



**Javier Farago Escobar *Prof. Dr.***

*e-mail: [escobar@seas.harvard.edu](mailto:escobar@seas.harvard.edu)*

**16 de outubro de 2020**

**Madeira para energia. O caso brasileiro do “wood pellets fuel”.**

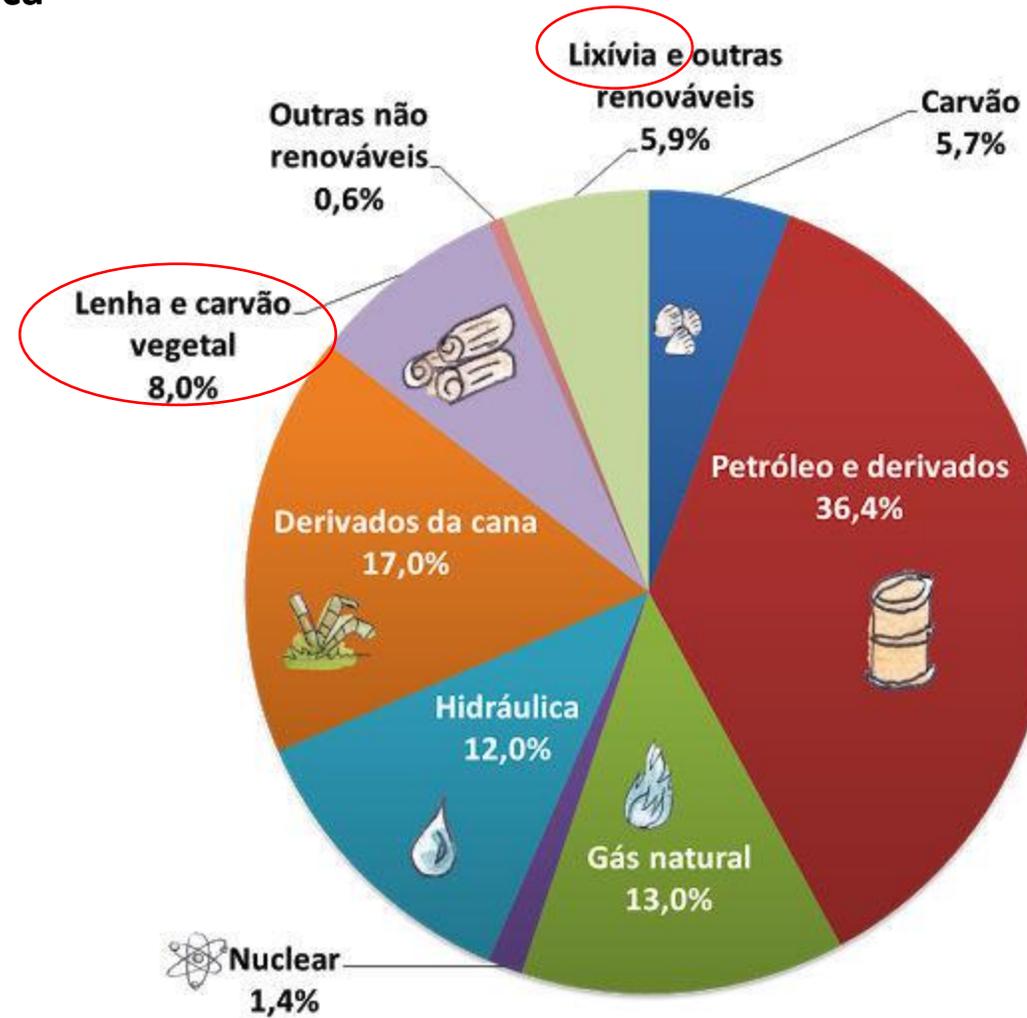
# INTRODUÇÃO

- Planos de descarbonização de diversos países do mundo
- Biomassa sólida como energia de base
- Grande potencial de exportação (UE – atingir metas de redução de carbono) uso residencial e em termoelétricas.
- Inclusão de países emergentes (Brasil)
- O Brasil e as vantagens comparativas, com potencial na produção de biomassa lignocelulósica (madeira/ *Eucalyptus ssp.*)
- Problemática – Normas e restrições (dioxinas, cinzas)
- Oportunidades e potenciais para produção sustentável de pellets de madeira em grande escala no Brasil .

## OBJETIVO GERAL

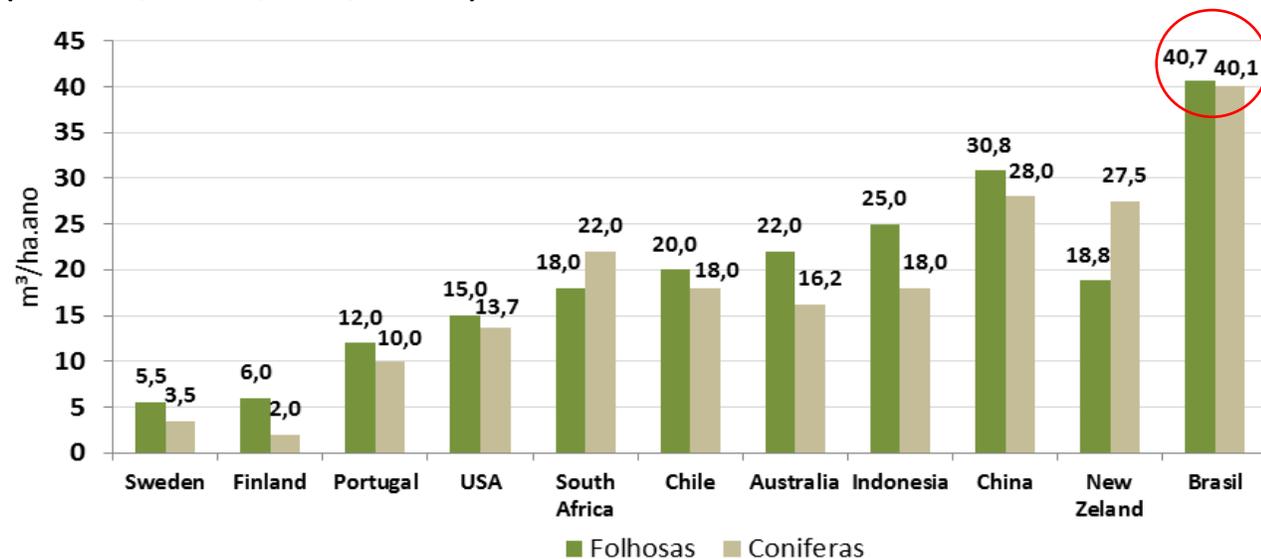
- Avaliar em um cenário técnico, econômico e socioambiental da produção de pellets de madeira a partir de plantação dedicada de florestas energéticas de curta rotação de *Eucalyptus ssp.* no Brasil, e suas perspectivas para geração de energia para atender a demanda nacional e internacional.
- Brasil como um caso de país, abordando as oportunidades e os desafios na produção nacional de madeira para energia
- Potencial da produção de madeira como biomassa (florestas plantadas)
- Determinar oferta e demanda de madeira para energia
- Regulação e sustentabilidade para expansão da biomassa sólida no Brasil
- Remoção do cloro e de compostos inorgânicos, adequar a norma internacional ENplus A1
- Mapear o potencial de produção de pellets para exportação no Brasil.

## Matriz Energética



## Oferta de madeira em tora de reflorestamento

- As **condições edafoclimáticas** e de **sítio**, aliadas a investimento em pesquisa e **desenvolvimento do setor** privado, proporcionou maior produtividade por hectare e, conseqüentemente, menor ciclo de colheita para os plantios florestais estabelecidos no Brasil, que **possuem IMAs entre 30 % e 50% superiores** comparados ao resto do **mundo** (ABRAF, 2013; IBÁ, 2015).



Espécie	Área Plantada (ha)	IMA	Produção (m³/ano)	%
Eucalyptus	5.102.030	40,1	204.591.403	76,2
Pinus	1.562.782	35,9	56.103.874	20,9
Outros	521.131	14,7	7.660.626	2,9
Total	7.185.943	-	268.355.903	100

## Consumo de madeira em tora de reflorestamento

Segmento	Consumo de Madeira (ton)*			
	Eucalyptus	Pinus	Outros	Total
1. Celulose e Papel	27.819	3.878	6	31.703
<b>2. Lenha</b>	<b>19.220</b>	<b>878</b>	<b>2.494</b>	<b>22.592</b>
3. Industria Madeireira	3.164	11.722	203	15.088
<b>4. Carvão</b>	<b>10.008</b>			<b>10.008</b>
5. Painéis de Madeira Industrial	2.921	3.518	232	6.671
6. Madeira Tratada	819			819
7. Outros	495	48		543
<b>Total</b>	<b>64.445</b>	<b>20.045</b>	<b>2.935</b>	<b>87.424</b>

Fonte: Elaboração própria com base em Ibá, 2019; Escobar 2016

- Celulose (37%)
- **Lenha (26%)**
- Ind. Mad. (17%)
- **Carvão (12%)**
- Painéis Ind. (7%)
- Mad. Tratada (1%)
- Outros (1%)

- lenha/carvão vegetal  
**(consome 38% do total produzido) totalizando 32.6 milhões de toneladas.**

## Consumo de madeira para energia por setor e por fonte

Lenha para Energia	(10 <sup>3</sup> ton.)	Floresta Nativa		Floresta Plantada	
		(10 <sup>3</sup> ton.)	%	(10 <sup>3</sup> ton.)	%
Produção de carvão vegetal	24.773	14.765	60	10.008	40
Industrial	25.425	32.403	59	22.592	41
Residencial	19.705				
Rural	8.650				
Elétrico	1.215				
<b>Total</b>	<b>79.768</b>	<b>47.168</b>	<b>59</b>	<b>32.600</b>	<b>41</b>

### Lenha para Energia

Setor Industrial	(10 <sup>3</sup> ton.)
cerâmica	8.571
Bebida e alimentos	7.258
Celulose	5.525
Outros	4.071
<b>Total</b>	<b>25.425</b>

- A maior demanda de madeira hoje no Brasil é do setor industrial que depende da mesma para atender a demanda de energia térmica no processo.

## Resíduos de madeira gerado no Brasil

Setor	resíduos de madeira	
	$10^3$ ton/ano	%
Indústria madeireira	27.750	90,7
Construção civil	923	3,0
Áreas urbanas	1.930	6,3

Fonte: Elaboração própria com base em (MMA, 2009); (STC, 2011); (SAE, 2011).

Operação (%)	Floresta Natural		Floresta Plantada	
	Produto	Resíduo	Produto	Resíduo
Corte	30-40	60-70	80-90	10-20
Processamento primário e secundário	10-20	10-20	30-40	40-50
<b>Total</b>	<b>10-20</b>	<b>80-90</b>	<b>30-40</b>	<b>60-70</b>

Fonte: Elaboração própria com base em (FAO, 2007).

- Estima-se que os resíduos de madeira correspondam a 30 milhões de toneladas
- Viabilidade nos setores que dispõe da matéria prima sem necessidade de transportar
- 50% do total de madeira residual esta na Amazônia, a maior parte dos resíduos é gerado no extrativismo na Amazônia Legal.
- Os estados da região sul, sudeste e centro-oeste - apresentam o maior potencial de uso de madeira residual com 27,5 a 82,9 MW.

