



O uso da biomassa para energia

Javier Farago Escobar *PhD.*
Pesquisador do GBio/IEE/USP
Doutor em Energia
escobar@usp.br



SINCE 1996

www.iee.usp.br/gbio

Coordination: Prof. Dr. Suani T. Coelho

Special Contribution: Prof. Dr. José Goldemberg

Research team:

- **4 Postdoc fellows:**

Alessandro Sanches Pereira

Fábio R. Soares

Marilyn Mariano dos Santos

Vanessa Pecora Garcilasso

- **7 PhD candidates:**

Adriano Violante

Fernando Oliveira

Javier Farago Escobar

Luís Gustavo Tudeschini

Manuel Moreno Ruiz Poveda

Roberto Sartori

Claudia Treumann

Naraisa Coluna

- **2 MSc students:**

Danilo Perecin

Luiz Fassi



Conselho Regional de Química – IV

Comissão de Ensino Técnico



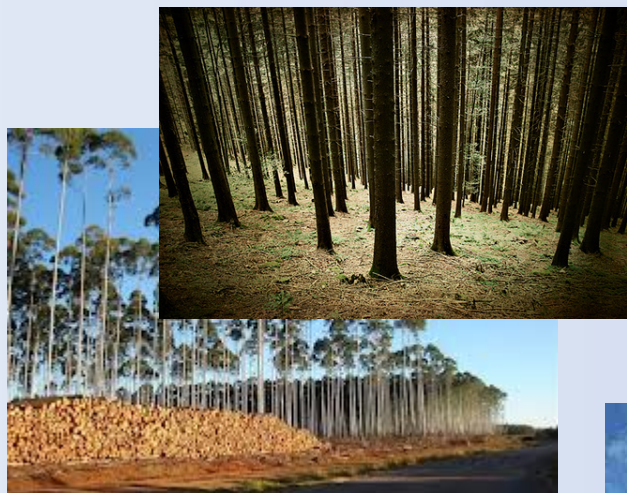
O que é Biomassa?

- Toda a matéria de origem vegetal, existente na natureza ou gerada pelo homem e/ou animais: resíduos urbanos, rurais (agrícolas e de pecuária), agro-industriais, óleos vegetais, combustíveis produzidos a partir de produtos agrícolas, são vários exemplos de biomassa.
- Inclui: o álcool combustível, produzido a partir de cana de açúcar, e usado como combustível nos automóveis; os resíduos do processamento da cana e de outros produtos agrícolas que são usados para geração de energia nas indústrias, o carvão vegetal produzido a partir de madeira de reflorestamento que é usado como matéria prima na indústria siderúrgica brasileira, entre outros.



[Biocombustíveis de madeira] Dendroenergía

Diretos



Indiretos



Recuperados



[Agrocombustíveis] Biomassa, sub-produtos

Espécies - Açúcares ou amidos

Espécies - Oleaginosas

Subproduto agroindustrial

Subproduto animal

Biogás



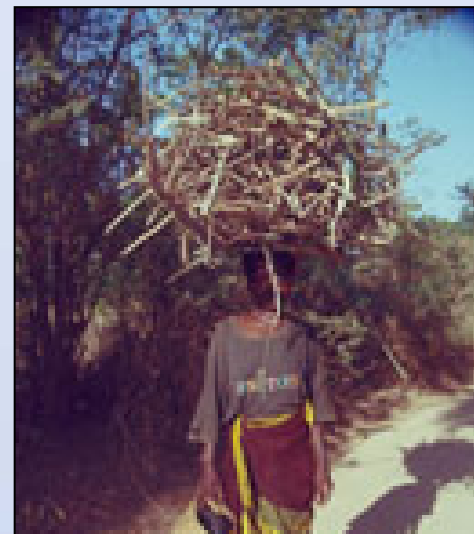
[Biomassa de Origem Urbano]

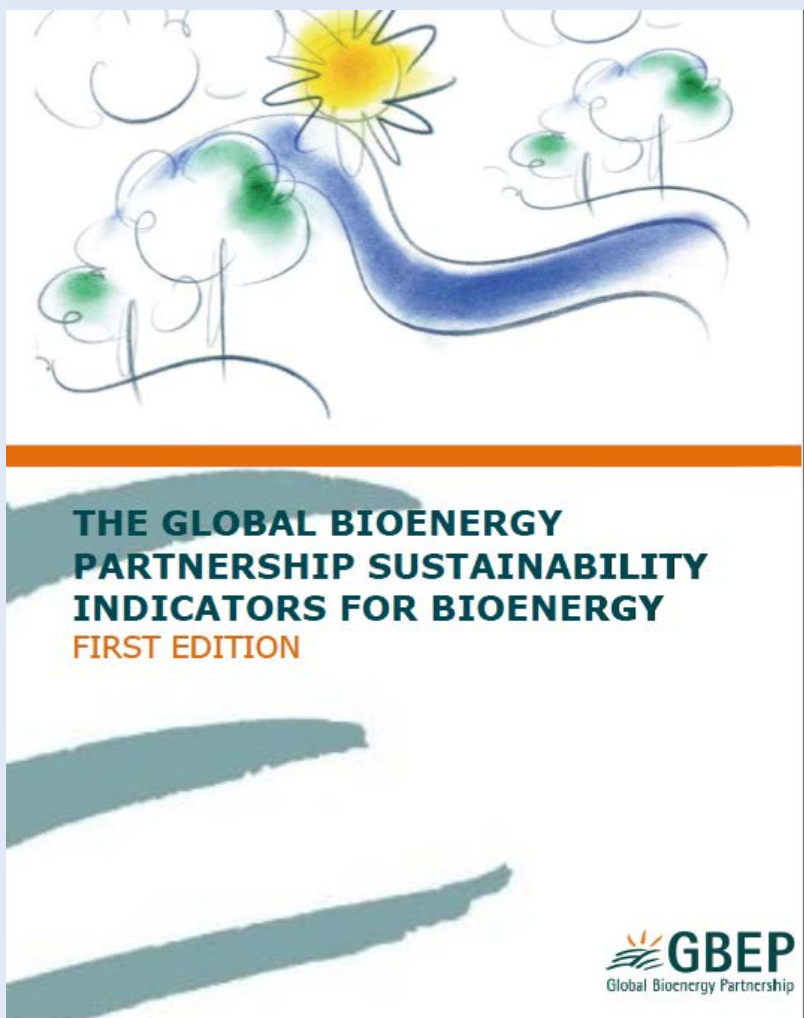
Bicombustíveis de origem municipal sólido ou líquido



Biomassa Moderna vs Biomassa Tradicional

- Tecnologias tradicionais de uso da biomassa (“biomassa tradicional”):
 - Combustão direta (ineficiente) de madeira, lenha, carvão vegetal, resíduos agrícolas, resíduos de animais e urbanos.
 - Usos: cocção, aquecimento, secagem e produção de carvão.
 - Principalmente Africa, Asia, AL/C
 - 65 milhões de pessoas utilizam lenha para cocção
- Tecnologias “aperfeiçoadas” de uso da biomassa (“biomassa aperfeiçoada”):
 - Tecnologias mais eficientes de combustão direta de biomassa engenheirada, biocombustíveis líquidos, gasosos ou sólidos - (fogões e fornos), motores, turbinas, gaseificação entre outros.





PILLARS		
GBEP's work on sustainability indicators was developed under the following three pillars, noting interlinkages between them:		
Environmental	Social	Economic
THEMES		
GBEP considers the following themes relevant, and these guided the development of indicators under these pillars:		
Greenhouse gas emissions, Productive capacity of the land and ecosystems, Air quality, Water availability, use efficiency and quality, Biological diversity, Land-use change, Including indirect effects.	Price and supply of a national food basket, Access to land, water and other natural resources, Labour conditions, Rural and social development, Access to energy, Human health and safety.	Resource availability and use efficiencies in bioenergy production, conversion, distribution and end use, Economic development, Economic viability and competitiveness of bioenergy, Access to technology and technological capabilities, Energy security/Diversification of sources and supply, Energy security/Infrastructure and logistics for distribution and use.
INDICATORS		
1. Lifecycle GHG emissions	9. Allocation and tenure of land for new bioenergy production	17. Productivity
2. Soil quality	10. Price and supply of a national food basket	18. Net energy balance
3. Harvest levels of wood resources	11. Change in Income	19. Gross value added
4. Emissions of non-GHG air pollutants, including air toxics	12. Jobs in the bioenergy sector	20. Change in consumption of fossil fuels and traditional use of biomass
5. Water use and efficiency	13. Change in unpaid time spent by women and children collecting biomass	21. Training and requalification of the workforce
6. Water quality	14. Bioenergy used to expand access to modern energy services	22. Energy diversity
7. Biological diversity in the landscape	15. Change in mortality and burden of disease attributable to indoor smoke	23. Infrastructure and logistics for distribution of bioenergy
8. Land use and land-use change related to bioenergy feedstock production	16. Incidence of occupational injury, illness and fatalities	24. Capacity and flexibility of use of bioenergy

Instituto de Eletrotécnica e Energia
Centro Nacional de Referência em Biomassa



Possibilities of sustainable woody energy trade and impacts on developing countries:

Country Case Study Brazil

prepared for GIZ under subcontract with IINAS



prepared by

Prof. Dr. Suani Coelho

Coordinator, CENBIO/IEE/USP

M.Sc. Javier Escobar

PhD Student in Energy, CENBIO/IEE/USP



GNESD

GLOBAL NETWORK ON ENERGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
Facilitated by UNEP



Biomass Residues as Energy Source to Improve Energy Access and Local Economic Activity in Low HDI Regions of Brazil and Colombia (BREA)

(Revised Final Report – September 2015)

RENEWABLES 2013 GLOBAL STATUS REPORT

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Global wood pellet industry - market and trade study 2016

RCGI

RESEARCH CENTRE FOR

GAS INNOVATION

www.rcgi.poli.usp.br

CLEANER ENERGY FOR A SUSTAINABLE FUTURE



Research Centre
for Gas Innovation

Consumo Energético Global

[Fração de Energia Renovável no Consumo Final de Energia Global]

