

Mercado de pellets e briquetes de resíduos agrícolas e florestais: oportunidades e desafios



Prof. Dr. Dorival Pinheiro Garcia
Especialista em wood pellets
FEG/UNESP
pelletsdemadeira@gmail.com

FASE DA INTRODUÇÃO DOS PELLETS PASSOU



Pallet de madeira



Pellet de madeira

NÃO SEI A DIFERENÇA
ENTRE PELLETS
E PALETES ?



PESQUISE NO
GOOGLE!



Google

PELLETS

APIPEL-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PELLETS

IMAGENS



PELLETS É ENERGIA.

PALETES É SEU MEIO
DE TRANSPORTE!





Conclusão - MESTRADO

Amostras	Material	Origem	Forma	Dimensão	Classificação
P1	<i>pellets</i>	São Paulo	cilíndrica	6 mm	eucalipto
P2	<i>pellets</i>	Paraná	cilíndrica	6 mm	pinus
P3	<i>pellets</i>	Paraná	cilíndrica	6 mm	pinus
P4	<i>pellets</i>	Santa Catarina	cilíndrica	6 mm	pinus
Se	serragem	São Paulo	partículas	< 3 mm	eucalipto
Ca	casca	Paraná	partículas	> 18 mm	pinus
Cv	cavacos	Paraná	partículas	> 18 mm	pinus

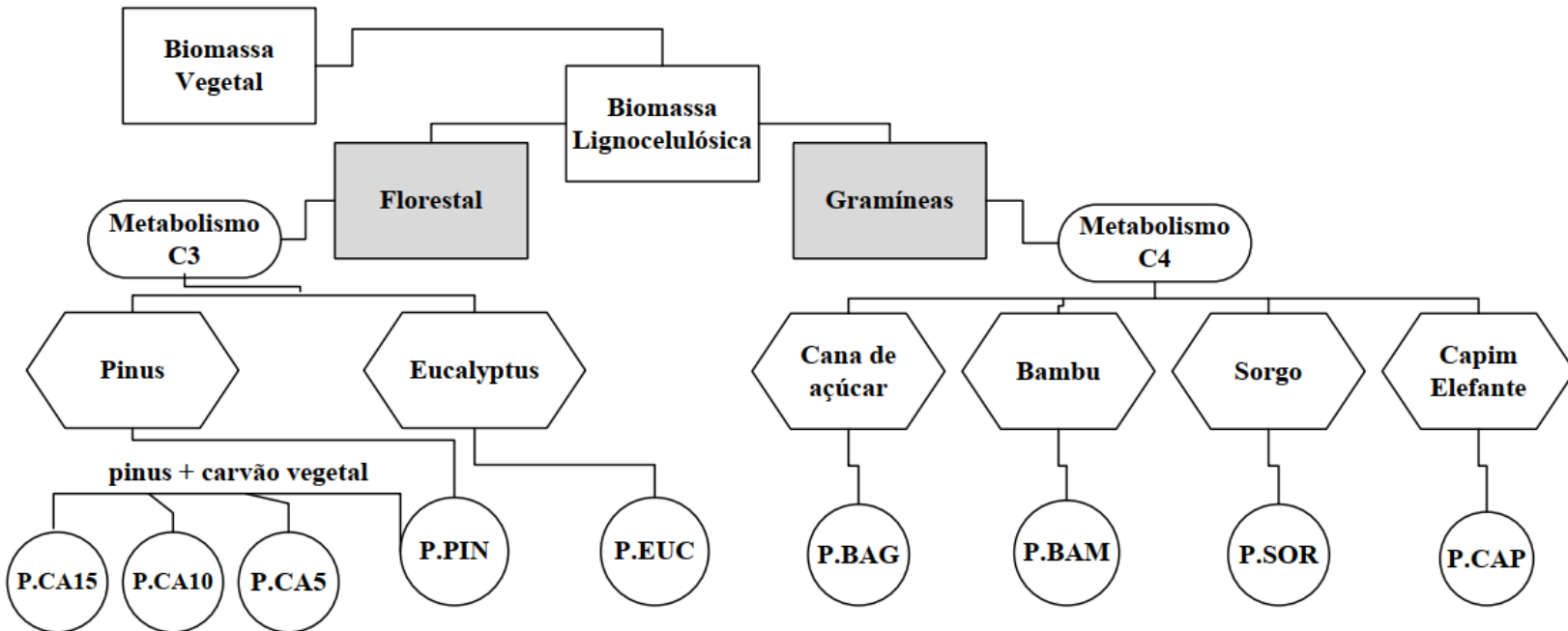
-Pellets de pinus / eucalipto semelhantes