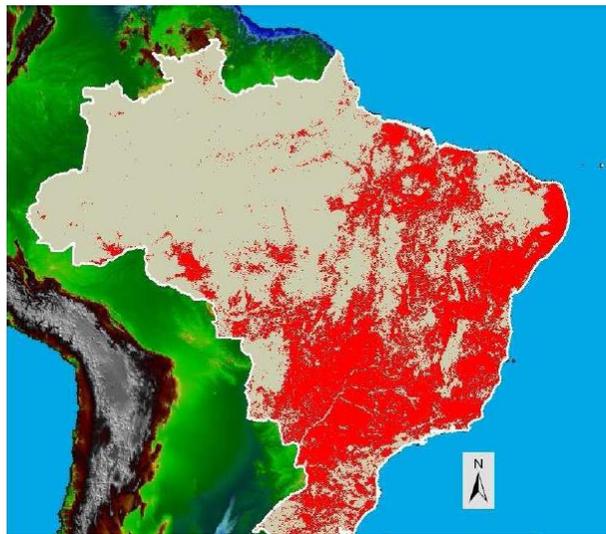
Potencial técnico de madeira seca residual de florestas plantadas no Brasil.

País/Estado	UF	Resíduo de serraria (1.000 t)	Lenha (1.000 t)	Desbaste Florestal (1.000 t)	Potencial (t)
<b>Brasil</b>		7241	23275	156088	<b>186,604,572</b>
<i>Região Sul</i>		3100	13786	33517	<b>50,403,463</b>
Rio Grande do Sul	RS	1044	4698	12466	18,207,871
Paraná	PR	1365	5583	14095	21,042,088
Santa Catarina	SC	691	3505	6957	11,153,504
<i>Região Sudeste</i>		3149	6330	65560	<b>75,038,203</b>
Minas Gerais	MG	1509	3781	40195	45,484,495
São Paulo	SP	1640	2548	18811	22,999,083

Fonte: (Escobar, 2020) base IBGE, 2018.

## Potencial de expansão – Uso do solo

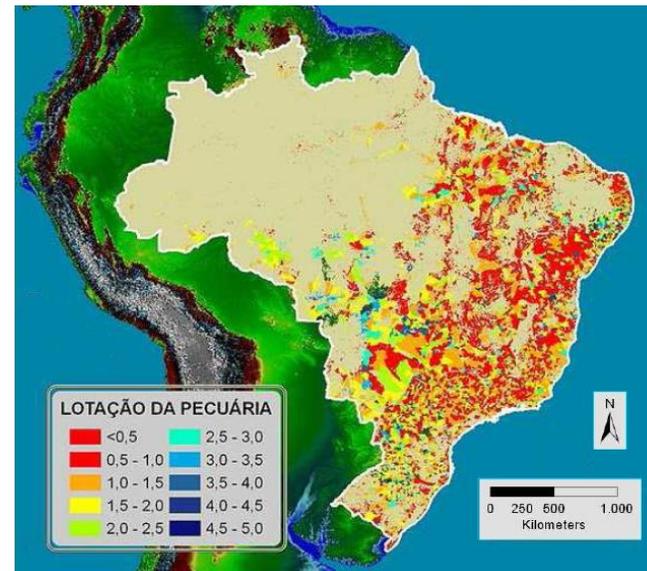
Terras aráveis



Milhões de hectares (2012)

Brasil	851
<i>terras aráveis</i>	354,8

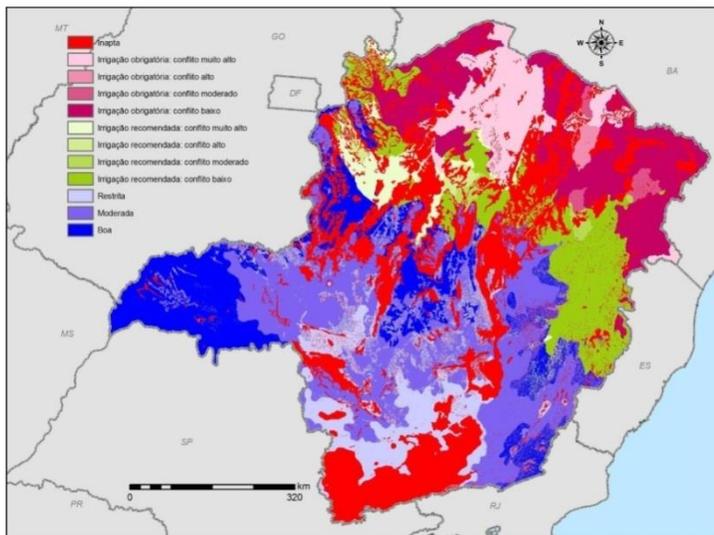
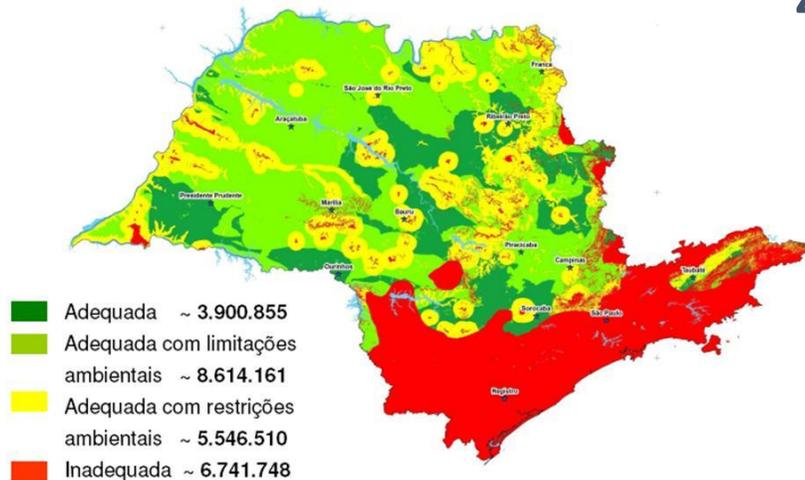
O uso da terra pela pecuária no Brasil  
baixa densidade - 1,0 cabeça por hectare



Milhões de hectares (2015/2016)

Brasil	851
<i>terras aráveis</i>	354,8
<b>1. Área total cultivada</b>	<b>84,2</b>
Soja	33,2
Milho	15,2
Outros grãos	10,1
Citrus	9,3
Cana de Açúcar	8,6
Produção Florestal	7,8
<b>2. Pastagem (produtiva e degradadas)</b>	<b>168,0</b>
<b>3. Áreas degradadas</b>	<b>140,0</b>

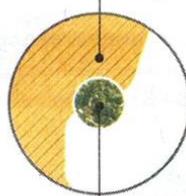
## Zoneamento



## Zoneamento agro-ecológico

■ ÁREA CORRESPONDENTE A AMAZÔNIA, PANTANAL E ALTO RIO PARAGUAI

REAS COM ESTRIÇÃO **92,5%**  
 789,8 MILHÕES/HA



ÁREA PROPÍCIA **7,5%**  
 64,7 MILHÕES/HA

**7,8 milhões** de hectares é a área atualmente cultivada com cana-de-açúcar no País

**572 mil** toneladas foi a produção de cana em 2008

**630 mil** toneladas é a produção estimada para 2009



## Cenário do zoneamento agro-ecológico

- A intensificação da pecuária e técnicas de reprodução melhoradas (MAPA, Ministério da Agricultura)
- Até 2030 dos 172 milhões de hectares utilizados para pastagem, **70 milhões** de hectares estarão disponíveis para outros fins
  - 10 milhões de ser ocupada por soja e de outros grãos
  - 5 milhões para atender às necessidades de agricultores familiares
  - 25 milhões para as culturas para fins energéticos (cana-de-açúcar, óleo de palma, capim-elefante, etc)
  - **30 milhões de ha sujeitos a ocupação com outras culturas**, por exemplo, as plantações de alimentos, florestais para **energia** e outros

**Nenhum impacto sobre as florestas nativas, mudança no uso da terra ou desmatamento.**

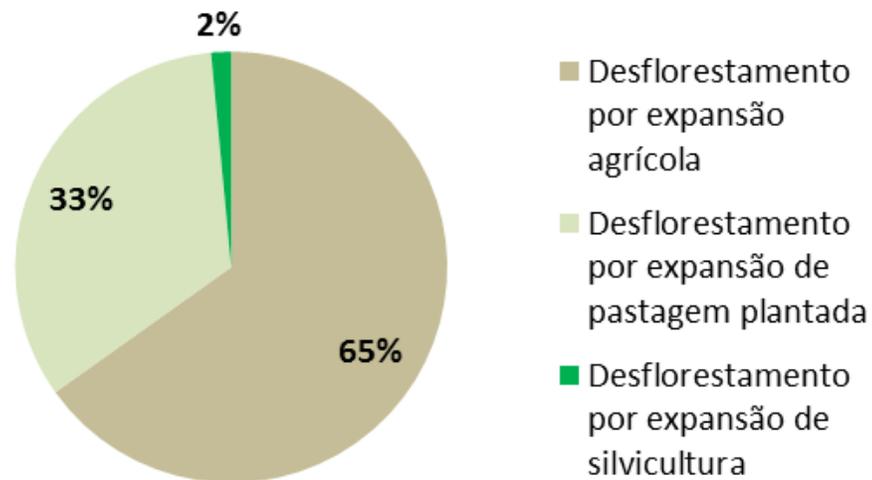
Práticas florestais: Novo Código Florestal (Lei 12727/2012).

Biodiversidade: A Secretaria Federal de Biodiversidade, do Ministério Federal do Meio Ambiente

Principais mecanismos que regulam as práticas de compensação da terra são aqueles relacionados a unidades de conservação, a Reserva Legal e outras áreas protegidas.

## Desflorestamento (florestas naturais) no período de 2001 a 2012 no Brasil.

Segundo o IBGE, o desflorestamento destas áreas ocorre principalmente em função da **expansão agrícola** com (314.207 Km<sup>2</sup>) e pela **expansão de pastagem** para pecuária com (159.396 Km<sup>2</sup>), representando 65% e 33%, consequentemente, do desmatamento de florestas naturais.



O desflorestamento pela expansão da silvicultura (Eucaliptus e Pinus) é de **somente 2% do total nacional** com (7.204 Km<sup>2</sup>), o qual comparado a produção atual de 7.185.943 hectares de florestas plantadas, esse **percentual é insignificante de 0,01 %**.

## Produção potencial para fins energéticos

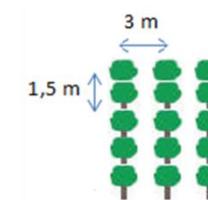
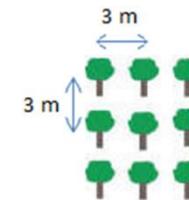
- Na atualidade as plantações tradicionais de eucalipto apresentam um incremento médio anual (IMA) entorno de 20 toneladas de massa seca por hectare

### Florestas energéticas de Eucalipto de curta rotação

- (2 a 3 anos) com finalidade exclusiva de produção de biomassa destinada à geração de energia chegam a atingir rendimentos de **45 toneladas de massa seca** por hectare ano.