FIGURE 1: ESTIMATED RENEWABLE ENERGY SHARE OF GLOBAL FINAL ENERGY CONSUMPTION, 2011

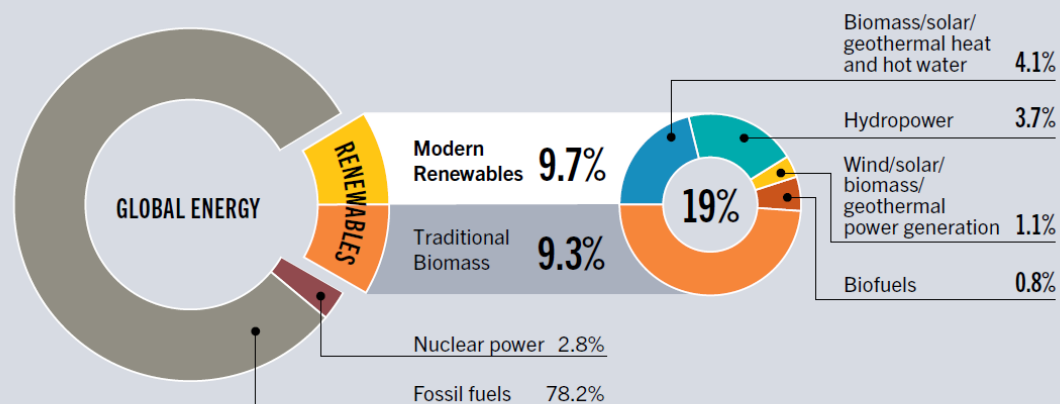
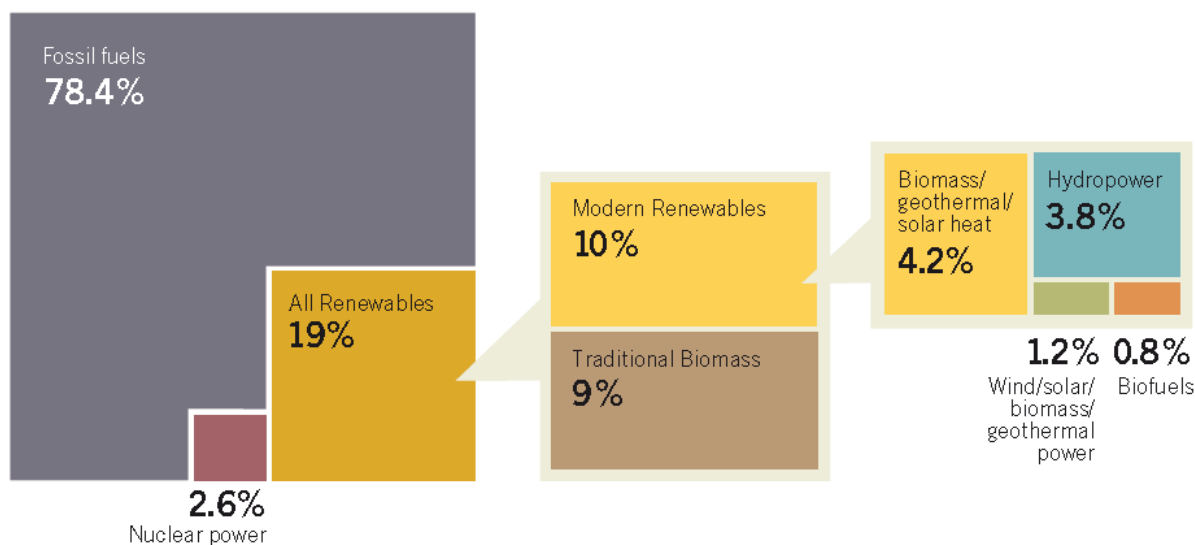


Figure 1. Estimated Renewable Energy Share of Global Final Energy Consumption, 2012

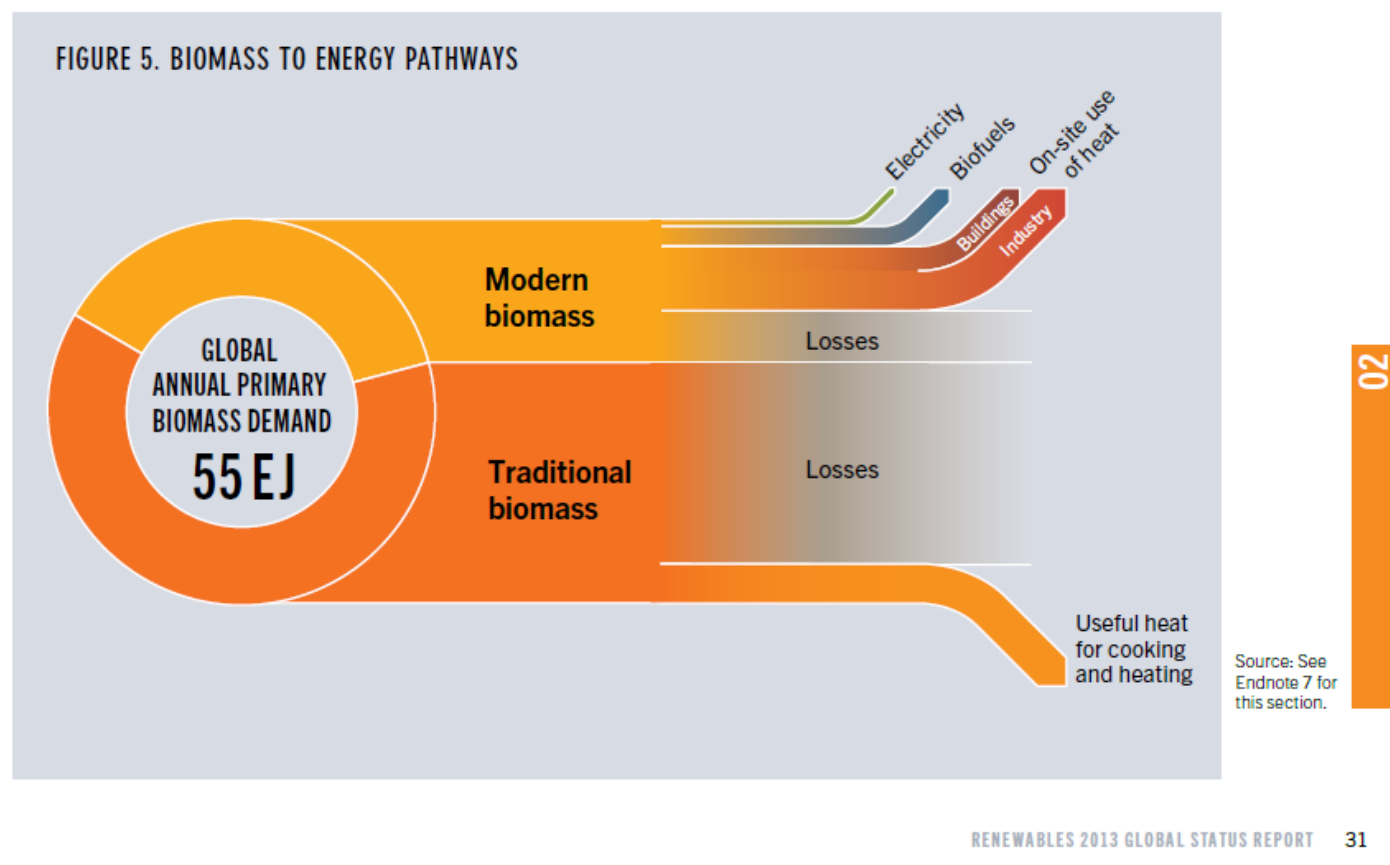


Source:
See Endnote 4
for this section.

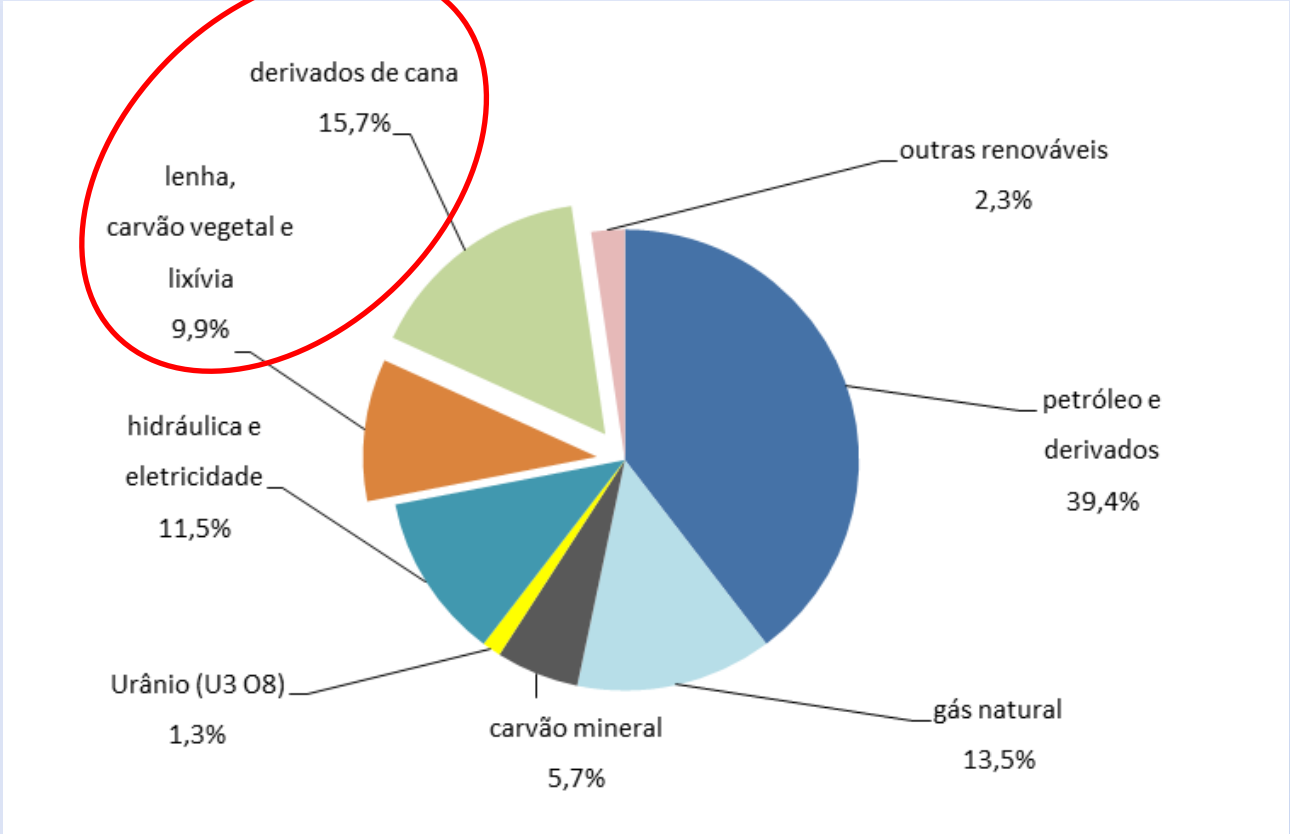
01

RENEWABLES 21

FIGURE 5. BIOMASS TO ENERGY PATHWAYS



Matriz energética nacional



-A biomassa hoje representa 26,4% da oferta interna de energia primaria utilizada no país, a cana de açúcar com o etanol e o bagaço de cana representa 15,7%, a madeira e seus derivados (carvão vegetal e lixívia) 9,9% e, as demais biomassas, 0,8%.



