fontes alternativas. Podem ser beneficiárias empresas de geração de energia elétrica que tenham firmado Contrato de Compra e Venda de Energia - CCVE com a Eletrobrás no âmbito do PROINFA.

Em relação às oportunidades existentes relacionadas à política florestal (previstas no novo Código Florestal - Lei nº 12.651/12) destacam-se os institutos da reposição florestal e a exigência de Plano de Suprimento Sustentável (PSS).

Enquanto a reposição florestal é exigida daqueles que utilizam matéria-prima florestal oriunda de vegetação nativa, o PSS é exigido daqueles que utilizam grande quantidade de matéria-prima florestal. Ambos os institutos apresentam-se como oportunidades para plantios florestais, na medida em que admitem a aquisição de matéria-prima florestal plantada oriunda de áreas de terceiros.

Outra oportunidade existente no novo Código Florestal é a de não necessidade de autorização prévia para plantios florestais de espécies nativas ou exóticas (Art. 35), o que se traduz em outra oportunidade para atividade, de eliminação de tal exigência. De qualquer modo, em termos práticos, alguns Estados continuam exigindo autorização ou licenciamento para a atividade de reflorestamento, mesmo tal exigência sendo questionável, diante de tal previsão contida na nova lei federal.

Uma última oportunidade potencial a ser mencionada é a proposta de uma Política Nacional de Florestas Plantadas, que vem sendo articulada pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República e que trata de temas relevantes para o setor, tais como: (i) adaptação das linhas de financiamento para a produção de florestas plantadas; (ii) incentivos à produção de tecnologia e prestação de assistência técnica para produção de florestas plantadas; e (iii) incentivos à inserção de biomassa florestal na matriz de energia elétrica brasileira, concomitantemente com restrições à expansão da geração de eletricidade a partir de fontes fósseis.

#### 4.4.2 – Esfera Estadual

No âmbito estadual as limitações e oportunidades eleitas foram os seguintes:

- i. **Limitação: Maior Complexidade para Liberação de Plantios Florestais (exigência de autorização ou licenciamento ambiental);**

- ii. **Oportunidades: Menor Complexidade para Liberação de Plantios Florestais (dispensa de licenciamento ambiental) e Existência de Política ou Programa de Desenvolvimento ou Fomento Florestal (voltados à produção);**
- iii. **Outras: Outras limitações e oportunidades identificadas, consideradas relevantes para o presente estudo.**

A seguir apresenta-se uma análise dos Estados com maior expressividade em termos de plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* – PR, SC, SP, MG, MS, MT e BA.

Tal análise foi focada nas principais iniciativas que já possuem ações em curso em cada Estado<sup>7</sup> e sinaliza quais deles podem ser considerados mais atrativos para plantios florestais voltados à geração de energia, diante dos diferenciais de cada qual.

#### • Paraná

No Paraná não foram identificadas limitações legais ou em políticas públicas estaduais a plantios florestais. A regra é a dispensa de licenciamento ambiental para reflorestamentos e implantação de florestas, nos termos da Portaria IAP nº 304/2013, o que se apresenta como um diferencial positivo (oportunidade) deste Estado.

Após o advento do novo Código Florestal no âmbito federal (Lei Federal nº 12.561/12), foi revogado expressamente o Código Florestal Estadual então vigente, por nova lei estadual (Lei Estadual nº 18.189/14), o que afasta eventual questionamento ou insegurança jurídica que poderia existir em relação à regulamentação de plantios florestais no âmbito estadual.

#### • Santa Catarina

Em Santa Catarina igualmente não foram identificadas limitações a plantios florestais de espécies exóticas. A fim de observar as disposições contidas no Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12)<sup>8</sup>, a Lei Estadual nº 16.342/14 passou a prever, no mesmo sentido que a lei federal, ser livre a extração de lenha e demais produtos de florestas plantadas nas áreas não consideradas APPs e RL<sup>9</sup>. Há apenas a necessidade de informação do plantio ou reflorestamento ao órgão competente (FATMA), no prazo de até um ano, para fins de controle de origem.

#### • São Paulo

Assim como para os demais Estados do sul do país anteriormente avaliados, em São Paulo não há licenciamento ambiental para atividade de silvicultura, o que é também um diferencial positivo desse Estado. Igualmente não foram identificadas limitações de natureza ambiental ou legal.

Uma oportunidade identificada em São Paulo que merece destaque é a criação de um Banco de Dados de Bioenergia (Decreto Estadual 52.284/07), que tem por objetivo reunir e disponibilizar acesso em tempo real, informações disponíveis sobre o tema, para a Administração Pública Estadual e setor privado.

#### • Minas Gerais

Em Minas Gerais foram identificadas limitações e oportunidades. A primeira limitação refere-se à previsão legal de autorização ambiental de funcionamento (AAF) ou de licenciamento ambiental para cultivos agroflorestais com espécies florestais exóticas, nos

<sup>7</sup> Complementarmente, algumas limitações ou oportunidades potenciais foram apresentadas na tabela síntese que finaliza o tópico legal e ambiental.

<sup>8</sup> A mesma lei mencionada (Lei Estadual nº 16.342/14) atualizou o Código Estadual de Meio Ambiente (Lei Estadual nº 14.675/09), em razão do advento do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.561/12), o que é também indicativo de uma maior segurança jurídica sobre o tema.

<sup>9</sup> Reforçando esse posicionamento, a Portaria FATMA nº 209/14 atesta expressamente a dispensa de licenciamento ambiental para as atividades de florestamento/ reflorestamento.

termos da Deliberação Normativa COPAM nº 74/04 e da Lei Estadual nº 20.922/13, que passou a dispor sobre as Políticas Florestal e de Proteção à Biodiversidade após o advento do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12).

A segunda é a existência de um Zoneamento Ambiental no Estado (com fundamento no Art. 9º, II da Lei Federal nº 6.938/81 e na Deliberação Normativa COPAM Nº 129/08), que em alguns casos específicos podem resultar em maiores exigências, e o apoio no monitoramento da evolução dos plantios de *Eucalyptus* no Estado.

Outra limitação observada no Estado, relacionada com a interpretação legal atualmente adotada pelo Governo Federal (AGU e INCRA), é a de limitação da expansão de diversas empresas consumidoras de matéria-prima florestal estrangeiras, a exemplo de siderúrgicas.