Espécie	Rotação (corte) (anos)	Espaçamento entre árvores (m)	Plantio (n. árvore/ha)	Produção (t MS/ha.ano)*
<b>Eucalyptus spp. plantio tradicional</b>	5 a 7	3x2 / 3x3	1111 / 3333	20 / 25
<b>Eucalyptus spp. curta rotação</b>	2 a 3	3x0,5 / 3x1,0 / 3x1,5	2222 / 6666	40 / 55



## Os pellets de madeira

- Os pellets é um biocombustível sólido resultado do tratamento industrial e da compactação – peletização da biomassa lignocelulósica.
- Devido a suas características de alta densidade, maior rendimento energético (>4600 Kcal/kg), baixa umidade (7 a 10%), diâmetro de 6 a 16 mm, fáceis de manusear, transportar e armazenar.
- Resulta em um biocombustível com alto valor energético de aproximadamente 18 MJ/kg.
- Menos poluente que os resíduos lignocelulósicos ou de lenha natural.

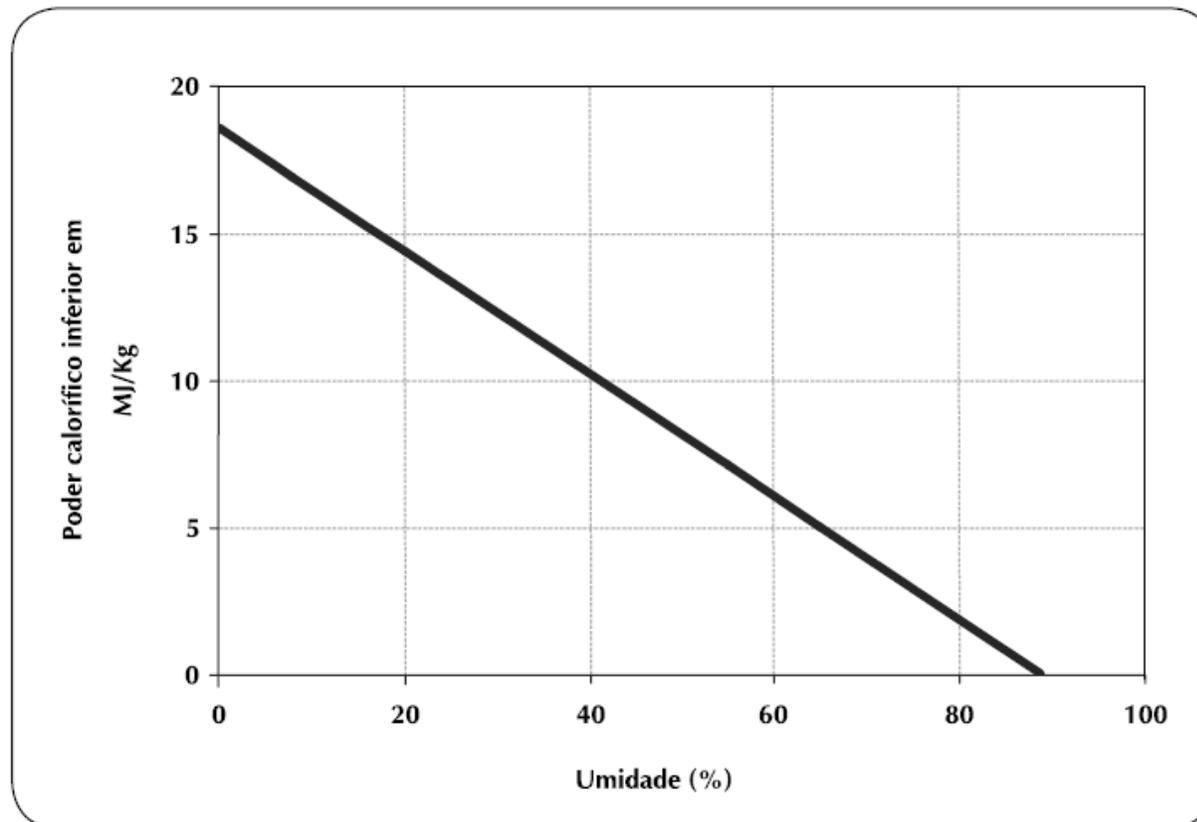


<i>Combustível</i>	<b>Poder Calorífico Inferior - PCI</b>	
	(MJ)	(Kcal)
cavaco de madeira (kg)	13	3100
pellets de madeira (kg)	18	4800
gás natural (m <sup>3</sup> )	35	8447
etanol (l)	22	5100
óleo diesel (l)	38	9160

<i>Fuel</i>	Calorific Power		Fuel Price
	(MJ)	(Kcal)	(R\$)
wood chip (kg)	13	3100	0,35
briquetts or wood pellets (kg)	18	4800	0,50
natural gas (m <sup>3</sup> )	35	8447	1,20
oil (l)	38	9160	2,50

## Relação água / madeira

Gráfico 5 | Poder calorífico da biomassa de madeira como função da umidade



Fonte: Elaboração BNDES, com base em FAO (2004).

# Volume e Transporte de Quantidades Equivalentes de Energia



## JUSTIFICATIVA

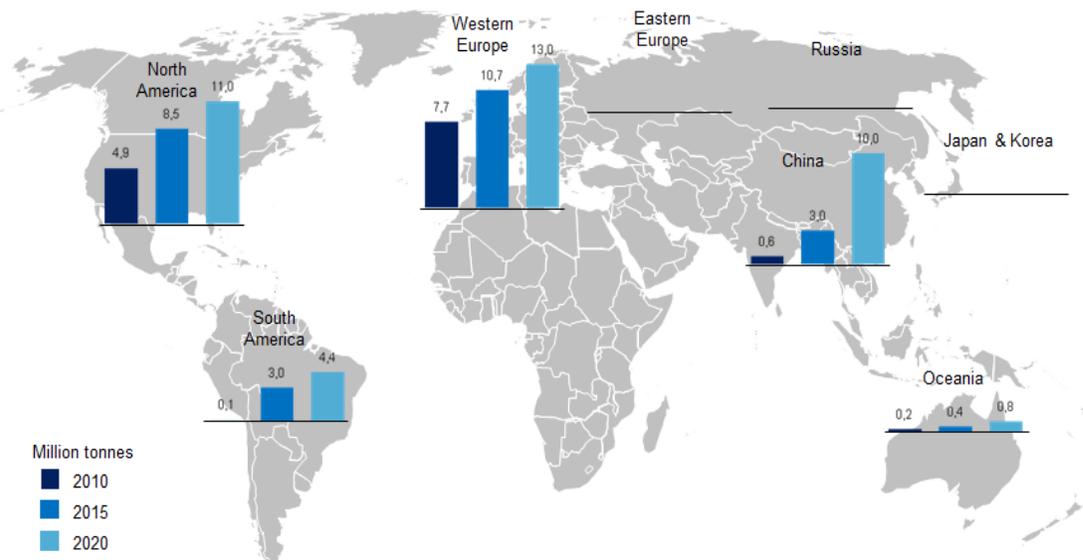
O interesse em **substituir fontes fósseis** de energia por outros com base em recursos renováveis, para **reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2030**



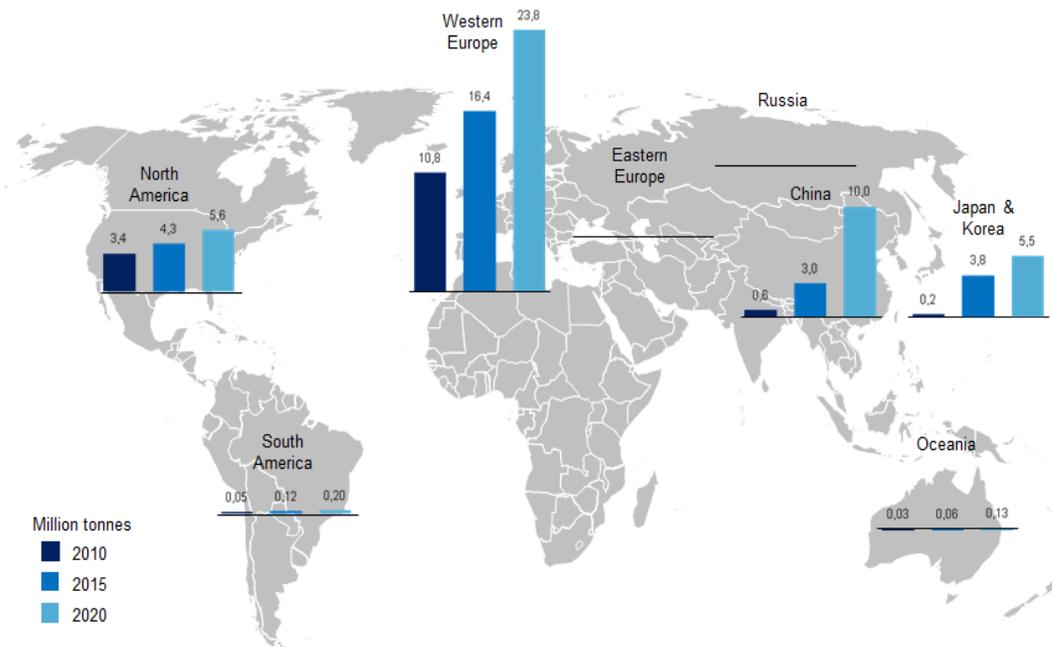
PARIS2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21·CMP11

Estima-se que a maior parte da demanda de biomassa na União Europeia até 2050 seja abastecida por **biomassa sólida, com 4.996 PJ**, seguido de outros biocombustíveis com 1.216 PJ, e o biogás com 887 PJ.