Oferta interna de energia primária – Brasil

Fonte	Mtep 2015
RENOVÁVEIS	120.489
Energia hidráulica	35.019
Biomassa de cana	48.128
Lenha, Carvão Vegetal e Lixívia	30.160
Outras renováveis	7.182
NÃO RENOVÁVEIS	185.100
Petróleo	120.327
Gás natural	41.372
Carvão mineral e coque	17.551
Urânio (U ₃ O ₈)	4.036
Outras não renováveis	1.814

fonte: Adaptado de BEN (2015)

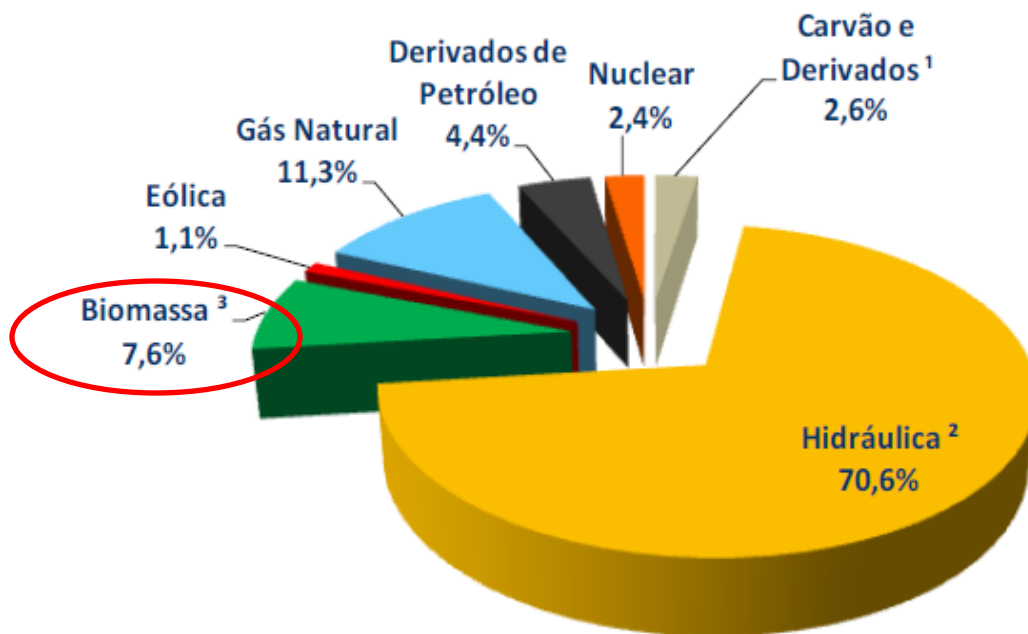
- Lenha setor industrial de alimentos, cerâmica vermelha e gesseira, residencial e rural.
- Carvão vegetal indústria siderúrgica.
- Lixívia papel e celulose
- Cana bagaço e etanol
- Outras renováveis capim elefante, casca de arroz, biodiesel, biogas.



BEN 2014

Matriz Elétrica Brasileira

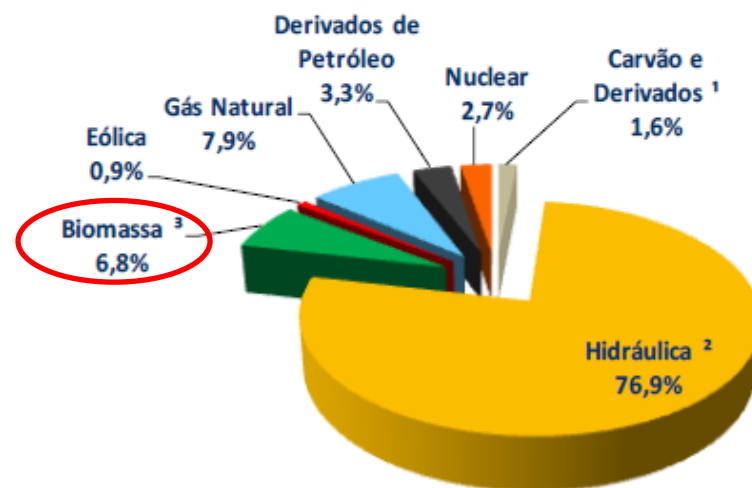
BRASIL (2013)



geração hidráulica² em **2013: 430,9 TWh**

geração total² em **2013: 609,9 TWh**

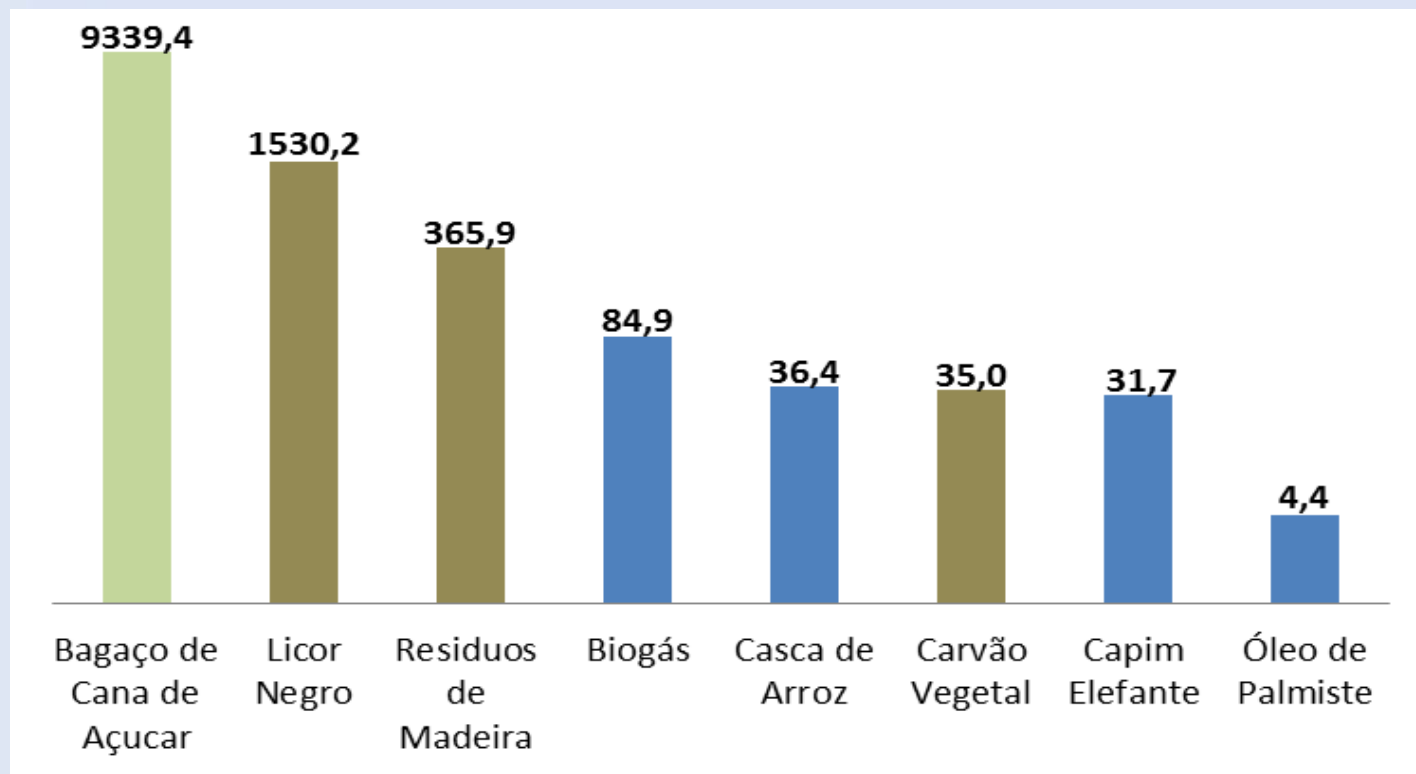
BRASIL (2012)



geração hidráulica² em **2012: 455,6 TWh**

geração total² em **2012: 592,8 TWh**

Potência Instalada no Brasil a partir de Biomassa- 2014



Biomassa - 7% da eletricidade gerada por usinas termelétricas (registro de 217 termelétricas a biomassa)
O bagaço de cana - 80% do total.
Biomassa florestal - 16%
Outros tipos - 4%.

COP21

Os impactos das mudanças climáticas causadas pela ação humana, especialmente devido o consumo de combustíveis fósseis e o descomicionamento das usinas nucleares, tem incentivado esforços ambiciosos especialmente da União Europeia e diversos países do mundo, para **reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2030**, através da substituição gradativa de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia.



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 **biocombustíveis** com 1.216 PJ, o **biogás** com 887 PJ e **bio-líquidos** com 338 PJ.

Acordo de Paris - INDC brasileiro - Política Climática de São Paulo

NDC- Brazil (Nationally Determined Contribution)

- Ratificado em 12 de setembro de 2016 (Governo Federal)
- Objetivos a serem alcançados pelo Brasil em relação às emissões de C:
 - Em 2025: redução de 37% em relação a 2005.
 - Até 2030: redução de 43% em relação a 2005.
- Incrementar 18% dos biocombustíveis na matriz energética, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas; atingir 45% renováveis até 2030

Política Estadual de São Paulo

- 9 Nov 2009 - Redução de 20% das emissões de GEE até 2020 em relação a 2005
- 2005 - Emissões de carbono em SP - 88,8 MM (métricas) de CO₂
- 20% de redução em 2020 = 17,7 milhões de toneladas de CO₂
- 2014 - 84 milhões toneladas de CO₂; 32,70 MM tCO₂ a partir de diesel; 9 MM tCO₂ de NG (BEESP, 2015)
- Biometano da vinhaça: redução de 59,7% do diesel no SP Estado (Datagro) =
16 MM t CO₂ **Contribuição para a redução de emissões no Brasil e para atingir os objetivos do Acordo de Paris**



BIOGAS POTENTIAL TO SUBSTITUTE DIESEL

Project 27

University of São Paulo, Brazil



Research Centre
for Gas Innovation

cleaner energy for a sustainable future

Project 27 - Description

☐ Descrição do projeto:

- Análise das perspectivas do biogás e do biometano (de origem urbana e rural) no Estado de São Paulo; Mapeamento geo-referenciado
- Análise dos benefícios ambientais do aumento da participação do biogás / biometano na matriz energética do Estado de São Paulo
- Análise de padrões para a injeção de biometano na rede de GN, bem como as demais utilizações finais do biometano, como veículos automotivos e biogás para geração descentralizada de eletricidade.