Em relação às oportunidades identificadas no Estado, cabe mencionar: (i) o Programa Social Desenvolvimento da Atividade Produtiva Florestal, instituído pelo Decreto Estadual 45.797/11, que visa promover o fortalecimento da cadeia produtiva de floresta plantada e que contempla entre suas finalidades a possibilidade de concessão de financiamentos a projetos de florestamento e reflorestamento, a concessão gratuita ou subsidiada de insumo para plantios florestais e assistência técnica; e (ii) a exigência de Plano de Suprimento Sustentável (PSS), com limitação de consumo de matéria-prima florestal nativa para a pessoa física ou jurídica que, no território do Estado, industrialize, comercialize, beneficie, utilize ou consuma produto ou subproduto da flora em volume anual igual ou superior a 8.000m<sup>3</sup> de madeira, 12.000m<sup>3</sup> estéreos de lenha ou 4.000m<sup>3</sup> de carvão (Lei Estadual nº 20.922/14)<sup>10</sup>.

#### • Mato Grosso do Sul

No Mato Grosso do Sul não foram identificadas limitações legais ou ambientais.

Em contrapartida, existem oportunidades relacionadas a plantios florestais, a começar pela dispensa do licenciamento ambiental para as atividades de plantio e condução das espécies florestais, nos termos da Resolução SEMAC/MS nº 17/07, sendo necessário apenas informativo de plantio e corte.

Adicionalmente, o Estado conta com um Plano Florestal, o que se apresenta como uma oportunidade, já que o setor está sendo priorizado em termos de política pública estadual<sup>11</sup>.

Outra previsão que se traduz em oportunidades é a exigência do Plano de Suprimento Sustentável (PSS) para os empreendimentos que sejam enquadrados como grandes consumidores de matéria prima florestal, os quais tinham o prazo de 5 a 10 anos para o estabelecimento do suprimento desde a vigência da lei, definido pelo órgão competente no processo de licenciamento ambiental (Lei Estadual nº 4.163/12)<sup>12</sup>.

#### • Mato Grosso

No Mato Grosso foram identificadas limitações e oportunidades. Há necessidade de autorização de plantio florestal (APF), para a aprovação da área, além de Licença

<sup>10</sup> A pessoa física ou jurídica a poderá consumir produto ou subproduto de formação nativa, desde que oriundos de uso alternativo do solo, autorizado pelos órgãos ambientais competentes, nos seguintes percentuais de seu consumo anual total: (i) de 2014 a 2017, até 10%; e (ii) a partir de 2018, até 5%.

<sup>11</sup> O Decreto Estadual 11.852/05 instituiu o Programa para o Incentivo ao Plantio de Espécies Florestais Destinadas à Comercialização e à Industrialização (PROFLORA). Após disso, em 2008, foi lançado o Plano Florestal Estadual.

<sup>12</sup> O grande consumidor deve ainda, previamente ao início de suas operações, comprovar o plantio de, no mínimo, 20% do volume necessário ao seu abastecimento (Lei Estadual nº 4.163/12). Há ainda o Decreto Estadual nº 13.977/14, que regulamenta o CAR e a regularização ambiental no Estado.

Ambiental Única (LAU) ou Cadastro Ambiental Rural (CAR) para o projeto florestal, nos termos da Lei Complementar nº 38/95 (Código Estadual de Meio Ambiente) e da Portaria SEMA nº 172/2014.

Também cabe mencionar que apesar de já existirem discussões, ainda não houve ajuste na Política Florestal do Estado (Lei Complementar nº 233/05) após o advento do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12), o que se apresenta como um aspecto negativo, de insegurança jurídica.

Não obstante, a Lei Estadual nº 9.523/11 aprovou o ordenamento territorial do Estado, o qual contempla o ZEE/ MT e a possibilidade de limitações diante de fragilidades naturais existentes em determinadas áreas, o que se traduz como outra limitação estadual.

Quanto às oportunidades relacionadas ao investimento em plantios florestais podem ser mencionadas: (i) a existência de Programa de Desenvolvimento Florestal Sustentável do Estado de Mato Grosso (PDFS/MT), com fundamento na Lei Estadual nº 7.958/03 e na Resolução CONDEPRODEMAT nº 14/14, o qual tem entre seus objetivos a ampliação da área de plantações florestais e melhoria da produtividade e competitividade das florestas plantadas, incluindo as com finalidade de aumentar a oferta de madeira para geração de energia<sup>13</sup>; (ii) a concessão de incentivo fiscal, previsto na Lei Estadual nº 7.958/03 e regulamentado pela Resolução CONDEPRODEMAT nº 15/14 para as empresas do setor da madeira enquadradas e credenciadas no PRODEIC e participantes de Arranjos Produtivos Locais (APLs) da Cadeia Produtiva da Madeira do Estado; e (iii) a exigência de Plano de Suprimento Sustentável (PSS) no Estado, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 1.033/12 e pela Lei Complementar nº 233/06 (Política Florestal do Estado) daqueles que tenham consumo superior a 24.000 st/ano ou 12.000 m<sup>3</sup>/ano.

#### • Bahia

Na Bahia igualmente existem limitações e oportunidades relacionadas com plantios florestais. As limitações identificadas referem-se à: (i) exigência de autorização ambiental ou licença ambiental para as atividades agrossilvipastoris no Estado, nos termos da Lei Estadual nº 10.431/06 e do Decreto Estadual nº 10.193/06; e (ii) ao Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Bahia (ZEE/BA – Decreto Estadual nº 14.530/13), cuja metodologia prevê que as áreas do Estado consideradas com vulnerabilidade natural estão sujeitas a limitações de atividades produtivas.

Adicionalmente não se pode deixar de considerar a limitação ou risco de insegurança jurídica em razão da existência de Lei Florestal Estadual não revisada (Lei Estadual nº 10.431/06) de acordo com o Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12)<sup>14</sup>.