-Serragem/cavaco – umidade e impurezas

-Casca de pinus – elevado teor de cinzas / emissões poluentes (CONAMA)

(coleta dos gases da combustão - precipitador eletrostático)

Conclusão - DOUTORADO



(densidade de granel, teor de umidade e durabilidade mecânica, carbono fixo, voláteis, cinzas, extrativos, lignina, holocelulose, PCS, densidade energética)

-Pellets de biomassa florestal – pinus (baixo CZ, alto PCS e DE)

-Pellets de eucalipto – madeira mais dura - - > desgastes equip. **Cloro.**



PELLETS X BRIQUETES

Tecnologia para a compactação de biomassa

CLASSIFICAÇÃO DA BIOMASSA COMPACTADA



Briquetes

PCS: 16.92-17.64 MJ/kg
Densidade: 650-1200 kg/m³
Diâmetro: ~60 mm
Comprimento: 25-300 mm
Umidade: 7-12%



FLUIDEZ

Pellets

PCS: 16.92-17.64 MJ/kg
Densidade: 650-700 kg/m³
Diâmetro: 6-16 mm
Comprimento: 25-30 mm
Umidade: 7-12%



O QUE SÃO PELLETS?

“PELOTAS CILINDRICAS COMPACTADAS A ALTA PRESSÃO E TEMPERATURA COM BAIXO TEOR DE UMIDADE E ALTO PODER CALORÍFICO”



PELLETS = DENSIFICAÇÃO = COMPACTAÇÃO

Qual o adesivo utilizado nos pellets?