# Os pellets de madeira no mundo



Million tonnes  
■ 2010  
■ 2015  
■ 2020



Million tonnes  
■ 2010  
■ 2015  
■ 2020

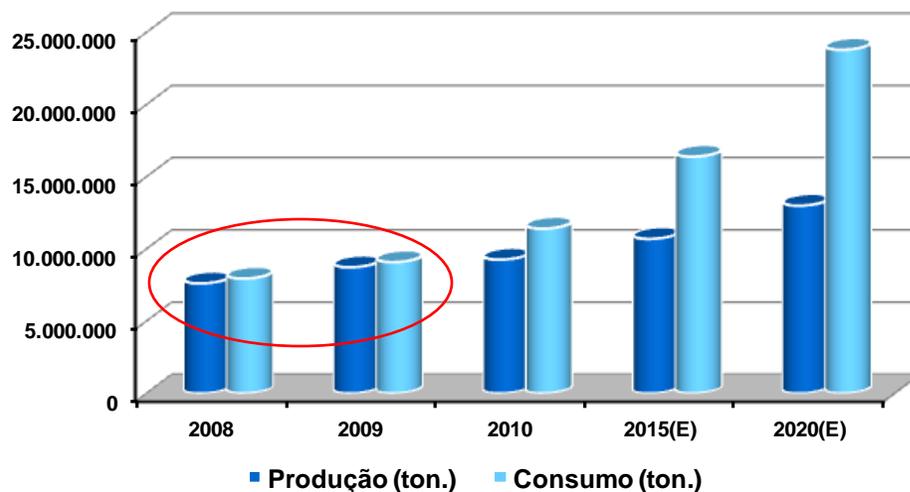
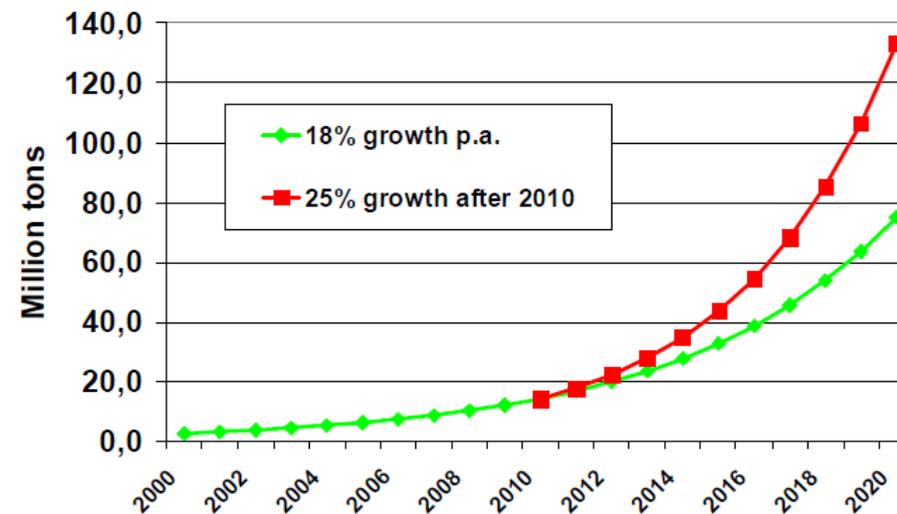
fonte: (PÖYRY, 2010)

- O setor **residencial**, os pellets competem diretamente com o óleo combustível, o gás natural e a energia elétrica, em usos finais que são o aquecimento de água e a calefação.

-O segmento de geração **termoelétrica** é o maior demandante de pellets combustível na Europa, pois muitas companhias de geração estão **reduzindo suas emissões** de dióxido de carbono a partir de substituições parciais com pellets em sua matriz energética. (*co-firing*)

## Potencial de exportação, crescimento mundial dos pellets

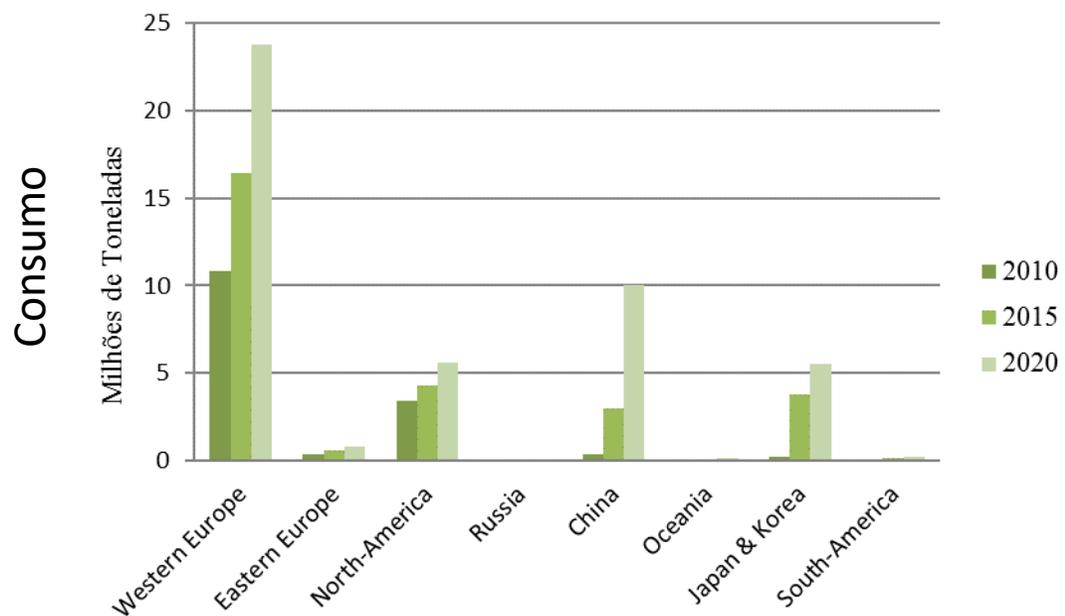
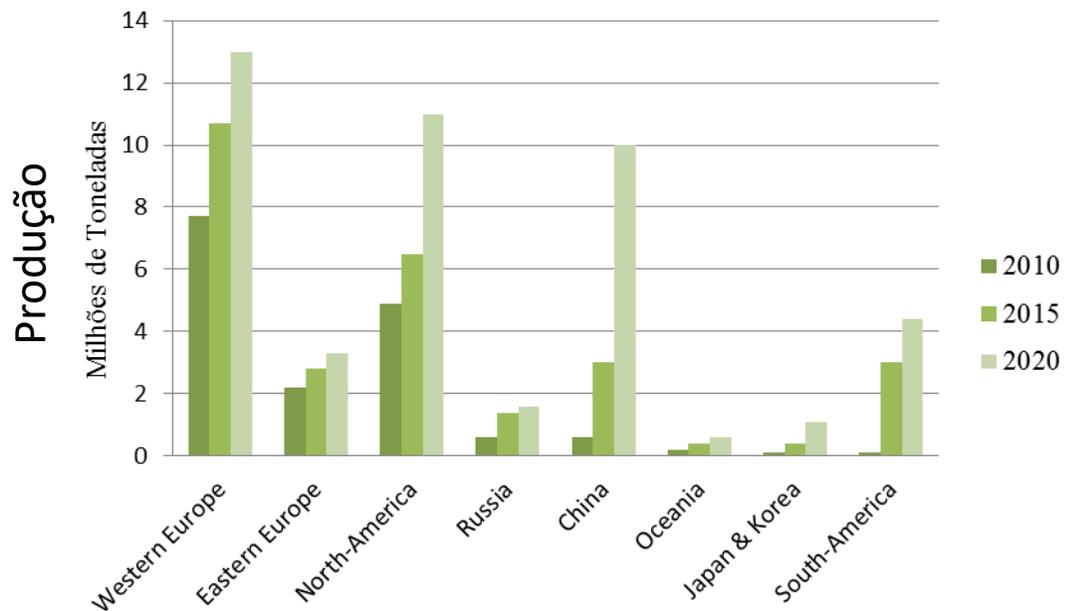
- Cenário de produção mundial de pellets 2000-2020
- A taxa de crescimento a partir de 2010 saiu de 18% a 25%



fonte: Adaptado de (IEA, 2011) e (RAKOS, 2007)

- Relação entre produção e consumo na Europa 2008-2020
- 2008 a 2010 oferta e demanda exponencial (estável)
- 2010 a 2020 Aponta uma expressiva demanda por importação neste continente

## SITUAÇÃO ATUAL - Os pellets de madeira no mundo



**28 milhões de toneladas** para ambos os setores são consumidos ao ano (doméstico e industrial)

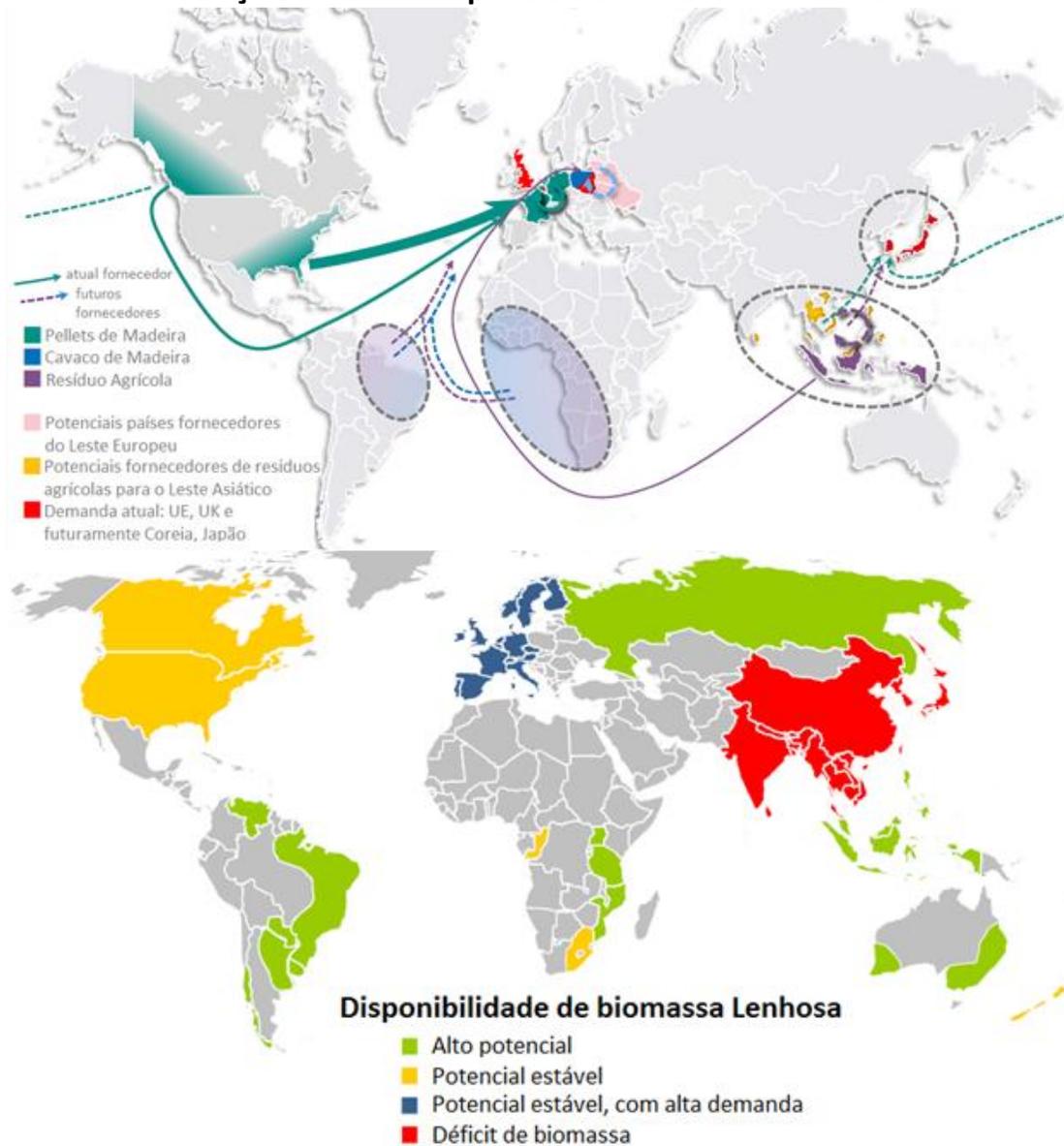
A **União Europeia** consome, de longe, o maior volume **16 MMt** em 2016.

A atual produção em ordem de grandeza para **exportação é dos EEUU, Canada, Leste Europeu, China e Rússia.**

**Atual consumidores emergentes, Japão e Coréia.**

**Espera-se crescimento** do mercado mundial de pellets de aproximadamente **41 MMt** a partir de 2020.

## SITUAÇÃO ATUAL - Os pellets de madeira no mundo



**Fluxo global de 28 milhões de ton/ano**  
(doméstico e industrial)

**16 MMt** em 2016. - União Europeia

A atual produção é dos **EEUU, Canada, Leste Europeu, China e Rússia.**

**Atual consumidores emergentes, Japão e Coreia.**

**Espera-se crescimento** do mercado mundial de aproximadamente **41 MMt** a partir de 2020.

fonte: (Escobar, 2016); (Biotrade2020, 2016).