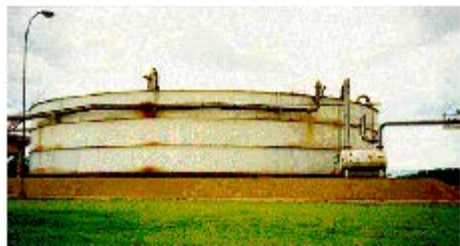
☐ Projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

- Desenvolvimento de um projeto de MDL baseado na injeção de biometano na rede de GN
- O projeto de MDL será baseado na simulação das reduções de emissões de GEE potenciais devido à substituição de GN pelo biometano.
- Projeto de MDL a ser apresentado à UNFCCC como um projeto

**Sewage
stations**



**Sugarcane
vinasse**



Reator para digestão da vinhaça na Usina São Martinho

Landfills



BIOGAS

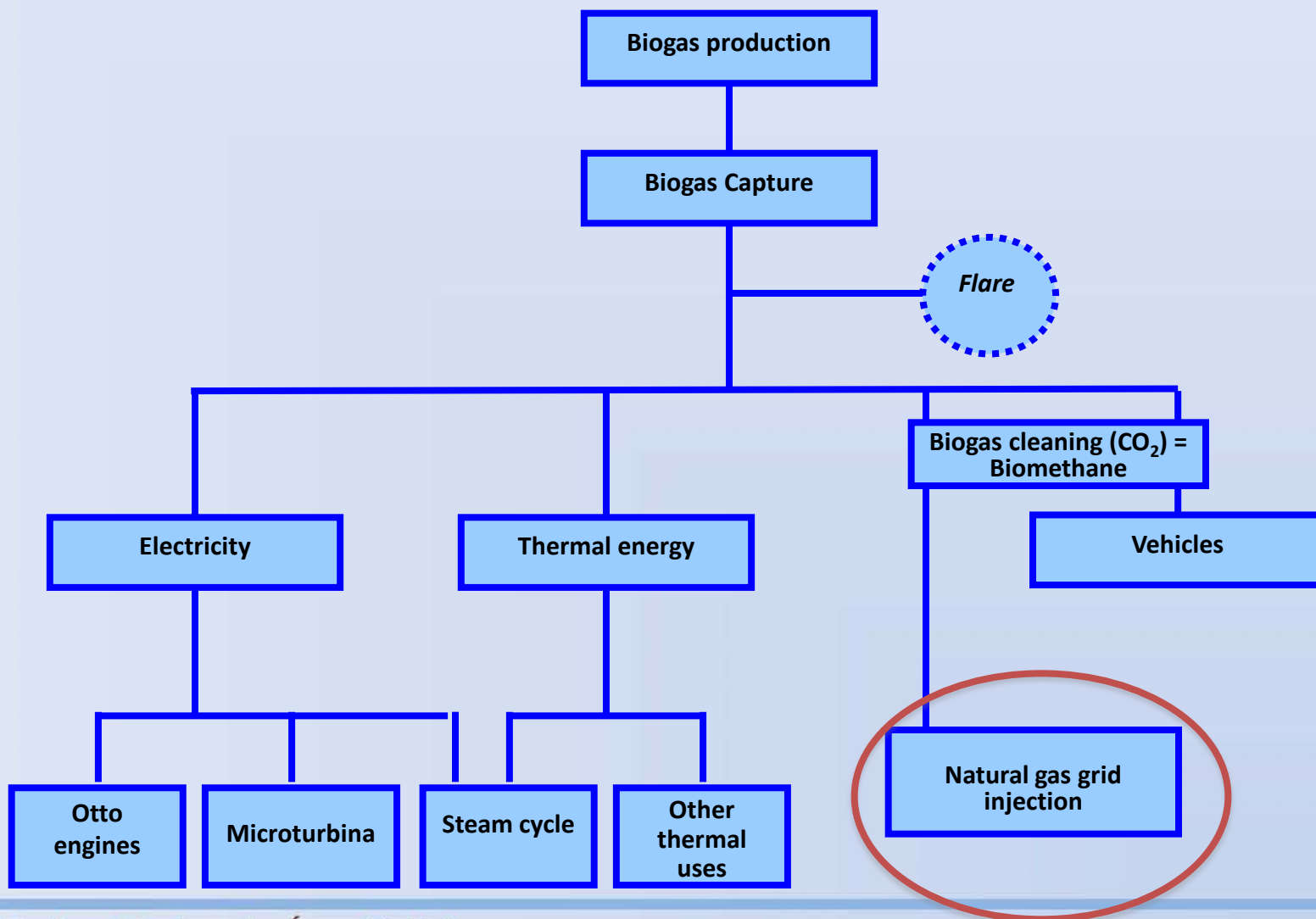
**Rural residues
Animal residues**



Agro-industries



Energy conversion from biogas



Trends for biogas/biomethane use in Europe

- Imports reduction;
- Increase of biogas production in Europe;
- Incentives for biomethane use as vehicle fuel;
- Incentives for cross-borders markets for biomethane.

WHY NOT SAO PAULO ...

Theoretical potential for biogas and biomethane production in Sao Paulo State (preliminary)

Biogas producer	Biogas produced (m ³ /h) –São Paulo	Biomethane produced (m ³ /h) – São Paulo
Landfill	276,191	138,096
Sewage treatment	49,200	24,600
Vinasse	302,848	151,424
Rural residues (animal)	15,155	7,580
TOTAL - SÃO PAULO	643,394	321,700

NG consumption in São Paulo State (2014):

6,181,819,805 m³ /yr

Source: Secretaria de Energia do Estado de São Paulo. Anuário Estatístico de Energéticos por município. 2014

**46% of NG consumption in
São Paulo State**

Theoretical potential for power production from biogas in Sao Paulo State (preliminary)

Biogas source	Biogas Production (m3/h)	Potential power (MW)	Electric energy (GWh/yr)
Landfill	276,191	495	3,769
Sewage	49,200	88	671
Vinasse	302,848	542 (Harvesting season)	4,133
Rural residues	15,155	26	208
TOTAL - SÃO PAULO	643,394	1,151	8,781

Electricity consumption in São Paulo State (2014): **150,723 GWh/year**

Source: São Paulo State Energy Balance, 2015

5.8% of electricity consumption in SP State

Projeto 27 – Preliminary Potential Results for São Paulo State

Vinasse

State	Alcohol Production* (l)	Vinasse production (l)	Biogas Production (Nm3)	Biomethane Production (Nm3)	Potential available per crop (MW el)
São Paulo	14.576.624	189.496.112	2.652.945.568	1.326.472.784	542

* Crop 2015/2016



Conselho Regional de Química – IV

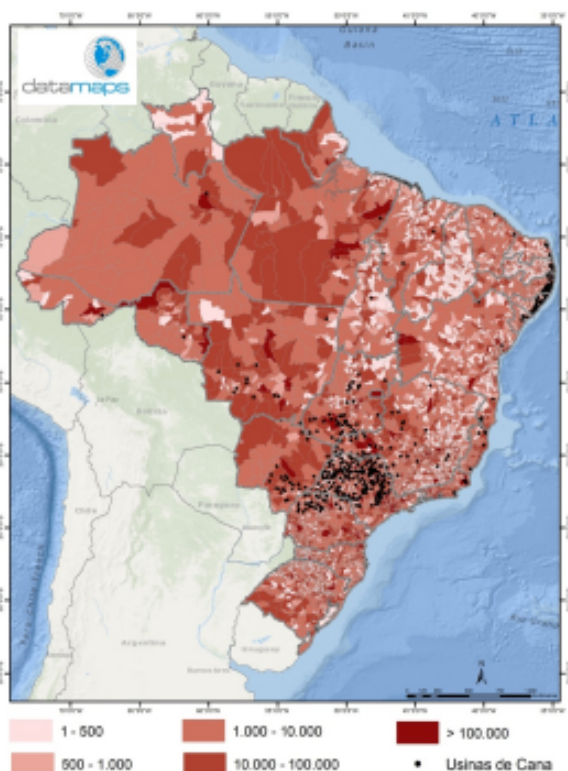
Comissão de Ensino Técnico



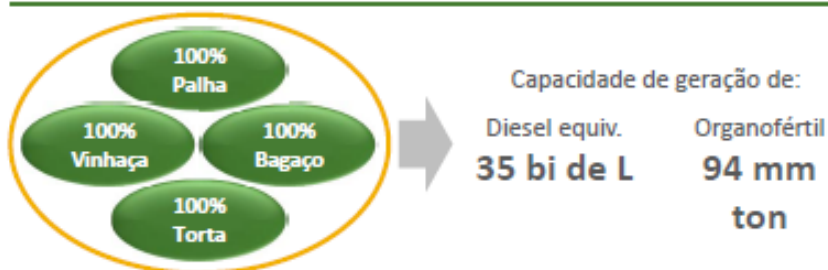
Biomethane & Independence on diesel imports

Vinasse from biomethane – possible replacement of 59.7% of diesel consumption in SP

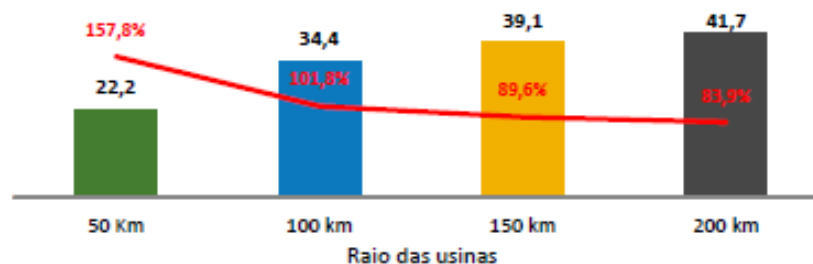
Usinas e Consumo de diesel no Brasil | mil L



Potencial



Consumo de diesel (bi de L) e Potencial de Substituição (%)



- A produção de biometano é capaz de zerar toda a importação de diesel brasileira e reduzir a dependência energética de um produto fóssil
- A produção de adubo orgânico equivale a 9 vezes o consumo brasileiro de fertilizante químico e a 4,5 vezes o total de volume importado

DATAGRO 28

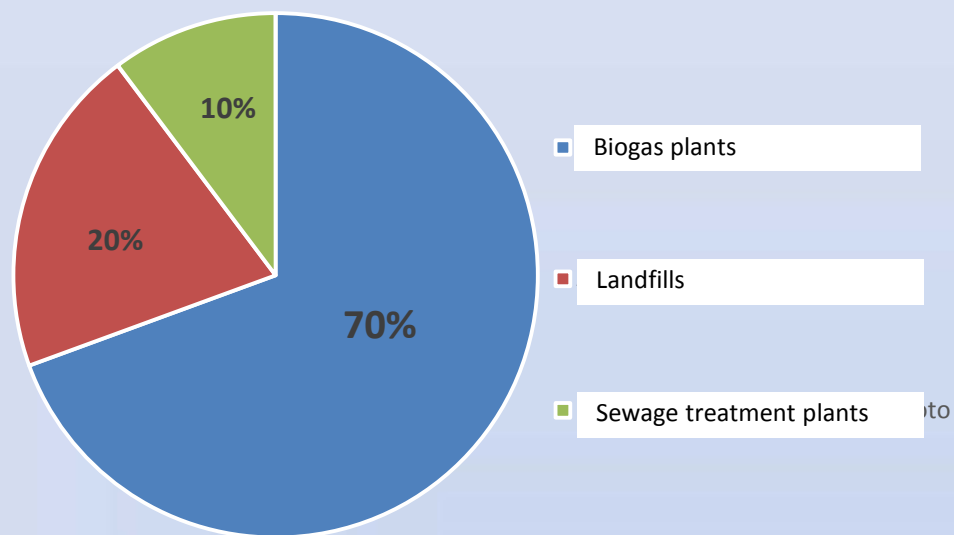
Source: Nastari, P. (2016). Workshop on Perspectives of the biomethane contribution to increase NG offer.

September 14, 2016. GBIO/RCGI/USP

European biogas production

There are **17.240 biogas producers** in the EU. About **63%** of them are located in Germany.

In 2015, the EU produced **14 Mtoe** of biogas, from which **70%** were supplied by biogas plants.



Obs: The 14Mtep of biogas corresponds to about **4%** of the European demand of natural gas.

European example of diesel replacement by biogas

Sweden is a world leader in upgrading and use of biomethane for transport, and has the largest European gas vehicles fleet (i.e. **50 000 vehicles**).

Currently, the municipality of Linköping annually **replaces 5.5 million liters of petrol and diesel** using biogas locally produced (i.e. **5 million Nm³/year**) its vehicle fleet, including private cars, buses, and even a biogas train (e.g. first in the world) and a biogas powered touring car team.