Por sua vez, as oportunidades identificadas são: (i) exigência de Plano de Suprimento Sustentável (PSS) para grandes consumidores ou utilizadores de matéria-prima florestal, a ser apresentado no licenciamento ambiental da atividade, cujo consumo anual seja igual ou superior a 100.000 st lenha/ano ou a 40.000 mdc/ano ou a 50.000 m<sup>3</sup> toras/ano, conforme previsto na Lei Estadual nº 10.431/06 e suas alterações e Decreto Estadual nº 15.180/14<sup>15</sup>; e (ii) o Programa Florestas para o Futuro, instituído pelo Decreto Estadual nº 7.396/98, que possui entre seus objetivos a ampliação da oferta de madeira plantada,

<sup>13</sup> Na mesma linha, o Programa de Desenvolvimento Florestal do Estado de Mato Grosso (PRODEFLOA – Lei Estadual nº 7.709/02) tem entre seus objetivos assegurar ao Estado a oferta de matéria-prima para a indústria madeireira de forma sustentada e permanente, estimulando a produção de madeira, evitando a supressão de áreas florestais e exploração predatória.

<sup>14</sup> O Decreto Estadual nº 15.180/14, no entanto, regulamentou a gestão das florestas e das demais formas de vegetação do Estado da Bahia, a conservação da vegetação nativa, o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais - CEFIR, e o Programa de Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais do Estado da Bahia, após o advento do Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/12).

<sup>15</sup> O PSS é exigido na Bahia inclusive de pessoas físicas ou jurídicas, instaladas em outras unidades da federação, que consumam ou utilizem produtos e subprodutos florestais originária do Estado da Bahia.

para os consumidores de produtos florestais, prioritariamente os pequenos e médios, e oferece mudas e assistência técnica gratuitas aos participantes.

Uma síntese de todas as limitações e oportunidades identificadas no âmbito federal e estadual é apresentada a seguir, na tabela 10.

**Tabela 10 – Limitações e Oportunidades Relacionadas a Florestas Plantadas Energéticas Existentes na Legislação e Políticas Públicas Vigentes, Federais e Estaduais**

<i>Esfera</i>	<i>Limitações e Oportunidades</i>	<i>Descrição</i>
<b>Federal</b>	Limitação	Restrição(ões) ao uso da terra (APPs/ RLs/ compra e arrendamento de terras por estrangeiros)
	Oportunidade	PROINFA Reposição florestal/ PSS Não necessidade de autorização prévia para plantios florestais
	Outras	Política Nacional de Florestas Plantadas (potencial)
<b>Estadual</b>		
PR	Limitação	-
	Oportunidades	Dispensa de licenciamento ambiental para reflorestamentos e implantação de florestas
	Outras	Oportunidade: Diretrizes para o desenvolvimento de agricultura com baixa emissão de carbono (potencial de incentivo ao plantio de florestas comerciais, que proporcionem renda futura para o produtor)
SC	Limitação	-
	Oportunidades	Dispensa de licenciamento ambiental para reflorestamentos e implantação de florestas
	Outras	Oportunidades: Incentivo à produção de energia alternativa (potencial)/ Programa Catarinense de Energias Limpas - Programa SC + ENERGIA (potencial)
SP	Limitação	-
	Oportunidades	Não há licenciamento ambiental
	Outras	Oportunidades: Banco de Dados de Bioenergia (Decreto Estadual 52.284/07)/ Zoneamento estadual orientativo para plantios (potencial)
MG	Limitação	Necessidade de AAF ou de licenciamento ambiental para cultivos agroflorestais com espécies florestais exóticas
	Oportunidades	Oportunidade: Programa Social Desenvolvimento da Atividade Produtiva Florestal
	Outras	Limitações: Zoneamento para silvicultura/ Limitações à expansão produtiva a empresas estrangeiras instaladas no Estado Oportunidades: PSS (limitação legal ao consumo de matéria-prima florestal nativa no Estado)/ Criação de incentivos fiscais e especiais implantação de sistemas agroflorestais em áreas degradadas ou praticas de técnicas de agricultura de baixo carbono (potencial)

**Tabela 10 – Limitações e Oportunidades Relacionadas a Florestas Plantadas Energéticas Existentes na Legislação e Políticas Públicas Vigentes, Federais e Estaduais**

(continuação)

<b>Esfera</b>	<b>Limitações e Oportunidades</b>	<b>Descrição</b>
	Limitação	-
MS	Oportunidades	Dispensa do licenciamento ambiental para as atividades de plantio e condução das espécies florestais Plano Florestal
	Outras	Oportunidades: PSS (limitação legal ao consumo de matéria-prima florestal nativa no Estado)/ Programa de Parceria Público-Privada (potencial)
MT	Limitação	Autorização de plantio florestal (APF)
	Oportunidades	Programa de Desenvolvimento Florestal Sustentável do Estado de Mato Grosso
	Outras	Limitações: ZEE/MT/ Risco de insegurança jurídica: Existência de Lei Florestal não revisada - Lei Complementar nº 233/05 Oportunidades: Concessão de incentivo fiscal para participantes de APLs da Cadeia Produtiva da Madeira do Estado/ PSS (limitação legal ao consumo de matéria-prima florestal nativa no Estado)/ Programa de Acesso à Energia Elétrica às Populações Urbanas e Rurais de Baixa Renda (potencial)
BA	Limitação	Necessidade de Autorização ou Licença Ambiental
	Oportunidades	Programa Florestas para o Futuro
	Outras	Limitações: ZEE/BA/ Risco de insegurança jurídica: Existência de Lei Florestal não revisada - Lei Estadual nº 10.431/06 Oportunidade: PSS

Fonte: Elaborado por STCP.

#### 4.5 – ASPECTOS DE MERCADO

Conforme mencionado no Capítulo 3, o aproveitamento da biomassa florestal e industrial para uso em caldeiras costuma ocorrer nas regiões onde a indústria de base florestal está consolidada, em especial nos Estados do PR, SC, SP, MG, MT, MS, dentre outros.

A indústria alimentícia ainda é a maior consumidora de resíduos de madeira e lenha para uso em caldeiras, a exemplo de pizzarias, churrasarias e padarias. Além disso, muitas fábricas de celulose utilizam o licor negro e os resíduos de colheita florestal para abastecer caldeiras em processos de cogeração de energia para a fábrica, muitas vezes ainda vendendo o excedente.

Fábricas de painéis utilizam os resíduos gerados em suas serrarias (serragem, maravalha) para a fabricação de produtos como MDF, MDP e OSB. Os resíduos gerados nos processos de produção também são reutilizados para o mesmo fim.