## O caso da Alemanha e do Reino Unido



- **Alemanha** está apostando na biomassa florestal como fonte de energia de base renovável com plantações de *Eucalyptus* em Madagascar e no Norte da África desde 2009 para atender a demanda de energia renovável. (GTZ, 2009); (GTZ, 2010). **30.000 ha**

- Drax a maior termoelétrica a carvão do **Reino Unido** 4000 MW.
- Em Abril de 2013 a primeira unidade com pellets de madeira já foi concluída, com expectativas de ampliação das demais usinas até 2020.
- será necessário **2.3 milhões** de toneladas de pellets ao ano.
- Redução de até 70% do CO<sub>2</sub> gerado até o momento.

**\*Caso ENVIVA – Metas Japonesas (COP21) ATÉ 2035**  
Contrato atual take-or-pay-off de 10 anos, já supera (2 M.ton pellets).



## PRODUTORES DE PELLETS NO BRASIL 2018

- A produção não atinge 35% da capacidade instalada.

UF	CIDADE	INDÚSTRIA	CAPACIDADE t / ano	PRODUÇÃO t / ano	TECNOLOGIA UTILIZADA	MATÉRIA PRIMA	ANO INÍCIO OPERAÇÕES	SITUAÇÃO Atual	QUALIDADE DO WOOD PELLET
BA	S. S do Passe	<b>Solid</b>	30,000	23,000	Nazareno 3,5 t/h	eucalipto	2016	On	Nacional
MG	Varginha	<b>Biofácil</b>	6,000	(n/a)	Nacional 2,0 t/h	casca de café	(n/a)	On	Nacional
SP	Porto Feliz	<b>Pelletbraz</b>	7,500	0	Chavantes 4,0 t/h	pinus/eucalipto	2004	Stand by	Nacional
SP	Itaju	<b>Ecopell</b>	22,500	7,500	Lippel 2,5 t/h	pinus	2008	On	Nacional
SP	Itapeva	<b>Florpinus</b>	3,000	2,400	Nanjing 1,0 t/h	pinus	2012	On	Nacional
SP	Jaú	<b>Cosan</b>	32,000	(n/a)	Andritz 4,0 t/h	bagaço de cana	2015	Stand by	Nacional
SP	Pindamonhangaba	<b>Pelican</b>	17,500	5,000	Nacional 2 x 2,0 t/h	pinus	2017	On	ENplus - A2
SP	São Carlos	<b>Alcopel</b>	6,000	(n/a)	Nacional 2,0 t/h	casca de amendoim	2018	On	Nacional
PR	Telêmaco Borba	<b>Biobrasa</b>	7,500	4,800	Chavantes 4,0 t/h	pinus	2004	On	ENplus - A1
PR	Telêmaco Borba	<b>Malka</b>	7,500	4,800	Chavantes 4,0 t/h	pinus	2004	On	ENplus - A1
PR	Sengés	<b>Línea</b>	12,000	(n/a)	Zepi 4,0 t/h	pinus	2008	On	ENplus - A1
PR	Piên	<b>TCF</b>	32,000	6,000	Andritz 4 t/h	pinus	2012	On	Nacional
PR	Quedas Iguaçu	<b>Araupel</b>	6,000	5,000	Gell 2,0 t/h	pinus	2014	On	Nacional
SC	Benedito Novo	<b>Futura</b>	4,500	(n/a)	Chavantes 1,0 t/h	pinus	2007	On	Nacional
SC	Rio Negrinho	<b>Koala</b>	64,000	50,000	Andritz 2 x 4,0 t/h	pinus	2008	On	ENplus - A1
SC	Curitibanos	<b>EcoEnergia</b>	(n/a)	(n/a)	Nacional (-)	pinus	2013	On	Nacional
SC	Concórdia	<b>Incobio</b>	30,000	12,000	Kahl 3,5 t/h	pinus	2015	On	ENplus - A1
SC	Caraíba	<b>Caraíba</b>	30,000	9,000	Nacional (-)	pinus/eucalipto	2016	On	Nacional
SC	Caçador	<b>Adami</b>	30,000	27,000	Andritz 4,0 t/h	pinus	2018	On	ENplus - A1
RS	Farroupilha	<b>Piomade</b>	3,750	2,400	Nazzareno 0,5 t/h	pinus	2010	On	ENplus - A1
RS	Vale Real	<b>Chamape</b>	6,000	1,800	Gell 2,0 t/h	pinus	2014	On	Nacional
RS	S. Lourenço do Sul	<b>Emak</b>	(n/a)	(n/a)	(n/a)	pinus	2015	Stand by	Nacional
RS	Montenegro	<b>Tanac Pellets</b>	277,000	160,000	Kahl 12 x 3,5 t/h	acácia-negra	2015	On	ISO18122-Industrial
RS	Butiá	<b>Butiá</b>	36,000	0	(n/a)	pinus/eucalipto	2017	Stand by	Nacional
RS	Canela	<b>Peletilar</b>	7,200	0	Nacional (-)	pinus	2017	Stand by	Nacional

(n/a) não avaliado

Fonte: Elaboração própria, com base em (Garcia et.al, 2016)

## Aplicações dos pellets no Brasil

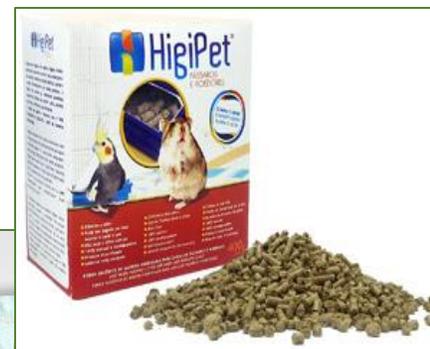


### Queimadores e Aquecedores

- Principalmente Aviários
- Hotel
- Motel
- Lavanderia
- Pizzaria
- Academia
- Aquecimento de piscinas
- Aquecimentos de Parques
- Secadores Industriais



No inverno, as águas são aquecidas por pellets de madeira



Granulado higiênico de madeira, produto desenvolvido para gatos para ser utilizado no lugar da areia higiênica.

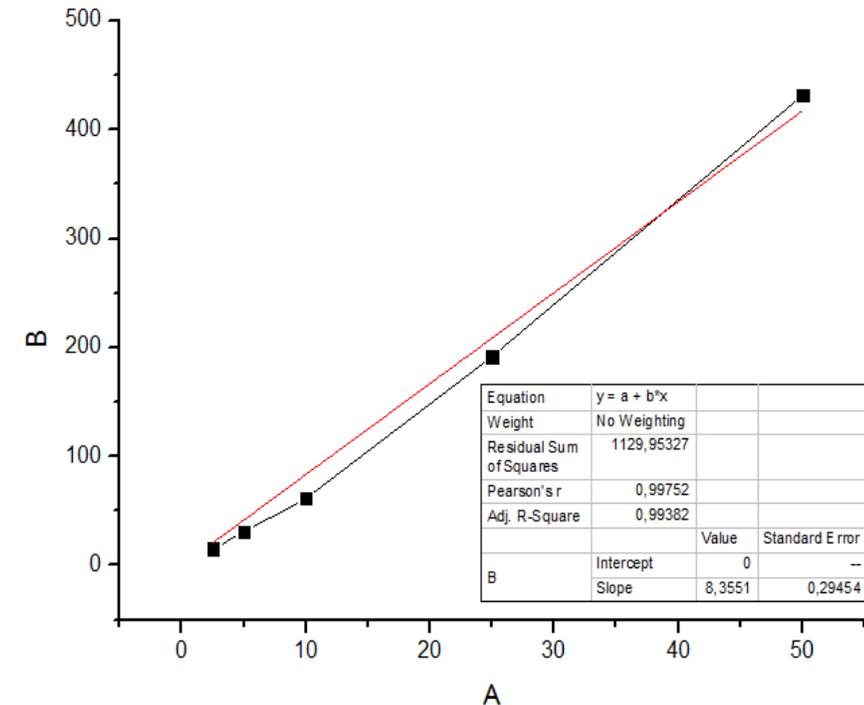
## METODOLOGIA

Remover o cloro e outros inorgânicos, tais como metais alcalinos, da madeira do gênero *Eucalyptos* ssp.



**Patente depositada** no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – **INPI (BR 10 2016 023862 5)**.

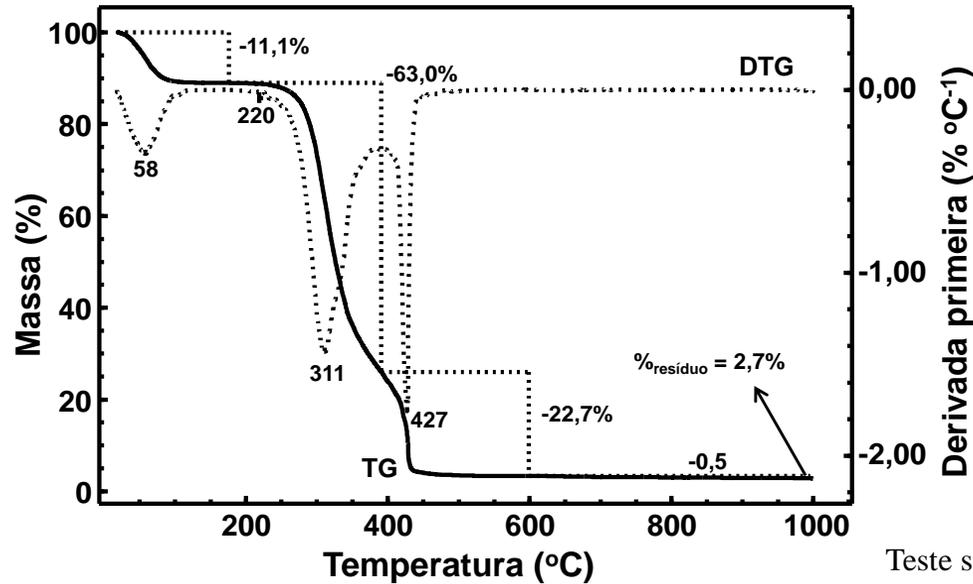
## Teste de cloreto em cromatógrafo seletivo de íons.



teste qualitativo com  $\text{Ag}^+$  em meio  $\text{HNO}_3$  dil

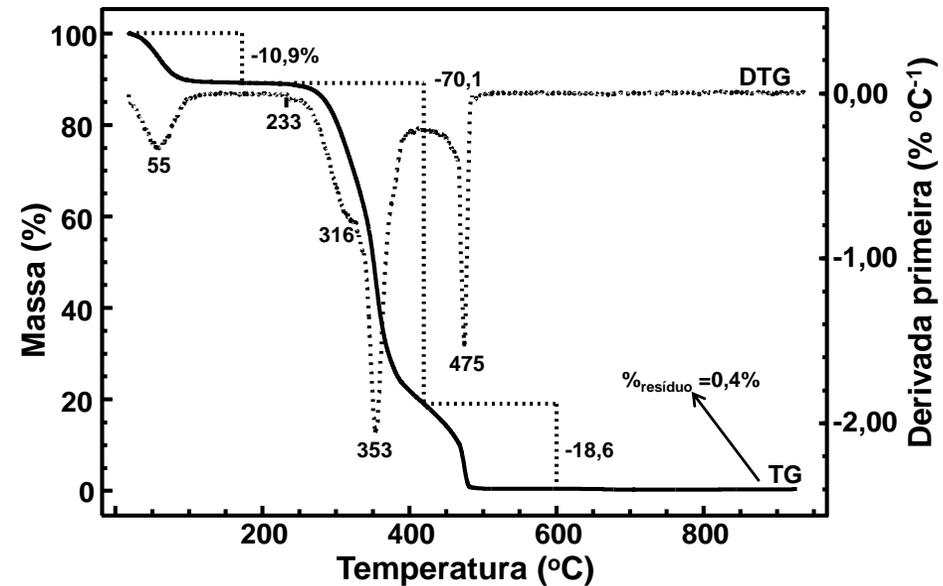
## Termogravimetria (TG) e Termogravimetria Derivada (DTG)

Teste sob atmosfera dinâmica de ar da amostra de madeira original.