Existing legislation for biomethane injection into NG grid



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos
Coordenação de Regulação da Qualidade de Produtos

Nota Técnica nº: 157/2014/SBQ/RJ

Assunto: Criação de Resolução que estabelece a especificação do Biometano de origem nacional a ser comercializado em todo o território nacional.

Processo nº: 48610.005948/2013-22

Rio de Janeiro, 17 de setembro de 2014.



Lei nº 6.361, de 19/12/2012, estabelece a Política Estadual de Gás Natural Renovável, fomenta a implantação de produção e torna mandatório que as concessionárias distribuidoras de gás natural comprem até 10% do gás convencional distribuído de GNR produzido no Rio de Janeiro.

DECRETO Nº 58.659, DE 4 DE DEZEMBRO DE 2012

Institui o Programa Paulista de Biogás e dá providências correlatas

GERALDO ALCKMIN, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, à vista da Exposição de Motivos do Secretário de Energia,
Considerando os objetivos da Lei nº 13.798 de 9 de

- Não é permitida a injeção de biometano de aterros e estações de esgotos
- Falta de informação sobre o processo de limpeza do siloxano (siloxano = produzido a partir de creme de barbear, pasta de dente, ...)
- Necessidade de novos estudos (contribuição do Projeto 27)



Project 27 – Deliverables 2016-2017

Deliverable N°.	Quick Wins	Status
1	Methodology for mapping biogas potencial production in São Paulo State and natural gas infrastructure in São Paulo State	Delivered June 2016
2	Methodology to estimate potential biogas/biomethane production in São Paulo State	Delivered June 2016
3	Definition of potential production of biogas / biomethane in São Paulo State	To be delivered on Dec 2016
4	Geo-referenced mapping with the potencial production of biogas/biomethane and natural gas infrastructure in São Paulo State	To be delivered on Dec 2016
5	Roadmap : Technologies available to be used for biogas and biomethane production	To be delivered on June 2017
6	Roadmap : End Uses For Biogas and Biomethane Production	To be delivered on June 2017
7	Roadmap : internacional and national regulatory aspects related to production and uses of biogas/biomethane	To be delivered on Dec 2017

Matéria-prima lignocelulósica

- **Culturas energéticas**

tipos: (1) florestas plantadas, especialmente composta por espécies de rápido crescimento como o eucalipto e (2) gramíneas semi-perenes, como a cana-de-açúcar (bagaço) e o capim-elefante.



- **Resíduos**

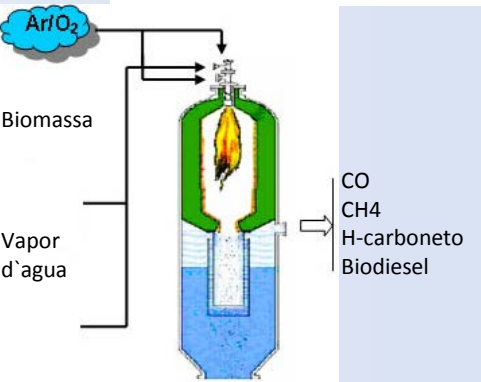


[Biocombustíveis de madeira] biomassa sólida vegetal

Origem Primária



Termo - processada



Proc. mecânico



Consumo de madeira para energia por setor e por fonte

Lenha para Energia	(10 ³ ton.)	Floresta Nativa		Floresta Plantada	
		(10 ³ ton.)	%	(10 ³ 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				
Total	79.768	47.168	59	32.600	41

Lenha para Energia

Sector Industrial	(10 ³ ton.)
cerâmica	8.571
Bebida e alimentos	7.258
Celulose	5.525
Outros	4.071
Total	25.425

- 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.



Biomassa florestal no Brasil

Floresta plantada

- O Brasil é o **maior produtor** de madeira proveniente de **florestas plantadas** de **eucalipto**, atualmente, o reflorestamento tem-se tornado uma alternativa viável, com as florestas plantadas cuja finalidade é a **produção da matéria** prima para diversos setores.

Espécie	Área de Plantios Florestais (ha)		
	2011	2012	%
Eucalyptus	4.873.952	5.102.030	70,8
Pinus	1.641.892	1.562.782	22,0
Outros	489.281	521.131	7,2
Total	7.005.125	7.185.943	100

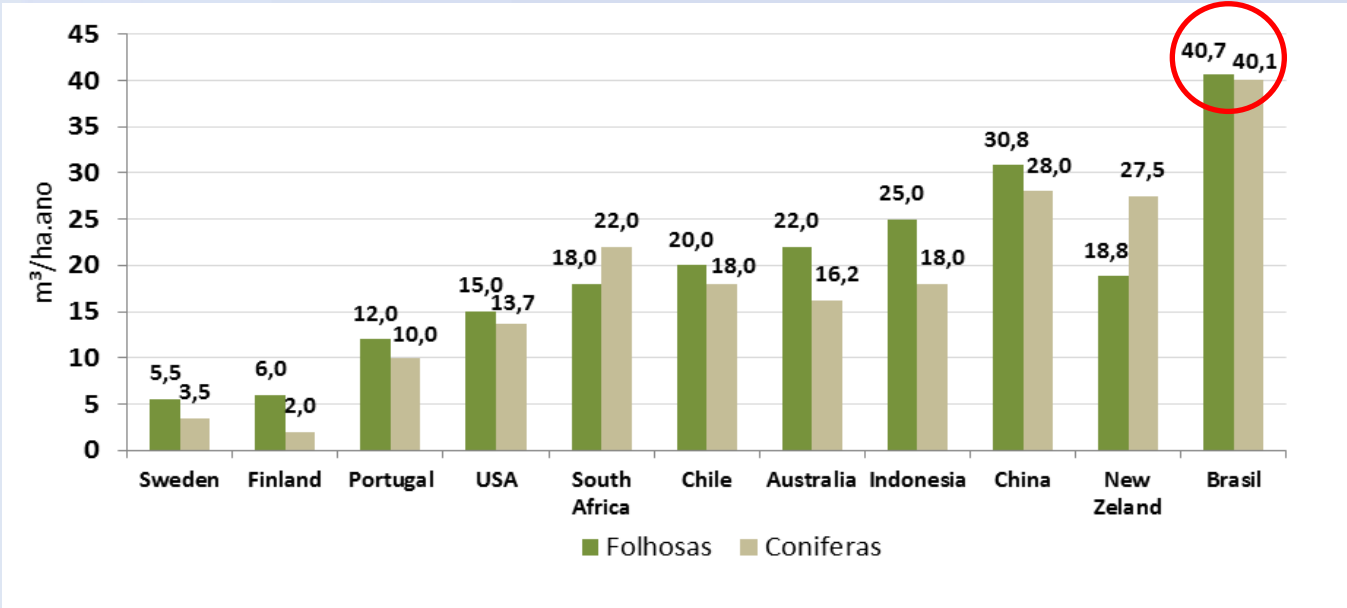
Fonte: Elaboração própria com base em (ABRAF, 2013).

- **Florestas plantadas com eucaliptos** : 1,23% do total das áreas agricultáveis

- O eucalipto esta sendo estudado no Brasil desde a década de 50 com incentivos fiscais visando suprir as necessidades de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro, na região Sudeste, que ao longo do tempo passou a ser usado como matéria prima no abastecimento das fábricas de papel e celulose.

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, consequentemente, 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).



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
2. Lenha	19.220	878	2.494	22.592
3. Industria Madeireira	3.164	11.722	203	15.088
4. Carvão	10.008			10.008
5. Painéis de Madeira Industrial	2.921	3.518	232	6.671
6. Madeira Tratada	819			819
7. Outros	495	48		543
Total	64.445	20.045	2.935	87.424

Fonte: Elaboração própria com base em ABIPA (2011), AMS (2011), BRACELPA (2011)

- 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.



Resíduos de poda urbana

- Estima-se O custo médio para a disposição em aterros sanitários no Estado é de R\$ 80,00/t
- Estado de SP – Gera entorno 70.000 t/ano
- Somente São Bernardo 1.500 t/ano

Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305/10

Institui a responsabilidade gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.



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
Total	10-20	80-90	30-40	60-70

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.

- 83% são gerados na produção de papel e celulose em serrarias, painel de madeira e fabricas de móveis, serragem, casca, maravalha, nós, e aparas.
- Apenas 17% dos resíduos são provenientes do processo florestal, que consiste em casca, e pequenos ramos de Pinus e Eucalipto.
- Totalizando potencial - entorno de 16 milhões de Toneladas

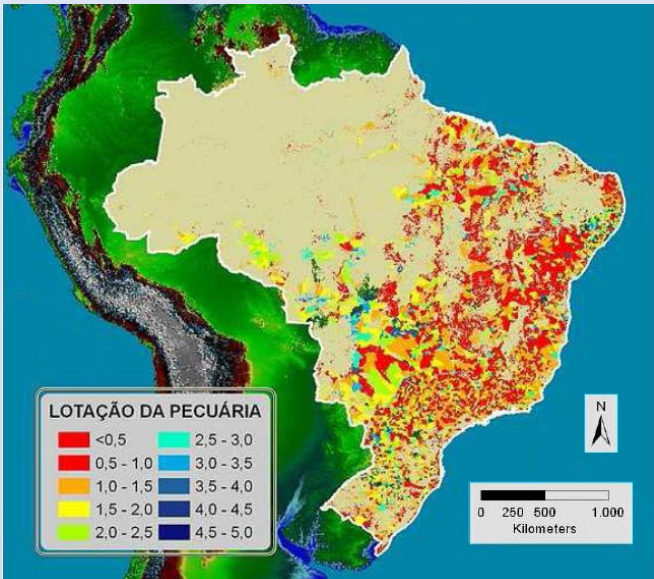
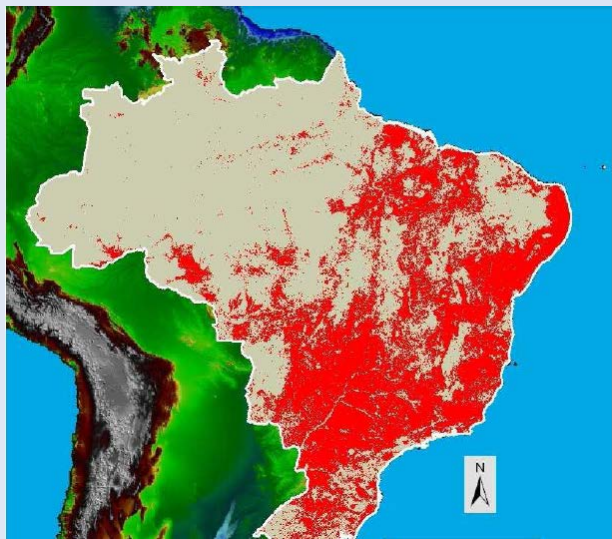
Resíduos		Rio Grande do Sul	Santa Catarina	Paraná	São Paulo	Minas Gerais	Espírito Santo	Bahia
Eucalipto & Pinus	Campo	0,36	1,00	1,41	1,21	0,59	0,22	0,63
	Processo Ind.	0,84	1,98	3,33	2,22	1,28	0,24	0,62
	Total (Mt)	1,20	2,98	4,74	3,43	1,87	0,46	1,25

- Os resíduos de campo ficam 100% na floresta por razões de sustentabilidade e econômicas.
- Os resíduos de processamento industrial na sua maioria são reutilizados para atender o uso térmico de processo.
- Em alguns casos, também são reprocessados e transformados em briquetes/pellets, entre outros produtos, que representam entorno de 3% dos resíduos de madeira.