A indústria siderúrgica utiliza biomassa e lenha/toras finas para a produção de carvão vegetal, matéria-prima para produtos de maior valor agregado como o ferro-gusa e o aço.

A tabela a seguir apresenta as principais Usinas Termelétricas (UTES) abastecidas por resíduos de madeira no Brasil e sua capacidade de geração de energia, levando-se em conta os principais polos consumidores..

**Tabela 11 – Capacidade de Geração de Energia das UTEs a Base de Resíduos de Madeira no Brasil**

<b>Polo</b>	<b>Município</b>	<b>Estado</b>	<b>Usina</b>	<b>Proprietário</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>Destino da Energia</b>
Limeira	Limeira	SP	Ripasa	100% para Suzano Papel e Celulose	53.480	APE
	São Paulo	SP	Gaseifamaz I	100% para Biomass Users	27	REG
Nova Campina	Nova Campina	SP	Sguário Itapeva	100% para Sguário	2.708	REG
Uberlândia	Uberlândia	MG	Cargill Uberlândia	100% para Cargill Agrícola.	25.000	APE
Unái	Unái	MG	Natureza Limpa	100% para TJMC Empreendimentos	1.000	REG
Guarapuava	União da Vitória	PR	Miguel Forte	100% para Miguel Forte	16.000	PIE
	Guarapuava	PR	Ecoluz	100% para NGE	12.330	PIE
	Guarapuava	PR	Santa Maria	100% para Santa Maria	6.400	APE
	Carambeí	PR	Iguaçu Carambeí	100% para Madeireira Rickli	5.000	REG
	Carambeí	PR	Energy Green	100% para E G Brasil Energia	5.000	REG
	General Carneiro	PR	Pizzatto	100% para Indústrias Pedro Pizzatto	2.000	REG
Toledo	Toledo	PR	Toledo	100% para Sadia	3.000	PIE
	Dois Vizinhos	PR	Dois Vizinhos	100% para Sadia	3.000	REG
Araucária	Araucária	PR	Berneck	100% para Berneck	12.000	PIE
	Piraí do Sul	PR	Piraí	100% para Centrais Elétricas Salto Correntes	9.000	PIE
Piratini	Piratini	RS	Piratini	100% para Piratini Energia	10.000	PIE
	Encruzilhada do Sul	RS	Central Termelétrica de Geração	100% para Forjasul	1.800	REG
Tres Barras	Três Barras	SC	Rigesa	100% para Rigesa	32.500	APE
	Canoinhas	SC	Energia Madeiras	100% para Energia Madeiras	4.000	REG
	Rio Negrinho	SC	Battistella	100% para Battistella	3.150	REG
	Rio Negrinho	SC	Terranova I	100% para Solida Brasil	3.000	REG
Lages	Lages	SC	Lages	100% para Lages Bioenergética	28.000	PIE
	Tangará	SC	Thermoazul	100% para Thermoazul	4.700	REG
	Salete	SC	Rohden	100% para Rohden	3.500	REG
Vargem Bonita	Vargem Bonita	SC	Irani	100% para Celulose Irani	10.000	APE
	Faxinal dos Guedes	SC	Bragagnolo	100% para Avelino Bragagnolo	1.200	REG
Apiúna	Apiúna	SC	CATIVA I	100% para Cativa Beneficiamentos Têxteis	1.200	REG

**Tabela 11 – Capacidade de Geração de Energia das UTEs a Base de Resíduos de Madeira no Brasil**

(continuação)

<i>Polo</i>	<i>Município</i>	<i>Estado</i>	<i>Usina</i>		<i>Proprietário</i>	<i>Potência Outorgada (kW)</i>	<i>Destino da Energia</i>
Carmo do Rio Verde	Carmo do Rio Verde	GO	Comigo		NI	5.000	REG
Três Lagoas	Três Lagoas	MS	Cargil Lagoas	Três	100% para Cargill Agrícola	6.000	APE
	Aripuanã	MT	Guaçu		100% para Guaçu	30.000	PIE
	Aripuanã	MT	Conselvan		100% para Madeireira Base Sólida	1.500	REG
	Aripuanã	MT	Madeireira Nortão		100% para Madeireira Nortão	1.200	REG
Aripuanã	Colniza	MT	Martins		100% para USIMART	2.000	REG
	Primavera do Leste	MT	Primavera Leste	do	100% para Cargill Agrícola	8.000	APE
	Sinop	MT	Sinop		100% para Vitale Industrial Norte	6.000	APE
	Nova Bandeirantes	Nova Bandeirantes	MT	Atos		100% para Atos Geração de Energia	3.000
Juruena		MT	Egídio		100% para Serraria Egídio	2.000	REG
Porto Alegre do Norte	Porto Alegre do Norte	MT	Araguassu		100% para Araguassu Óleos Vegetais	1.200	REG
Candeias	Candeias	BA	ERB Candeias		100% para ERB Aratinga	16.790	PIE
Rio Branco	Rio Branco	AC	Laminados Triunfo		100% para Laminados Triunfo	1.500	REG
Itacoatiara	Itacoatiara	AM	Itacoatiara		100% para BK Energia Itacoatiara	9.000	PIE
Belém	Belém	PA	Tramontina		100% para Tramontina	1.500	REG
	Belém	PA	Ebata		100% para Ebata	800	REG
	Belém	PA	Pampa		100% para Pampa Exportações	550	REG
	Ananindeua	PA	Juruá Florestal		100% para Juruá Florestal	400	REG
Breves	Breves	PA	Santo Antônio		100% para Cooperativa Santo Antônio do Rio Ituquiara	60	REG
São João da Baliza	São João da Baliza	RR	Bio Fuel		100% para Brasil Bio Fuels	4.800	REG
<b>TOTAL</b>						<b>360.295</b>	<b>--</b>