O material resultante encontra-se com taxas (< 0,02%) de cloro, contendo metais alcalinos com teor de formação de cinzas (< 0,4%).

Teste sob atmosfera dinâmica de ar da amostra de madeira tratada.



# RENEWABLES 2017 GLOBAL STATUS REPORT



# Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017



source: DBFZ

IEA Bioenergy

IEA Bioenergy: Task 40: June 2017



**Venture Teams**  
**BiomassTrust**

**D**isruptive (IP) able to validate the largest potential of eucalyptus biomass in the world, allowing it to comply with wood pellets fuel foreign market

**Category**

Consumer Products/Services

**Academic Term**

2020 Fall

**School**

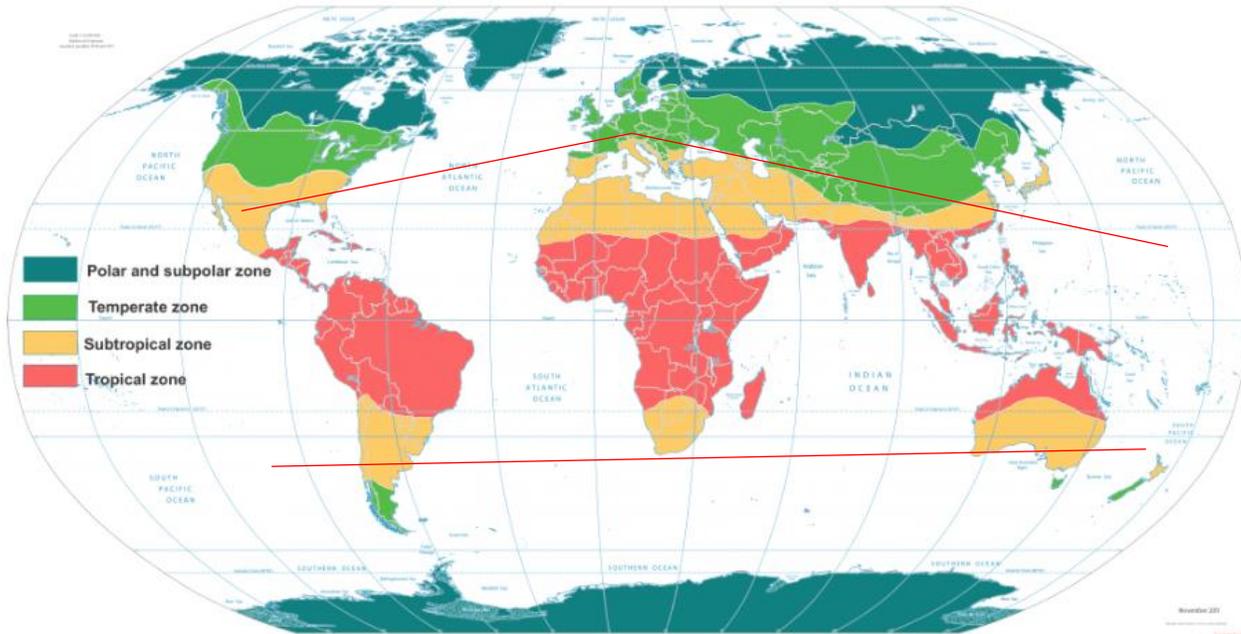
Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences



Harvard Innovation Lab – Spring/Summer/Fall 2020.

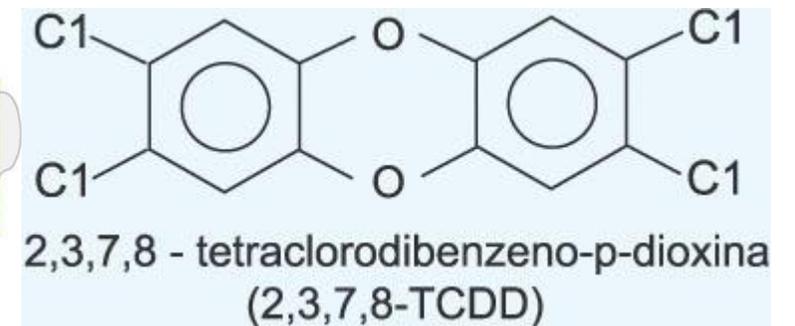
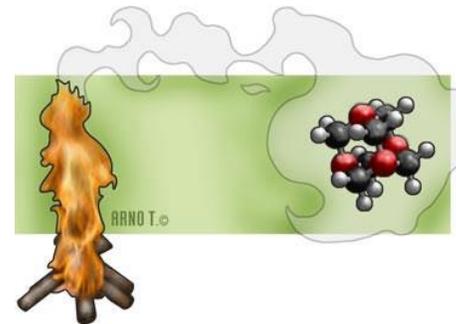
<https://innovationlabs.harvard.edu/current-team/biomasstrust/>

## PROBLEMÁTICA DO CASO BRASIL



O **problema central** consiste que no **Brasil**, diferentemente dos atuais produtores, esta localizado na **zona tropical do planeta**, região onde a precipitação **de água** é proveniente majoritariamente **dos oceanos** com alta evaporação - com concentrações molares de **íons inorgânicos** dissolvidos na chuva de até **85%**, contendo o elemento cloro, em suas altas taxas de **(NaCl)**

**Dioxinas e organoclorados** principalmente **no processo de combustão de compostos com base de cloro**, considerada atualmente como a **substância química mais tóxica conhecida pela ciência**. As taxas de toxicidade podem ser letais com cerca de  $1 \mu\text{g}/\text{kg}$  do peso corporal.



# Issue relevance

## Commercial Standard – (ENplus)



Wood Pellets Fuel Standard	Chlorine (Cl) index
International wood pellets fuel	$\leq 0,02$
Eucalyptus wood pellets fuel (Sustainable Planted Forest wood residues)	$0,02 \geq 0,3$

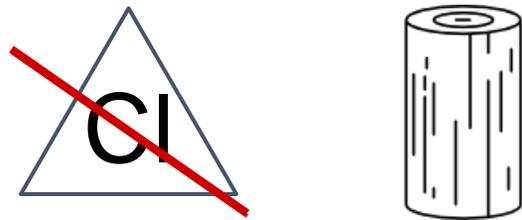
Source: ENplus, 2020.



# BIOMASS ASSESSMENT

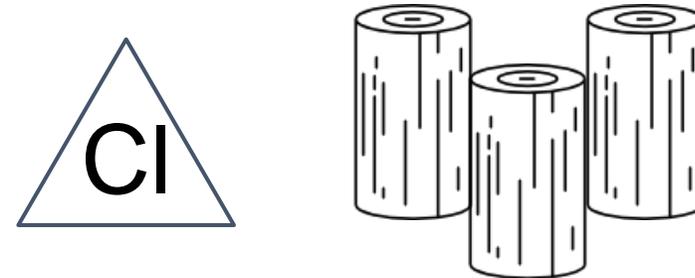
*\* sawdust, thinning and firewood in Brazil*