Potencial de expansão – Uso do solo

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

Terras aráveis

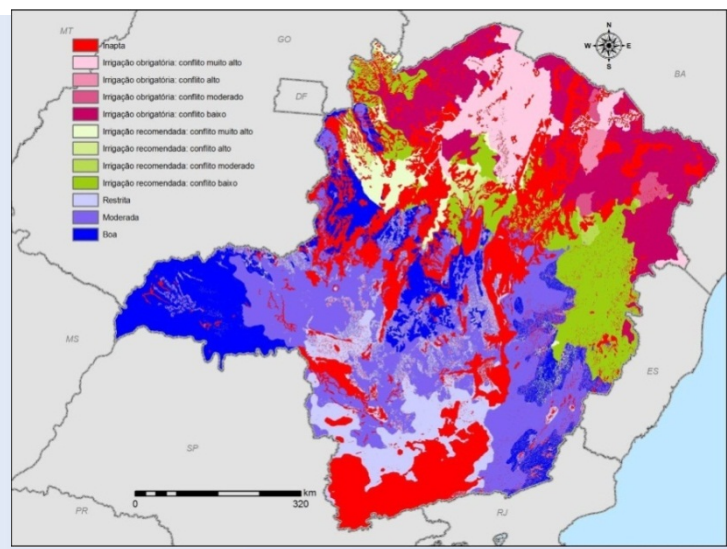
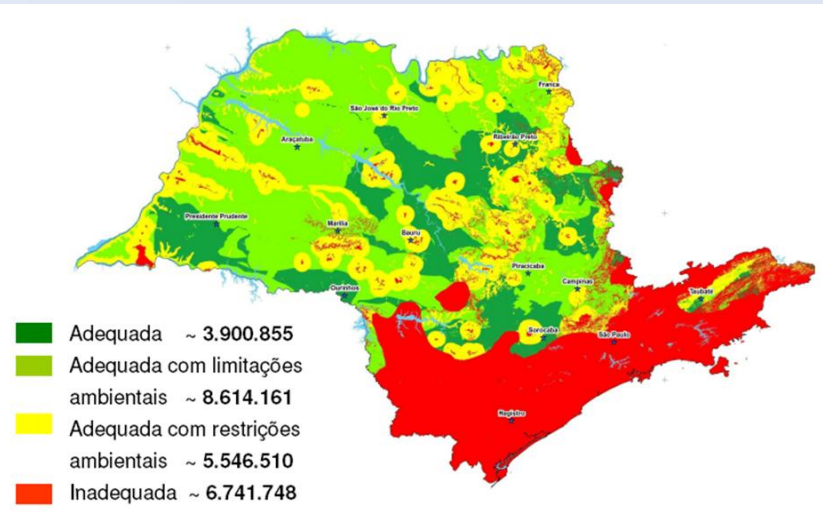


Milhões de hectares (2012)	
Brasil	851
terras aráveis	354,8

1. Área total cultivada	76,7
Soja	22,0
Milho	14,6
Cana de Açúcar	26,0
Laranja	0,9
Produção Florestal	7,0
2. Pastagem	172,3
3. Área disponível (degradada)	105,8



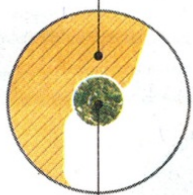
Zoneamento



Zoneamento agro-ecológico

ÁREA CORRESPONDENTE A AMAZÔNIA, PANTANAL E ALTO RIO PARAGUAI

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



ÁREA 7,5%
PROPÍCIA 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).

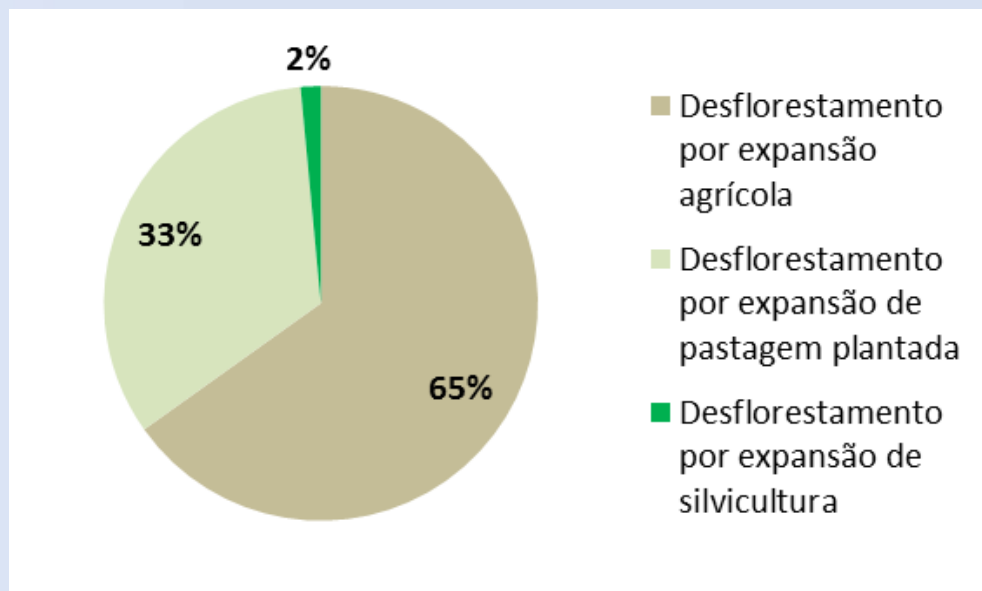
Biodiversidade: A Secretaria Federal de Biodiversidade, do Ministério Federal do Meio Ambiente

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 Km²) e pela **expansão de pastagem** para pecuária com (159.396 Km²), 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 Km²), 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

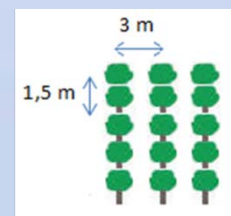
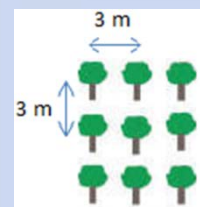
- Na atualidade as plantações tradicionais de eucalipto apresentam um incremento médio anual (IMA) entorno de 20 toneladas de massa seca por hectare

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 arvores (m)	Plantio (n. árvore/ha)	Produção (t MS/ha.ano)*
Eucalyptus spp. plantio tradicional	5 a 7	3x2 / 3x3	1111 / 3333	20 / 25
Eucalyptus spp. curta rotação	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.



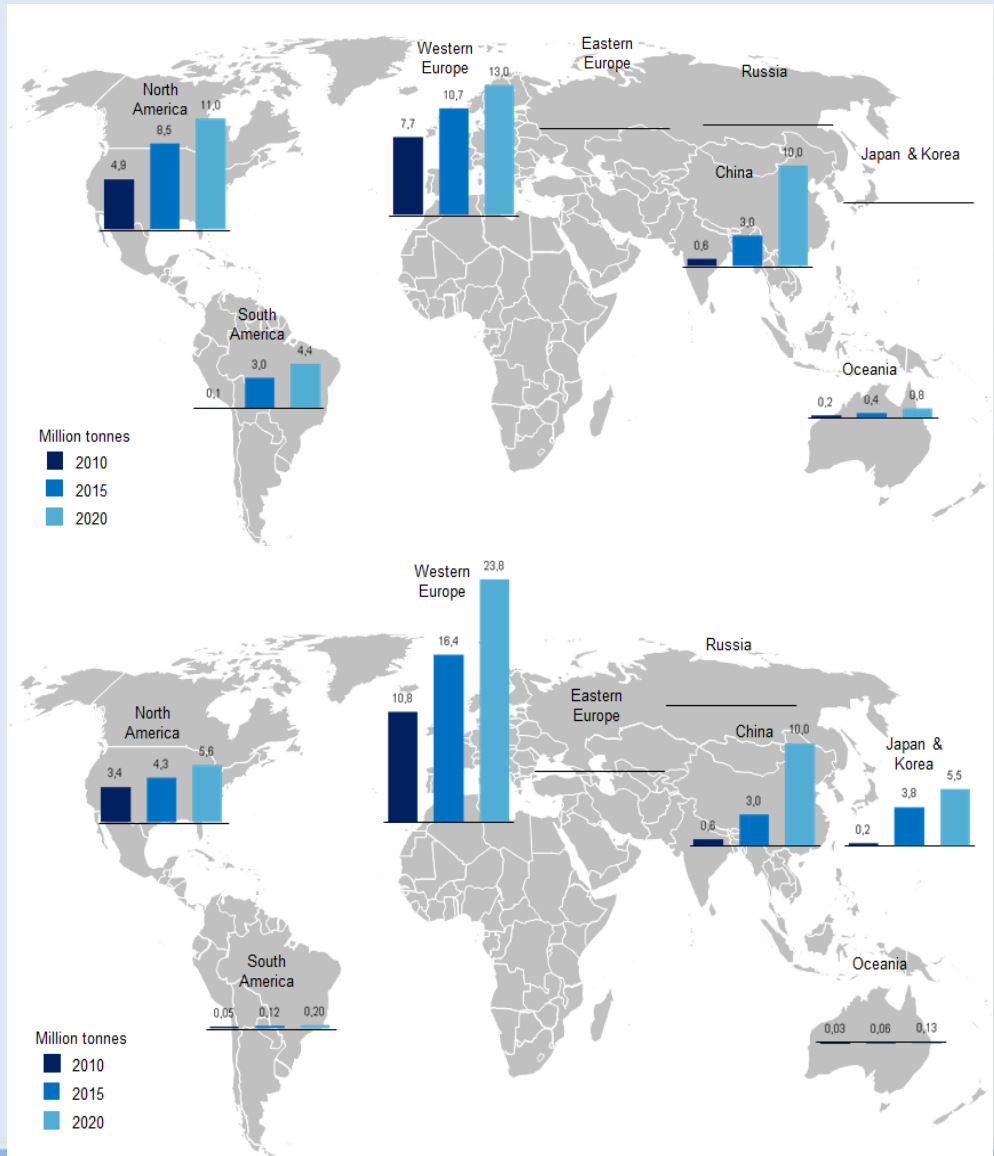
<i>Combustível</i>	Poder Calorífico Inferior - PCI	
	(MJ)	(Kcal)
cavaco de madeira (kg)	13	3100
pellets de madeira (kg)	18	4800
gás natural (m³)	35	8447
etanol (l)	22	5100
óleo diesel (l)	38	9160

<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 (m³)	35	8447	1,20
oil (l)	38	9160	2,50