Notas: PIE - Produção Independente de Energia

APE - Autoprodução de Energia

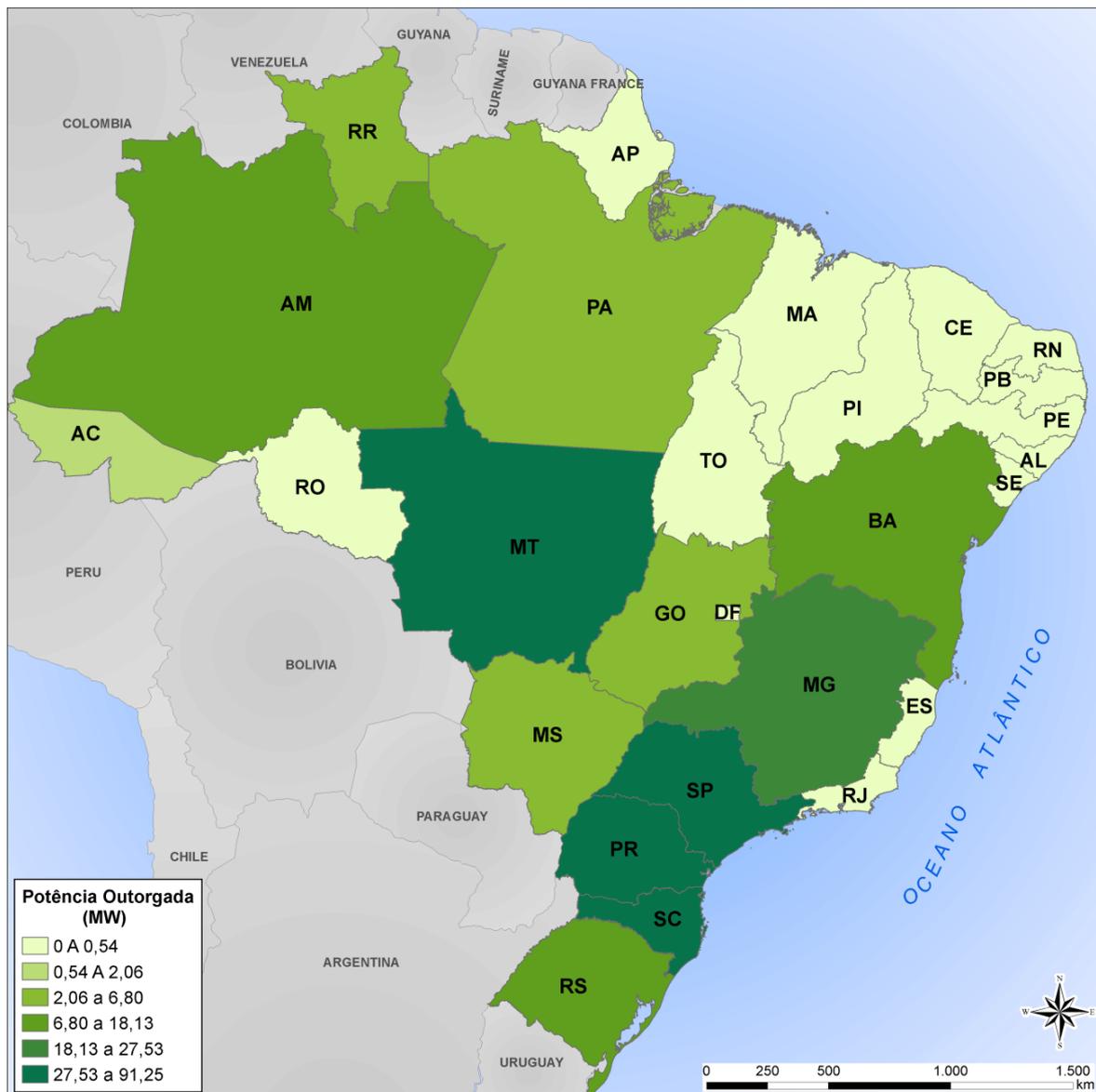
REG - Registro

Fonte: Banco de Informações de Geração da ANEEL, 2015.

Os principais polos de consumos de resíduos no país são o de Limeira (15% do total), Guarapuava (13% do total), Três Barras (12% do total) e Lages (9% do total). Conforme observado, todas as UTEs do Brasil a base de resíduos de madeira possuem capacidade

de gerar atualmente 360 MW de energia/ano. A figura 17 ilustra os Estados com maior potência outorgada no país.

**Figura 17 – Potência Outorgada por Estado**



Fonte: ANEEL (2015), adaptado por STCP.

Há uma oferta maior de energia a partir de resíduos de madeira em São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso. Nestas regiões a potência outorgada está acima de 27,53 MW. Na sequência, Minas Gerais, também apresenta bons níveis de potência outorgada pela ANEEL, acima de 18 MW. Estas regiões tradicionalmente são produtoras de toras finas, o que as favorece a geração de energia através de UTEs abastecidas com biomassa.

**Tabela 12 – Principais Oportunidades e Riscos Relacionados aos Aspectos de Mercado**

<b>Oportunidades</b>	<b>Riscos</b>
Mercado de carvão vegetal (siderúrgicas) estável em MG: ↓ pressão sobre os preços de madeira fina.	Empresas com foco no consumo de tora fina são em sua maioria integradas (floresta-indústria), mas algumas consomem parte das toras de terceiros.
As expansões anunciadas pela FIBRIA e ELDORADO no MS, poderão implicar em uma maior procura por ativos fundiários e florestais.	--
Grande consumo de tora fina no MS e expectativa de aumento nos próximos anos.	--
Baixa pressão no preço de terra no MS – pecuária em baixa em algumas regiões e terras degradadas disponíveis para plantios florestais.	--
UTES abastecidas por lenha/ biomassa/ cavacos em crescimento no Sudeste e Sul	--
Indústria de celulose investindo em cogeração de energia nas regiões centro-oeste, sudeste e sul (autossuficiência energética)	--
VERACEL e SUZANO comprando tora fina na BA.	Operações com madeira ilegal / furto, embora reduzida nos últimos anos com a atuação das autoridades (Polícia Federal).
Nova unidade da Klabin no PR demandará cerca de 4 milhões t/ano de toras finas de <i>Eucalyptus</i> e 3 milhões t/ano de <i>Pinus</i>	--

Fonte: Elaborado por STCP.