**32-37 USD/tonne\***



*Pinus ssp. and  
other softwood*

**5 - 11 USD/tonne\***



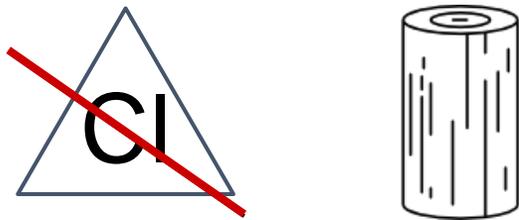
*Eucalyptus ssp.*

# INNOVATION

\* *sawdust, thinning forest and firewood in Brazil*

\*\* *Innovation process - final product (OPEX+CAPEX+Capital Recovery Factor)*

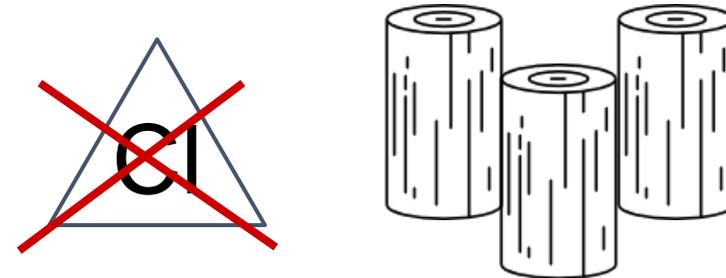
**32-37 USD/tonne\***



*Pinus ssp. and  
other softwood*

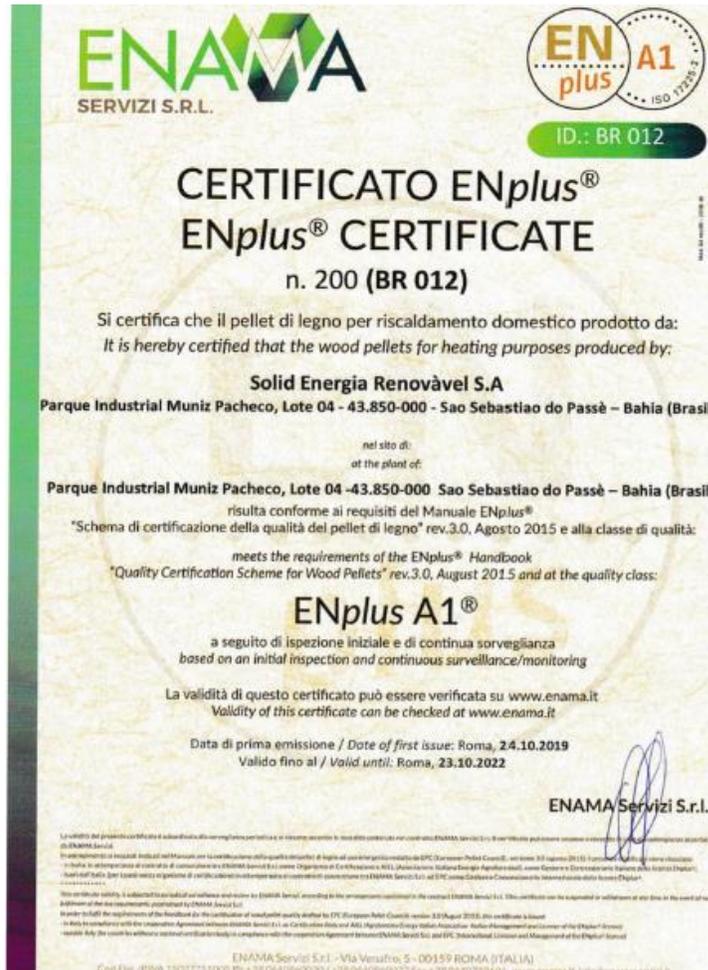
**5 - 11 USD/tonne\***

**1 USD/tonne\*\***



*Eucalyptus ssp.*

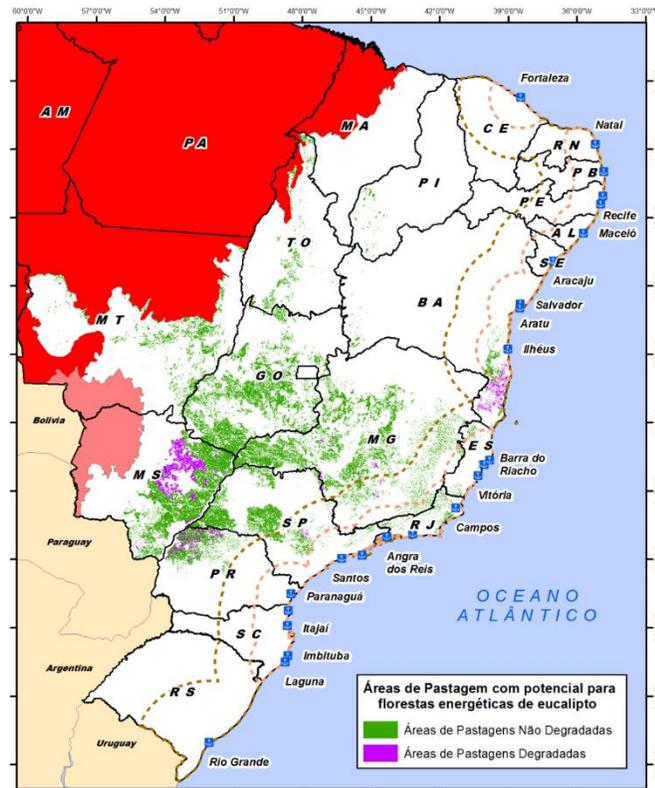
# Industrial & Commercial Validation



- ✓ “First certified sustainable eucalyptus wood pellet fuel in the world - exported to EU”.
- ✓ Sold 300 containers in late 2019.



### Áreas potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas no Brasil e Principais Portos



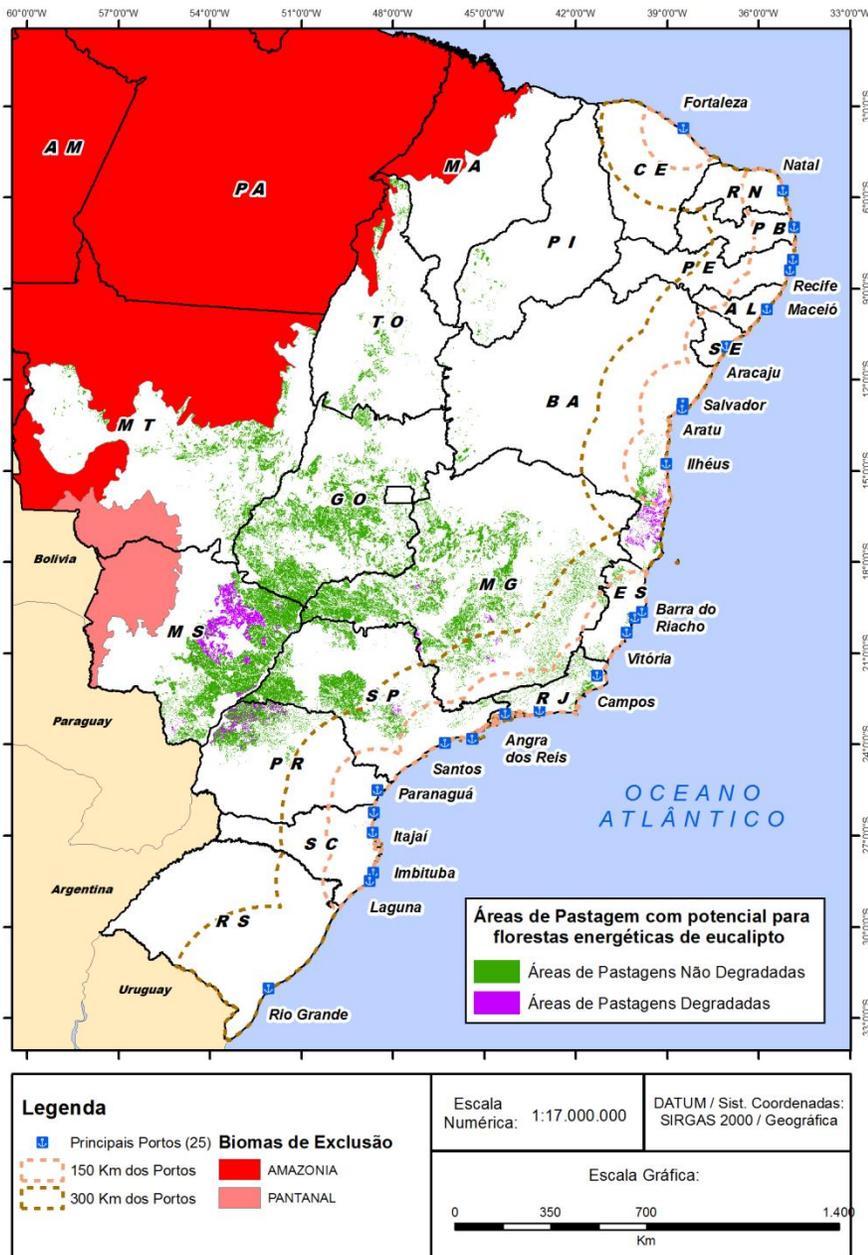
<b>Legenda</b> Principais Portos (25) 150 Km dos Portos 300 Km dos Portos <b>Biomos de Exclusão</b> AMAZONIA PANTANAL	Escala Numérica: 1:17.000.000 DATUM / Sist. Coordenadas: SIRGAS 2000 / Geográfica
	Escala Gráfica: 0 350 700 1.400 Km

### Áreas Potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas à 150 km (Rodovias) dos Principais Portos



Localização 	<b>Legenda</b> Principais Portos (17) 150 Km dos Portos	Escala Numérica: 1:8.500.000 DATUM / Sist. Coordenadas: SIRGAS 2000 / Geográfica
Escala Gráfica: 0 175 350 700 Km		

## Áreas potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas no Brasil e Principais Portos

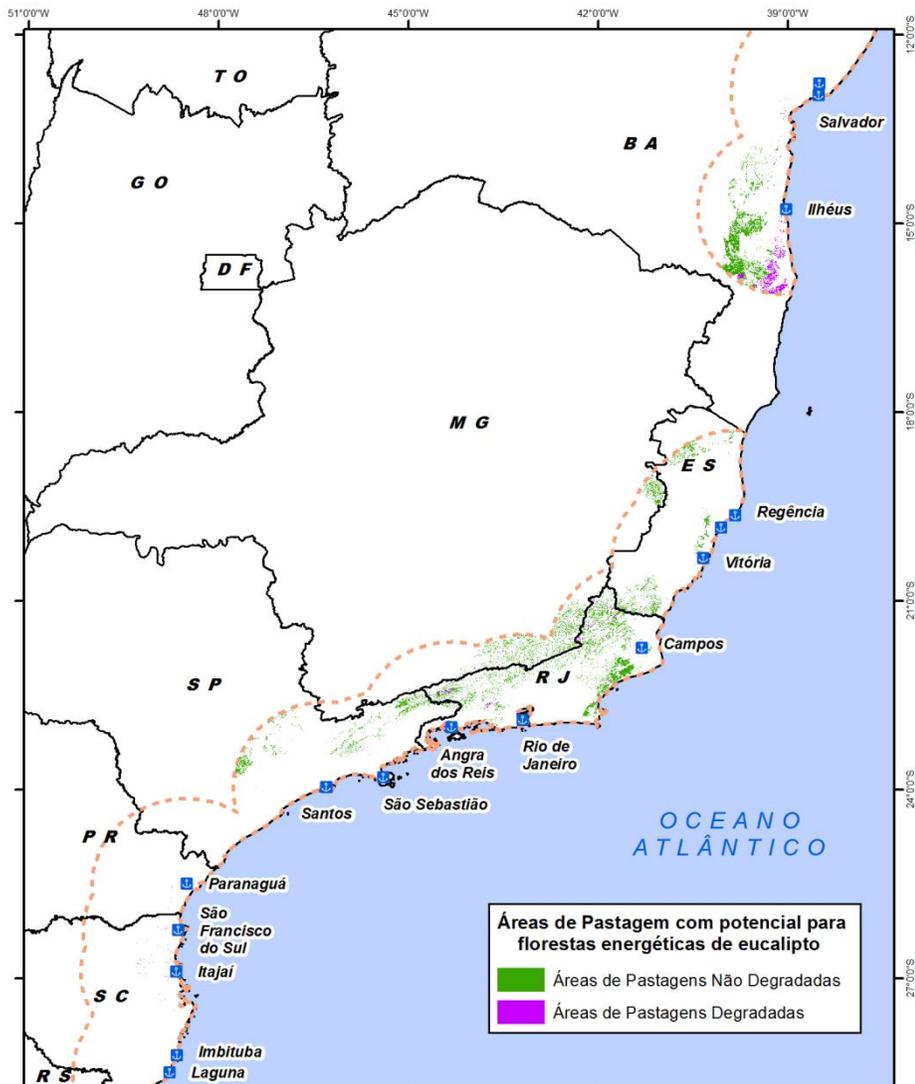


- Foi utilizado o arquivo de banco de dados do **Plano Nacional de Logística e Transporte do Ministério de Transportes.**

- Incluindo Shapes de acesso a **rodovia, ferrovia, hidrovia e portos marítimos**

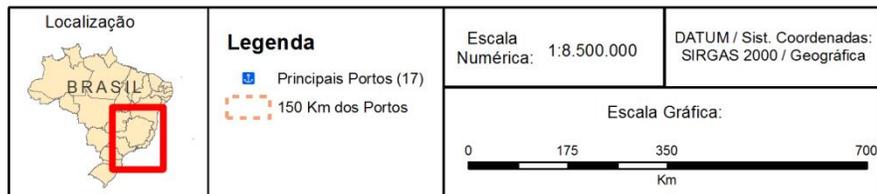
Estado	UF	Área de Pastagem disponível (ha)		
		degradada	não degradada	Área Total
Minas Gerais	MG	138.262	9.096.928	9.235.190
Mato Grosso do Sul	MS	1.862.287	6.246.762	8.109.049
Goiás	GO	-	7.781.735	7.781.735
São Paulo	SP	42.150	3.822.920	3.865.070
Mato Grosso	MT	95	2.581.809	2.581.904
Paraná	PR	493.375	1.719.306	2.212.681
Bahia	BA	504.693	581.905	1.086.598
Tocantins	TO	-	1.067.244	1.067.244
Rio de Janeiro	RJ	-	424.397	424.397
Espírito Santo	ES	-	197.016	197.016
Piauí	PI	-	156.595	156.595
Santa Catarina	SC	4.124	-	4.124
<b>Total Brasil</b>		<b>3.044.986</b>	<b>33.676.618</b>	<b>36.721.603</b>