Volume e Transporte de Quantidades Equivalentes de Energia



Os pellets de madeira no mundo



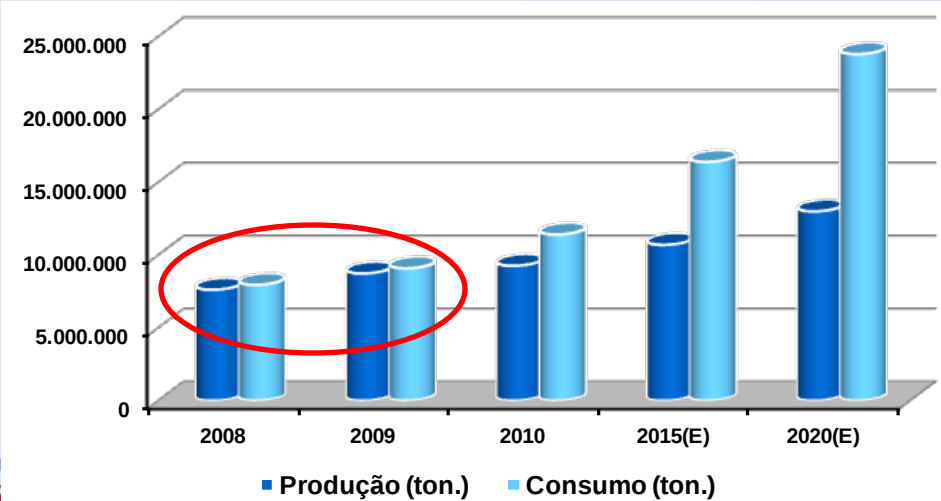
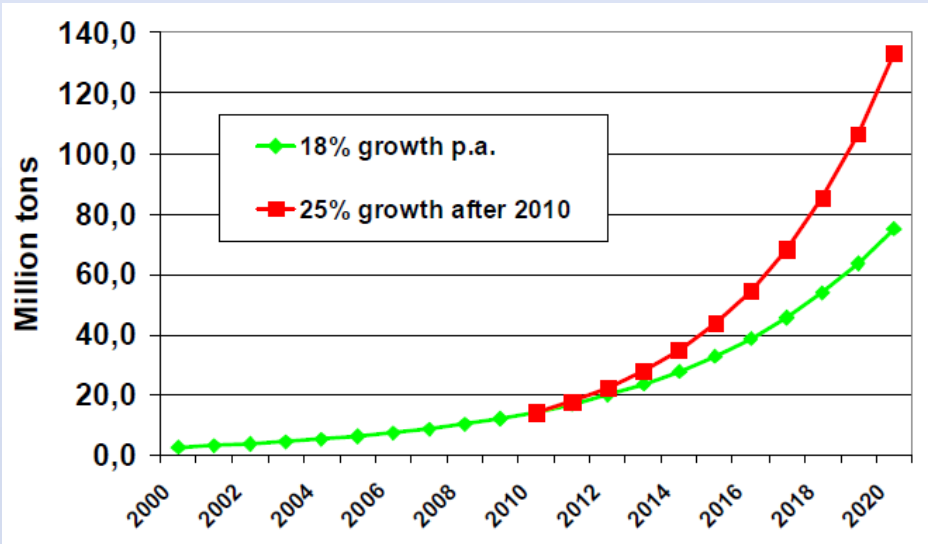
- O setor **residencial**, os pellets competem diretamente com o óleo combustível, o gás natural e a energia elétrica, em usos finais que são o aquecimento de água e a calefação.

-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%



- 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



O caso da Alemanha e do Reino Unido

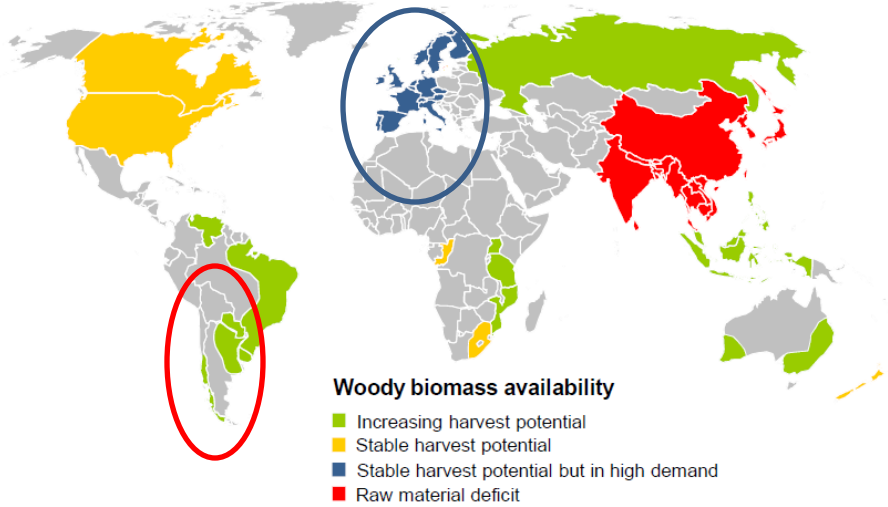
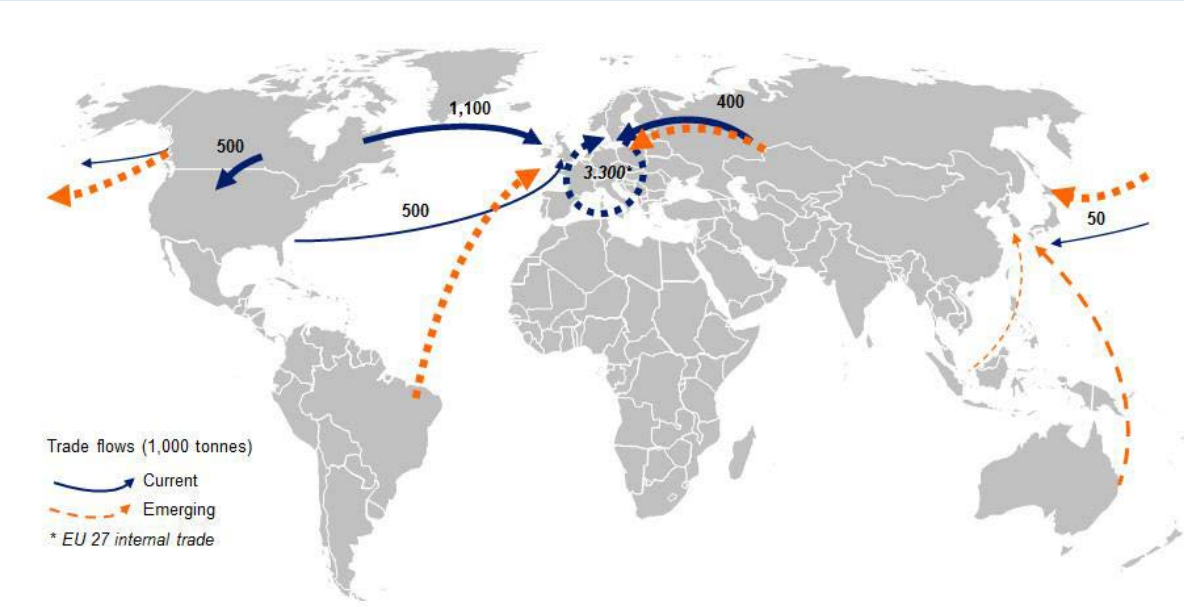


- **Alemanha** está apostando na biomassa florestal como fonte de energia de base renovável com plantações de *Eucalyptus* em Madagascar e no Norte da África desde 2009 para atender a demanda de energia renovável. (GTZ, 2009); (GTZ, 2010). **30.000 ha**

- 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 CO₂ gerado até o momento.



Fluxo do mercado global de pellets (provedores atuais e emergentes)



- Os Fluxos de pellets atuais Canadá e os Estados Unidos que já exportam para a Europa.
- A necessidade de novos mercados é cada vez maior.
- Alguns países africanos e o Brasil situam-se como potenciais exportadores da demanda de pellets para a Europa.
- Podendo a médio prazo incentivar a produção de pellets em países do sudeste asiático.
- E a expansão de novos mercados como a ex: chinês



PRODUTORES DE PELLETS NO BRASIL 2014

- A produção não atinge somente 35% da capacidade instalada.

Nº	Indústria	Cidade/UF	Capacidade (t/ano)	Produção (t/ano)	Biomassa	Início (ano)	Situação Atual
1	Briquepar	Telêmaco Borba/PR	7.000	4.800	pinus	2004	On
2	PelletsBraz	Porto Feliz/SP	12.000	4.800	pinus	2004	On
3	Energia Futura	Benedito Novo/SC	9.000	4.800	pinus	2007	On
4	BR Biomassa	Maringá/PR	22.500	0	pinus	2008	Off
5	Ecopel	Itaju/SP	22.500	0	pinus	2008	Off
6	Koala Energy	Rio Negrinho/SC	60.000	30.000	pinus	2008	On
7	Wood Tradeland	Tunas/PR	24.000	0	pinus	2009	Off
8	Ecoxpellets	Bandeirantes/PR	37.500	0	pinus	2010	Off
9	Piomade	Farroupilha/RS	3.750	2.400	pinus	2010	On
10	Biopellets	Lins/SP	30.000	2.000	pinus	2010	On
11	Timber S.A.	Piên/PR	45.000	6.000	pinus	2012	On
12	Resisul Pellets	Itapeva/SP	3.000	2.400	pinus	2012	On
13	Iemol Pellets	S.João B. Vista/SP	3.000	2.000	pinus	2014	On
14	ARAUPEL pellets	Quedas Iguaçu/PR	6.000	5.000	pinus	2014	On
15	Vale Tibagi	Telêmaco Borba/PR	7.000	5.000	pinus/eucaliptos	2014	On
16	Chamape Pellets	Vale Real/RS	3.000	1.800	pinus	2014	On
17	Tanac Pellets	Rio Grande/RS	80.000	0	acácia-negra	2015	Projeto
18	Pellets Nordeste	Recife/PE	60.000	0	capim elefante	2015	Projeto
19	Línea Paraná	Sengés/PR	30.000	0	pinus	2008	Stand by
20	Raízen pellets	Jaú/SP	120.000	0	bagaço de cana	2015	Stand by
21	Forespel	São José Ausentes/RS	100.000	0	pinus	2015	Projeto
22	Incobio pellets	Concórdia/SC	12.000	4.000	pinus	2015	On
23	Cosan	Jaú/SP	175.000	0	palha/bagaço	2015	Stand by
Total			200.750	75.000			

Aplicações dos pellets no Brasil



Queimadores e Aquecedores

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



Normas e Padrões de qualidade



☐ Não existem normas brasileiras para pellets

Teor de cinzas cloro e enxofre aceitáveis na norma internacional para o mercado de bicomcombustível sólido na forma de pellets.

Norma e Padrão do pellets combustível		Unidade	Cloro (Cl)	Enxofre (S)	Teor de cinzas
Uso residencial	(Enplus)-A1	w-%	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,7
	(Enplus)-A2	w-%	≤ 0,02	≤ 0,05	≤ 1,2
	(Enplus)-B	w-%	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 2,0
Uso industrial	(ISO18122)-I1	w-%	≤ 0,03		≤ 1,0
	(ISO18122)-I2	w-%	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 1,5
	(ISO18122)-I3	w-%	≤ 0,06		≤ 3,0

Material*	Média do teor de cinzas (%)
Pellets Madeira Pinus	0,3
Pellets Madeira Eucalipto	0,5
Pellets de bagaço de cana	2,0
Pellets de (palha/ponta) de cana	10,0
Pellets Bambu	2,0
Pellets Casca de Arroz	17,0
Pellets de palha de milho	6,0
Pellets de Casca de amendoim	6,0
Pellets de Fibra de coco	2,5

Zonas climáticas – Problemática do caso Brasil



No Brasil a **taxa de cloro presente na madeira de eucalipto** é em média **cinco vezes superior ao permitido pelas normas Enplus** para pellets de madeira para uso residencial, e também a presença de outros inorgânicos resulta após a combustão em **teor de cinzas que pode chegar a atingir até quatro vezes o valor permitido**.