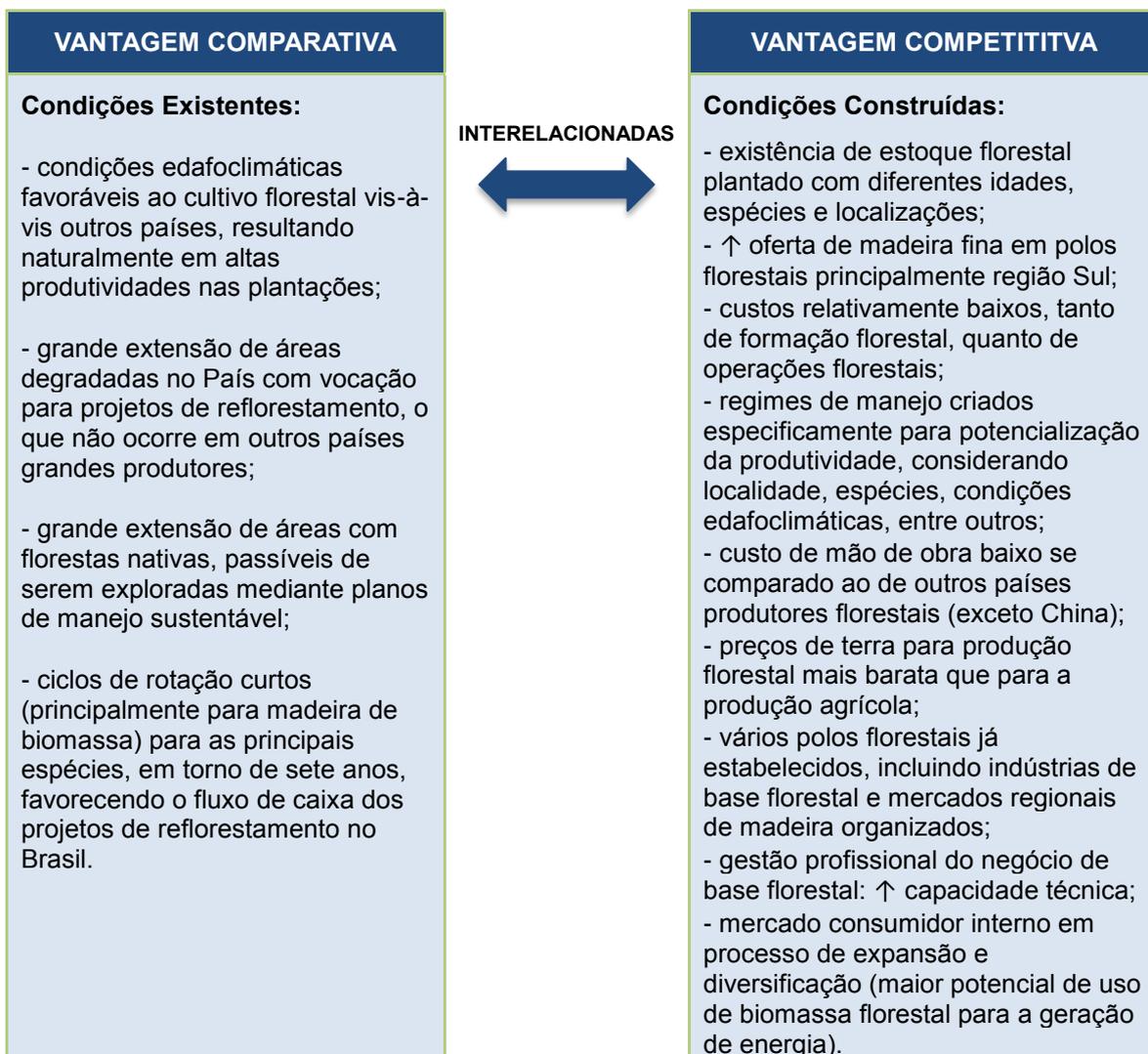
#### 4.6 – VANTAGENS COMPARATIVAS E COMPETITIVAS

O avanço da tecnologia silvicultural no Brasil nas últimas décadas, aliado às condições naturais favoráveis aos plantios florestais, proporcionou além do aumento na produtividade florestal, a redução na rotação das florestas plantadas e a consequente redução dos custos de produção florestal. Este menor custo da madeira de florestas plantadas no Brasil, comparado aos países do hemisfério norte, tem criado importantes vantagens comparativas e competitivas na cadeia de produtos de origem florestal.

Vale lembrar que **vantagens comparativas** dizem respeito às condições existentes em uma região/país, as quais são características herdadas ou promovidas pela natureza. As **vantagens competitivas**, por sua vez, referem-se às condições construídas pelo homem, seja ele agente de instituições privadas ou públicas.

A figura 18 apresenta as principais vantagens comparativas e competitivas identificadas dentre diferentes aspectos, as quais favorecem o desenvolvimento do setor florestal nacional.

**Figura 18 – Principais Vantagens Comparativas e Competitivas do Setor Florestal Brasileiro**



Fonte: Elaborado por STCP.

## 5 – POTENCIAL PARA FLORESTAS ENERGÉTICAS NO BRASIL

A produção de biomassa, para fins energéticos, em larga escala no Brasil ainda é um desafio. Para haver plantio de florestas com a única e exclusiva finalidade de produção de biomassa, fora do setor siderúrgico, são necessários incentivos governamentais e investimentos em P&D/tecnologia, principalmente em regiões com pouca experiência em plantios.

No país, as florestas energéticas são formadas principalmente pelo *Eucalyptus* (devido ao rápido crescimento e produtividade), mas também é possível utilizar espécies tais como acácia, angico, bracatinga e outras, substituindo a madeira oriunda de florestas naturais para a produção de energia.

Estes plantios podem alimentar usinas termoeletricas (UTES) para a geração de energia a preço competitivo, quando comparado à fontes não renováveis, tais como o petróleo.

Conforme apresentado no Capítulo 3, existem atualmente 47 UTES pulverizadas pelo Brasil, as quais são abastecidas por resíduos de madeira. O potencial de crescimento da produção e uso de energia térmica, proveniente de biomassa florestal, no país é considerável, principalmente devido às características edafoclimáticas e tecnologia que permitem ao país manejar florestas de alta produtividade. A tabela 13 apresenta os principais aspectos para o desenvolvimento de florestas energéticas no Brasil, subdivididos em atributos e gargalos.