## Áreas Potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas à 150 km (Rodovias) dos Principais Portos

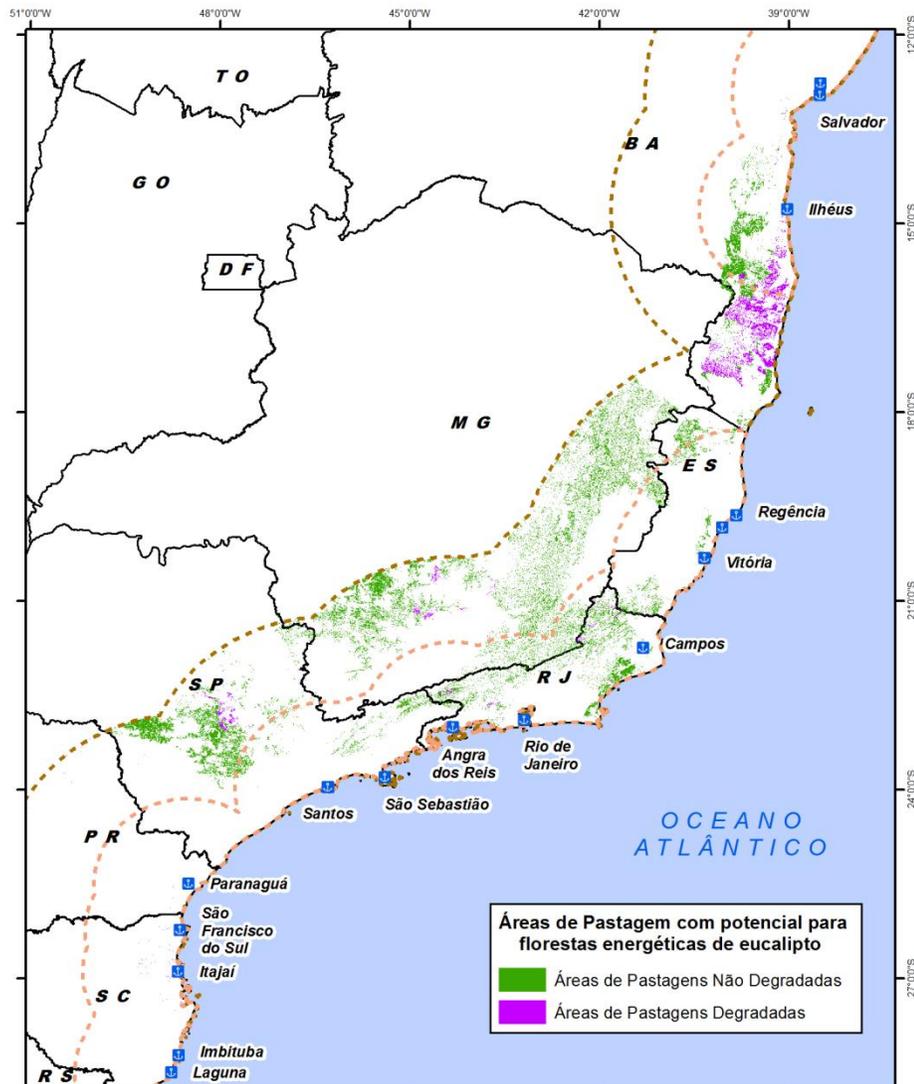


Utilizou-se um raio de 150 km dos portos marítimos nacionais em função da praticidade de acesso e viabilidade econômica do trajeto em rodovias, de fato os transportes brasileiros é fortemente dependente do transporte rodoviário

UF	Área de Pastagem disponível (ha)			Potencial em toneladas	Potencial
	degradada	não degradada	Área Total	(MS/ha.ano)* <i>Floresta Energética**</i>	produção de pellets (t/ano)
BA	99.971	346.385	446.356	20.086.006	13.390.671
RJ	21.337	403.060	424.397	19.097.876	12.731.917
MG	5	210.884	210.889	9.490.007	6.326.671
SP	663	139.455	140.118	6.305.288	4.203.526
ES	-	128.767	128.767	5.794.499	3.862.999
SC	4.124	-	4.124	185.584	123.722
PR	234	100	333	14.994	9.996
<b>Total</b>				<b>60.974.254</b>	<b>40.649.502</b>

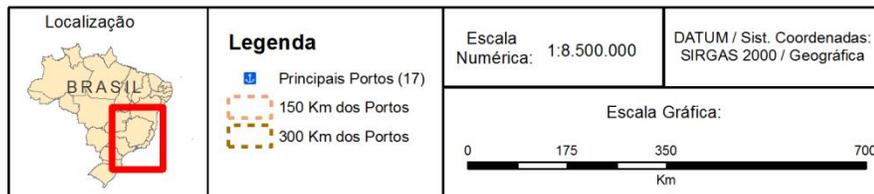


## Áreas Potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas à 300 km (Ferrovias) dos Principais Portos

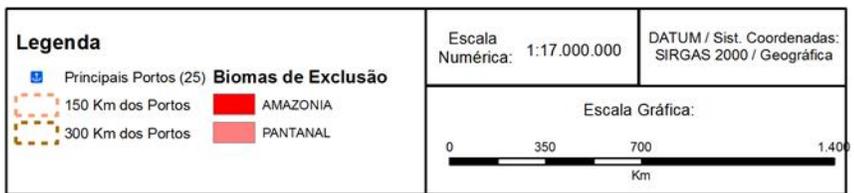
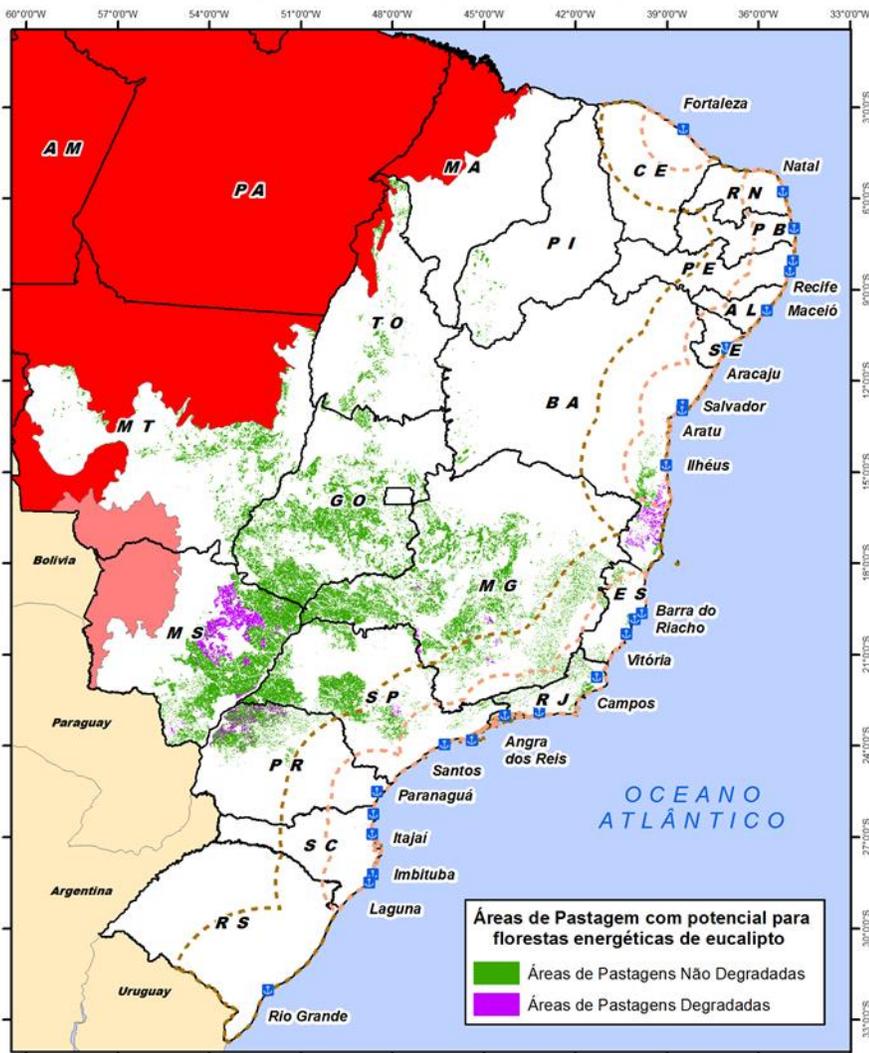


O estudo também avaliou o raio de 300 km do porto, com a intenção de viabilizar possíveis acessos às linhas férreas em conjunto ou não com rodovias dependendo da área potencial.

UF	Área de Pastagem disponível (ha)			Potencial em toneladas (MS/ha.ano)*	Potencial/ produção de pellets (t/ano)
	degradada	não degradada	Área Total	Floresta Energética**	
MG	28.753	1.728.334	1.757.087	79.068.916	52.712.611
BA	504.693	494.746	999.439	44.974.760	29.983.173
SP	38.738	740.620	779.358	35.071.097	23.380.731
RJ	21.337	403.060	424.397	19.097.876	12.731.917
ES	-	197.016	197.016	8.865.702	5.910.468
SC	4.124	-	4.124	185.584	123.722
PR	652	2.955	3.607	162.336	108.224
<b>Total</b>				<b>187.426.270</b>	<b>124.950.847</b>



## Áreas potenciais para produção de pellets a partir de florestas energéticas no Brasil e Principais Portos



### Acima de 300 km dos portos

Neste caso as possibilidades de transporte hidroviário, o qual não é muito popular nos fluxos comerciais, podem apresentar interessante potencial nos custos de transporte que chega a ser 3 a 5 vezes mais baixo que o rodoviário e ferroviário

UF	Área de Pastagem disponível (ha)			Potencial (MS/ha.ano)*	Potencial produção de pellets (t/ano)
	degradada	não degradada	Área Total	Floresta Energética**	
MG	138.262	9.096.928	9.235.190	415.583.530	277.055.686
MS	1.862.287	6.246.762	8.109.049	364.907.210	243.271.473
GO	-	7.781.735	7.781.735	350.178.085	233.452.057
SP	42.150	3.822.920	3.865.070	116.185.669	77.457.113
MT	95	2.581.809	2.581.904	173.928.157	115.952.104
PR	493.375	1.719.306	2.212.681	99.570.650	66.380.433
BA	504.693	581.905	1.086.598	48.896.908	32.597.939
TO	-	1.067.244	1.067.244	48.025.988	32.017.325
RJ	-	424.397	424.397	19.097.876	12.731.917
ES	-	197.016	197.016	8.865.702	5.910.468
PI	-	156.595	156.595	7.046.790	4.697.860
SC	4.124	-	4.124	185.584	123.722



HARVARD

School of Engineering and Applied Sciences

Obrigado!

[escobar@seas.harvard.edu](mailto:escobar@seas.harvard.edu)