Dioxinas e organoclorados

O termo "dioxina" refere-se a um grupo de contaminantes “organoclorados” formados principalmente **no processo de combustão de compostos com base de cloro**, considerada atualmente como a **substância química mais tóxica conhecida pela ciência**. O contato com pequenos traços dessa substância podem apresentar a incidência de câncer em diferentes locais do organismo, as taxas de toxicidade podem ser letais com cerca de 1 µg/kg do peso corporal

Com o teor de **altas taxas de cinzas** resultantes da queima de combustíveis de biomassa, responsáveis pela **falha de equipamentos e dificuldades operacionais em instalações de conversão de energia termoquímica**



DEPÓSITO DE PATENTE DE INVENÇÃO - PI

Patente depositada no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual – INPI, sob, numeração **(BR 10 2016 023862 5)**.

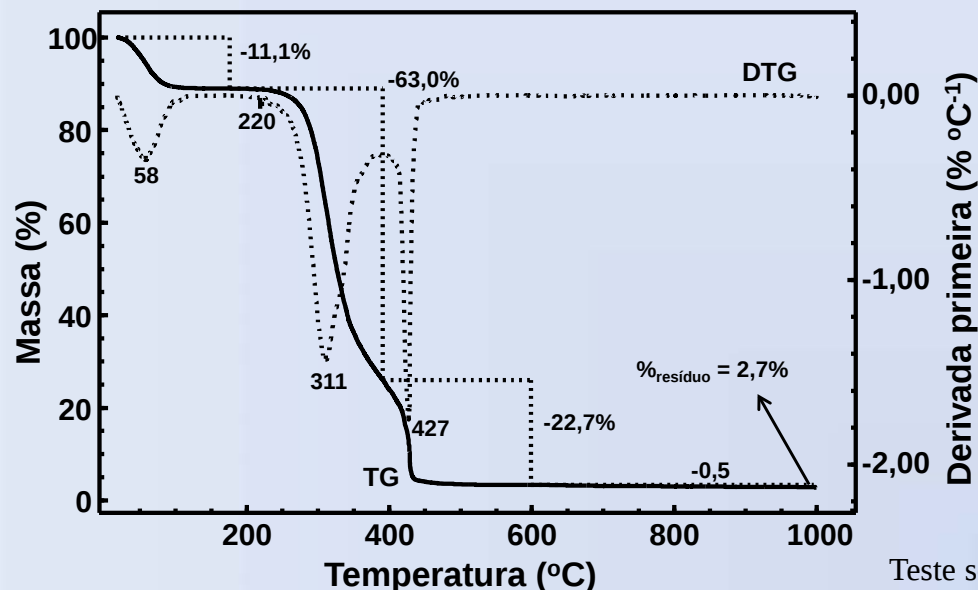
O mesmo ampliara o potencial para o aproveitamento produtivo de florestas sustentáveis de Eucalipto no Brasil, e em regiões edafoclimaticamente semelhantes.



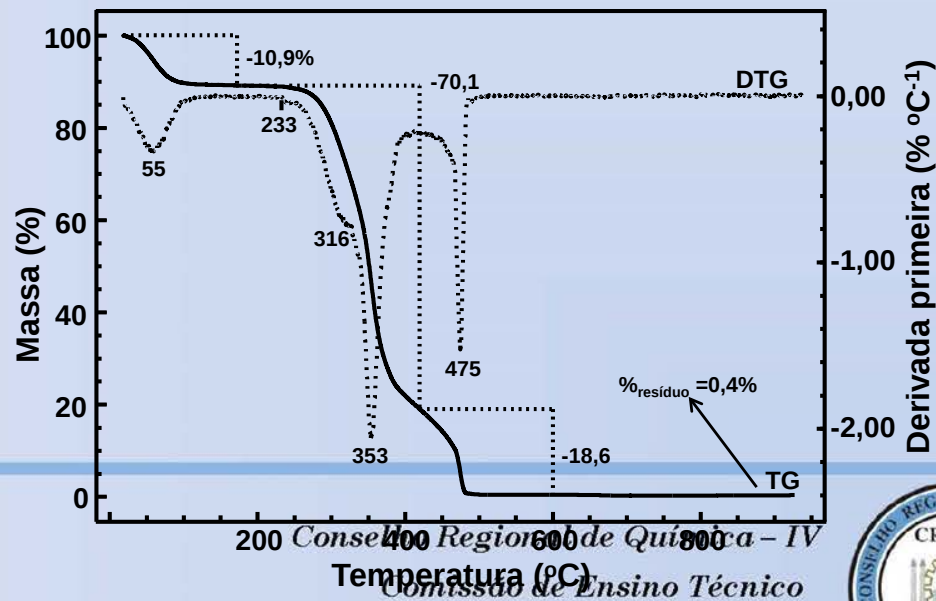
Consiste em remover o cloro e outros inorgânicos, tais como metais alcalinos, da madeira do gênero Eucaliptos ssp., **com a finalidade de permitir a produção de biocombustíveis sólidos na forma de pellets de madeira e outras livre de dioxinas e compostos corrosivos resultante da combustão**, que atendam as normas Enplus e semelhantes permitindo assim a sua comercialização no mercado Europeu e internacional.

Termogravimetria (TG) e Termogravimetria Derivada (DTG)

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

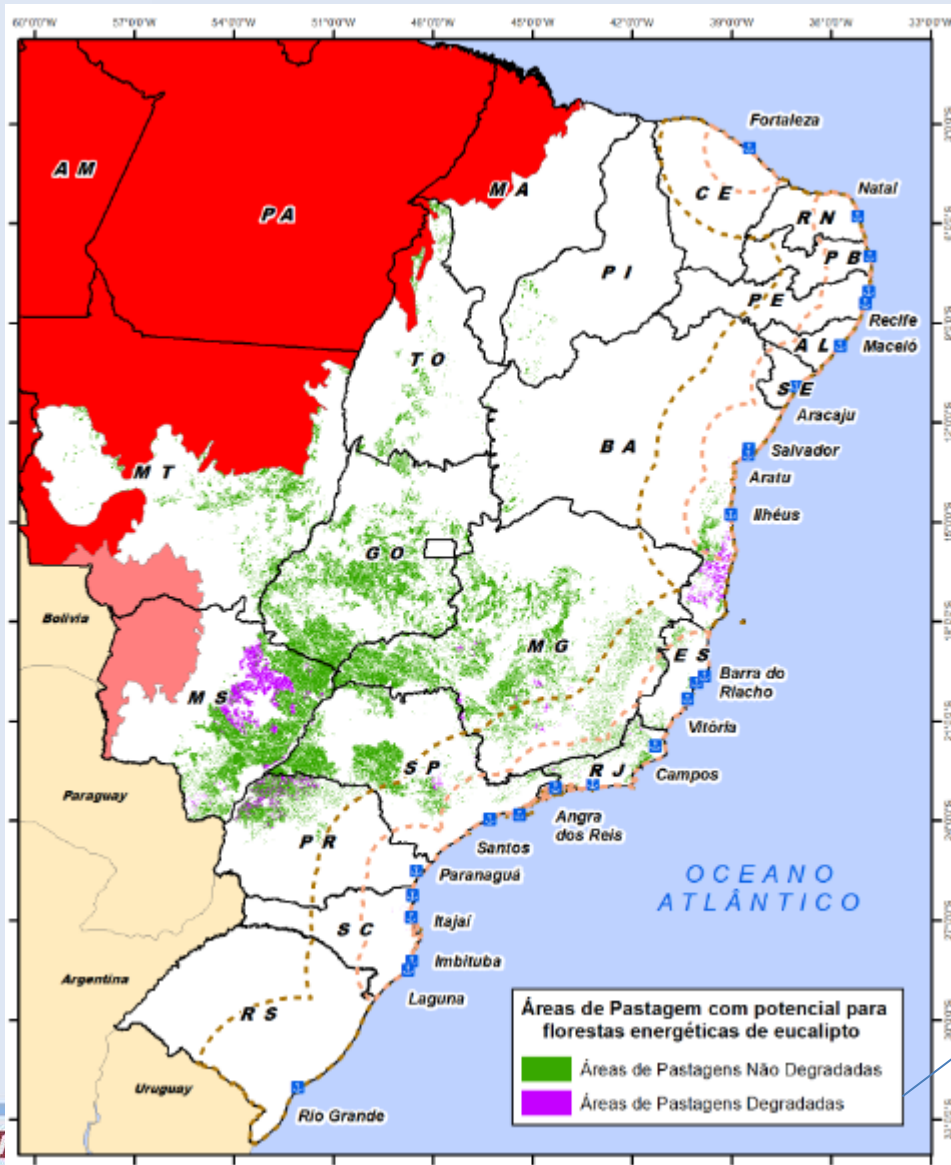


Teste sob atmosfera dinâmica de ar da amostra de madeira tratada.



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

Potential areas for pellet production as from short rotation Eucalyptus forests in Brazil



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**	
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
Total				60.974.254	40.649.502



Grazing areas with potential for production of eucalyptus forests for energy.

- grazing lands
- degraded grazing lands

Prêmio Brasileiro de Inovação e Tecnologia em Biomassa 2015, promovido pela FRG mídia com apoio da World Bioenergy Association - WBA.

Prêmios



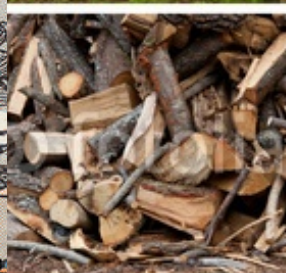
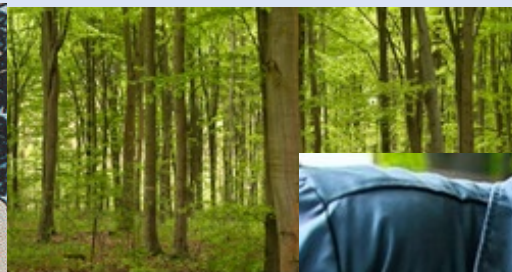
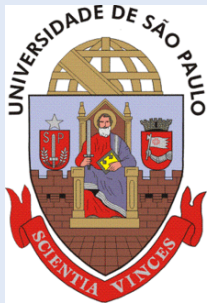
Projeto escolhido pela Câmara europeia de energia renovável (O.Ö. Energiesparverband) para representar o Brasil em 2015 na World Sustainable Energy Days em Viena, Áustria.



III Fórum de Ensino Técnico da Área Química:
"Realidade e Tendências Energéticas"
18 de novembro de 2016

Comissão de Ensino Técnico





Obrigado.

escobar@usp.br