**Tabela 13 – Atributos e Gargalos para o Desenvolvimento de Florestas Energética, por Região do Brasil**

Região	Atributos	Gargalos
Sudeste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições edafoclimáticas compatíveis com o desenvolvimento de plantios florestais na maior parte da região</li> <li>• IMAs de até 50 m<sup>3</sup>/ha.ano (<i>Eucalyptus</i>)</li> <li>• Alta demanda das UTES a biomassa instaladas em SP</li> <li>• Alto IDH, mão de obra qualificada e infraestrutura de qualidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preço de terra comparativamente não competitivo</li> <li>• Alto custo da mão de obra em São Paulo</li> </ul>
Sul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições edafoclimáticas compatíveis com o desenvolvimento de plantios florestais na maior parte da região</li> <li>• Região propícia para o desenvolvimento de plantios de <i>Pinus</i></li> <li>• IMAs de até 45 m<sup>3</sup>/ha.ano (<i>Pinus</i>)</li> <li>• Alta demanda por biomassa das UTES (PR e SC)</li> <li>• Médio a Alto IDH, mão de obra qualificada e infraestrutura adequada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto preço de terra</li> <li>• Sobre oferta de tora fina de <i>Pinus</i> no PR e SC – pressão nos preços</li> <li>• RS: dificuldade de implantar maciços florestais em larga escala devido ao zoneamento do Estado</li> <li>• Ocorrência de geadas</li> </ul>

**Tabela 13 – Atributos e Gargalos para o Desenvolvimento de Florestas Energética, por Região do Brasil**

(continuação)

<b>Região</b>	<b>Atributos</b>	<b>Gargalos</b>
Centro-Oeste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições edafoclimáticas compatíveis com o desenvolvimento de plantios florestais na maior parte da região</li> <li>• Grande consumo de tora fina no MS e expectativa de aumento nos próximos anos (expansão de fábricas &gt; demanda)</li> <li>• Preço de terra competitivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo a médio IDH, mão de obra com pouca qualificação e infraestrutura precária a mediana</li> <li>• Alguns municípios do norte do MT com precipitação superior a 2.500 mm/ano</li> </ul>
Nordeste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regiões específicas do PI e BA potencialmente como novas fronteiras, com condições edafoclimáticas mínimas ao desenvolvimento do <i>Eucalyptus</i></li> <li>• Preço de terra competitivo</li> <li>• Grande consumo de tora fina na BA (C&amp;P)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimativas baixas de IMA p/ <i>Eucalyptus</i> e com grande variabilidade, de acordo com a região do PI (16-25 m<sup>3</sup>/ha.ano)</li> <li>• Algumas regiões com períodos longos de déficit hídrico</li> <li>• Baixo a médio IDH, mão de obra com pouca qualificação e infraestrutura precária a mediana</li> </ul>
Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preço de terra competitivo</li> <li>• Possibilidade de substituir áreas desmatadas/pecuária por plantios de <i>Eucalyptus</i></li> <li>• Geração de energia elétrica em regiões onde a oferta da rede da concessionária é limitada e consequente desenvolvimento regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alguns municípios com precipitação superior a 3.000 mm/ano</li> <li>• Baixo IDH, mão de obra com pouca qualificação e infraestrutura precária</li> <li>• Alto consumo de madeira nativa ilegal (desmatamento)</li> <li>• Percentual de reserva legal de 80% em propriedades inseridas na Amazônia Legal, sendo necessária a aquisição de mais áreas para o projeto florestal</li> </ul>

Fonte: Diversas, elaborado por STCP.

Com incentivos e políticas públicas direcionadas às florestas energéticas, a área plantada de *Eucalyptus* tende a crescer e conseqüentemente o número de UTEs, bem como as fábricas de *pellets*/briquetes e outros combustíveis. Essa expansão do setor de energia a base de biomassa pode trazer benefícios ambientais, sociais e poderá desenvolver regiões onde ainda há limitações no fornecimento de energia elétrica, como no Nordeste e na Amazônia, por exemplo.

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fontes de energia são insumos essenciais para o desenvolvimento econômico e sustentável do Brasil. Historicamente, a demanda por energia no país tem crescido anualmente, reforçando a necessidade eminente de diversificação da matriz energética brasileira, a fim de atender às demandas da economia e desenvolvimento nacional.

O Brasil ainda possui uma grande dependência energética de combustíveis oriundos de fonte não renováveis, com o petróleo e gás natural. Ao que tange as fontes renováveis, existe grande dependência da energia hidráulica. Porém, esta está fortemente dependente de questões climáticas (período regulares de chuva) no país. A forte dependência destas fontes tem envolvido riscos de desabastecimento, que devem ser minimizados.

Nesse sentido, a diversificação da matriz energética deve ocorrer no sentido de ampliar, e até mesmo introduzir, outras fontes energéticas renováveis, para assim garantir maior segurança de abastecimento nacional. Desta forma, torna-se imprescindível o incentivo, a busca e o aprimoramento na pesquisa e utilização de fontes energéticas renováveis no país.

A participação da energia renovável na forma de biomassa florestal permite ampliar o tempo de duração das reservas (rotação da floresta) e apontam para um desenvolvimento energético sustentável.

O Brasil, em 2014, alcançou área total florestal plantada de aproximadamente 7,1 MM de ha, área esta que vem crescendo anualmente, especialmente do *Eucalyptus*. Com o alto potencial florestal do Brasil, no relativo aos aspectos edafoclimáticas, tem-se diversas regiões do país propícias e atrativas para a implantação e ampliação do recurso florestal/madeireiro para fins energéticos. Com isso, evidencia-se o alto potencial de geração de resíduos (florestais-campo / madeireiros-indústria) ao longo da cadeia, capaz de alimentar a indústria (caldeira), centrais termoeletricas, e até mesmo para uso residencial.

Atualmente, a utilização de resíduos de base florestal plantada, principalmente da Região Sul e Sudeste do país, onde estão concentrados os plantios, está praticamente equacionada. Isso porque nestas regiões, os níveis de utilização de biomassa são elevados, por concentrarem o maior número de fábricas de *pellets* e de usinas termoeletricas (UTES), evidenciando assim um mercado consumidor consolidado.

O Brasil recentemente assumiu o compromisso de expandir as energias renováveis na matriz energética do país até 2030, o que trará oportunidades de investimentos. A criação do Fundo de Energia do Nordeste (FEN), já é um bom exemplo de iniciativa no setor, onde se estima que investimentos de pelo menos R\$ 13 bilhões direcionados à projetos de energia elétrica ocorrerão em todo o País.

Desta forma, evidencia-se que o Brasil apresenta grandes oportunidades para a introdução e expansão de florestas para fins de geração de energia. Tanto ao que se referem aos aspectos florestais, aspectos físicos (edafoclimáticos), aspectos ambientais e legais, bem como aspectos de mercado, conforme analisando ao longo do estudo e sintetizado no Cap. 5 deste documento.

Embora no Brasil o uso de biomassa florestal como fonte de energia renovável ainda seja tímido, os resíduos de madeira representam um grande potencial a ser explorado. Dentro deste contexto, a utilização da biomassa florestal como fonte de energia renovável tem sido o foco das políticas públicas tanto em países desenvolvidos como países em desenvolvimento.

## 7 – REFERÊNCIAS CITADAS

ABIPEL. **Produtores de Pellets**. Disponível em: <http://www.abipel.com.br/>. Acesso em: 15/07/2015

ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF – Ano Base 2004**. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. 2005

ALESP. **Pesquisa da Base de Legislação**. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/alesp/pesquisa-legislacao/>. Acesso em: 10/07/2015

ALMG. **Legislação**. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/>. Acesso em: 10/07/2015

ALZATE et. al. **Variación Longitudinal da Densidade Básica da Madeira de Clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla***. Sandra Bibiana Arango Alzate, Mario Tomazello Filho, Sônia Maria de Stefano Piedade. Scientia Forestalis n. 68, p.87-95, ago. 2005.

ANDRADE. **Qualidade da Madeira, Celulose e Papel em Pinus Taeda L.: Influência da Idade e Classe de Produtividade**. Alan Sulato de Andrade. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

ANEEL. **BIG - Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 27/07/2015

BCB. **IPCA**. Banco Central do Brasil. 2015

BARROS. **Fator de Cubicação para Madeira Empilhada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, com Toretes de Dois Comprimentos, e sua Variação com o Tempo de Exposição ao Ambiente**. Marcos Vinícius Barros. Santa Maria, RS, Brasil, 2006.

BRITO & BARRICHELO. **Usos Diretos e Propriedades da Madeira para Geração de Energia**. José Otávio Brito, Luiz Ernesto G. Barrichelo. IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais). Circular Técnica N° 52. Junho/1979.

CASTILLO et. al. (2000). **Índices de Calidad de Madera en Pinus taeda de Rivera para la optimización en el uso final**. Alvaro Pérez del Castillo, Raúl de Castro, Sadaaki Ohta. Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales LATU-JICA (1998-2003). Informe de Investigación N° 2. Setiembre 2000.

CATTANEO & METHOL. **Desarrollo de una Raza Local de *Pinus taeda*: Avances en Investigación**. Mariana Cattaneo, Ricardo Methol. Serie Técnica N° 146. INIA. Montevideo – Uruguay. 2004.

EPE. **Balço Energético Nacional**. Empresa de Pesquisa Energética. 2015

FERNANDES & SOARES. **Variación Estacional do Teor de Umidade em Folhagem de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia***. Regina Rosa Fernandes, Ronaldo Viana Soares. Revista Floresta, 1980.

FNP. **Anuário da Agricultura Brasileira**. ISSN 1807157-0. 2015

- FOELKEL, C. **Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais Lenhosos da eucaliptocultura**. 2007. Disponível em: [www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br). Acesso em: 17/05/2015.
- FONTES. **Autossuficiência Energética em Serraria de Pinus e Aproveitamento dos Resíduos**. Paulo José Prudente de Fontes. Curitiba, 1994.
- HORST. **Avaliação da Produção Energética a Partir de Ligninas Contidas em Biomassas**. Diogo José Horst. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, 2013.
- IBÁ. **ANUÁRIO IBÁ**. Indústria brasileira de Árvores. 2015
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acesso em: 10/07/2015.
- INCRA. **Aquisição e Arrendamento de Terras por Estrangeiro**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/aquisicao-e-arrendamento-de-terras-por-estrangeiro>. Acesso em: 13/07/2015
- MDIC. **Alice Web**. Disponível em: [www.aliceweb.mdic.gov.br](http://www.aliceweb.mdic.gov.br). Acesso em: 15/07/2015.
- MME. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 13/07/2015.
- MOURAO et. al. (1979). **Densidade Básica de Madeira de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden, aos 3 Anos de Idade**. Maria Aparecida Mourão Brasil, Ricardo Antonio de Arruda Veiga, Helládio do Amaral Mello. IPEF n.19, p.63-76, dez.1979.
- MUNIZ. **Caracterização e Desenvolvimento de Modelos para Estimar as Propriedades e o Comportamento na Secagem da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.** Graciela Ines Bolzón de Muniz. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1993.
- OLIVEIRA et. al. **Varição do Teor de Umidade e da Densidade Básica na Madeira de Sete Espécies de Eucalipto**. José Tarcísio da Silva Oliveira; João Cesar Hellmeister; Mário Tomazello Filho. Rev. Árvore vol.29 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2005.
- RC AMBIENTAL. **Legislação dos Estados da Bahia, Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina**. Disponível em: <http://www.rcambiental.com.br/>. Acesso em: 10/07/2015.
- RESQUIN et. al. **Caracterización de la Celulosa de Especies del Género *Eucalyptus* Plantadas en Uruguay**. Fernando Resquin, José de Mello, Ismael Fariña, Juan Mieres, Laura Assandri. Serie Técnica N° 152. INIA. Montevideo – Uruguay. 2005.
- SANTANA. **Crescimento, Produção e Propriedades da Madeira de um Clone de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* com Enfoque Energético**. Wilma Michele Santos Santana. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais – Brasil. 2009.
- SETTE et. al. **Quantificação de Biomassa do Tronco de *Pinus taeda* em Plantios com Diferentes Idades na Região de Rio Negrinho-SC**. Carlos Roberto Sette Jr., Márcio Penteado Geromini, Nelson Yoshihiro Nakajima. Biomassa & Energia, v. 1, n. 4, p. 343-346, 2004.
- ZEE-BA. **Zoneamento Ecológico-Econômico Preliminar**. Disponível em: <http://www.zee.ba.gov.br/zee/>. Acesso em: 10/07/2015
- ZEE-MG. **O que é**. Disponível em: <http://www.zee.mg.gov.br/>. Acesso em: 10/07/2015