R: lignina

ISO 17225
A1 EN plus



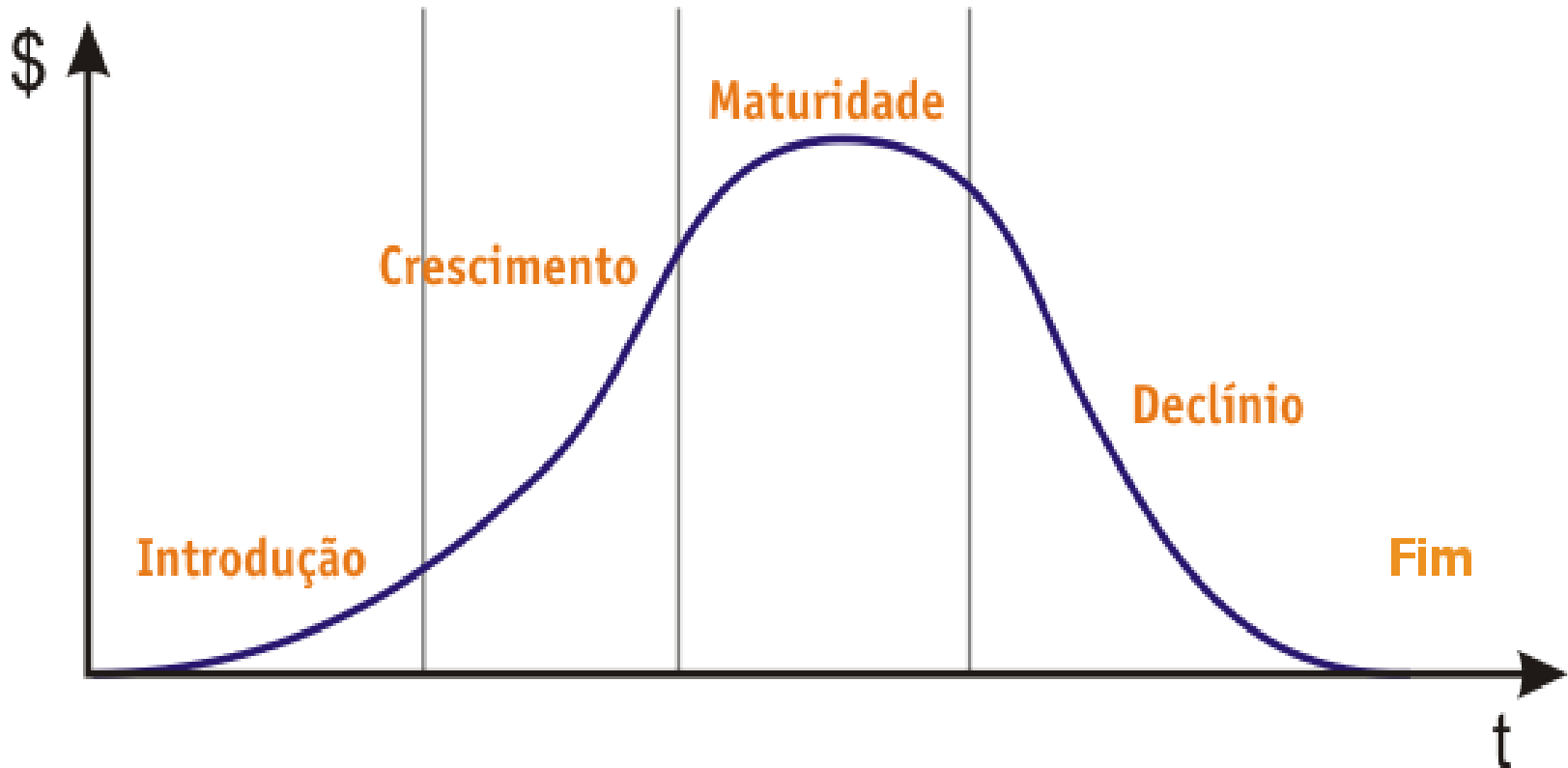
FLUIDEZ DOS PELLETS

AUTOMATIZAÇÃO





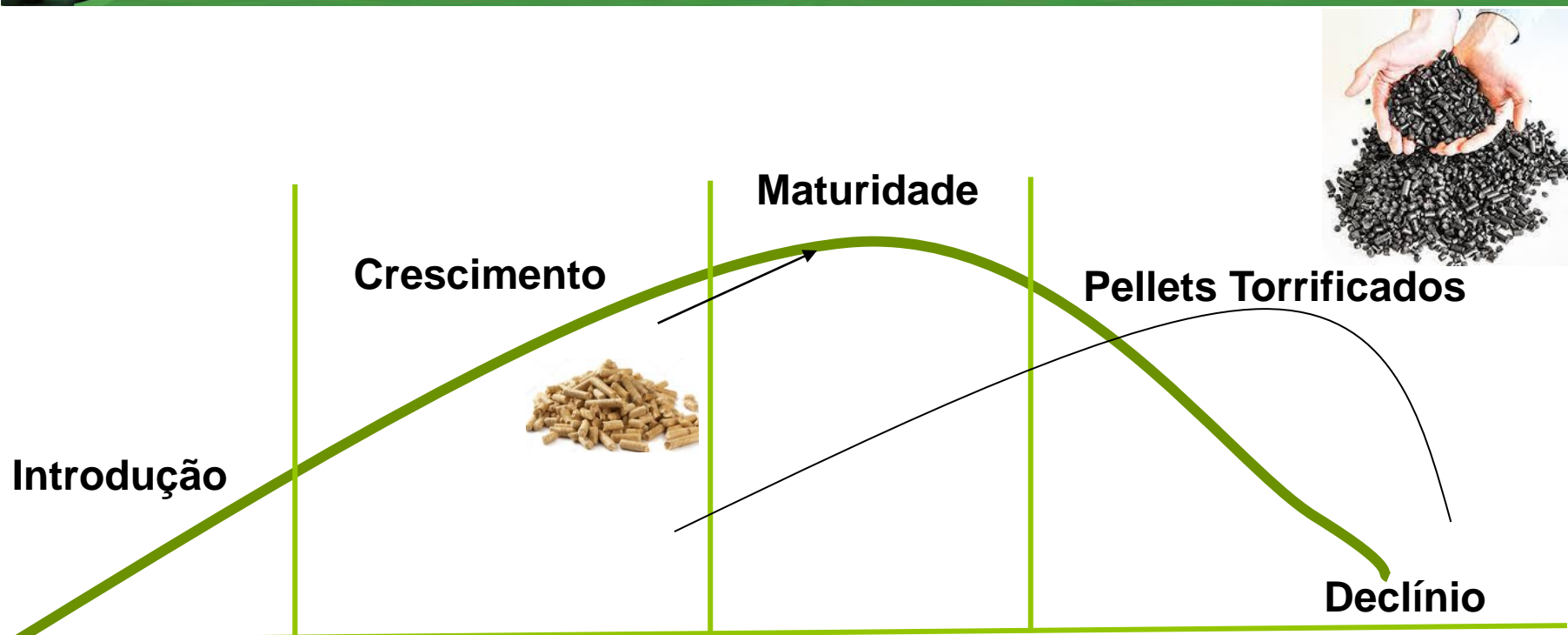
CICLO DE VIDA QUALQUER PRODUTO



Fonte: KOTLER, P.; KELLER, K. L. Administração de marketing. 14. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2012. 794 p.



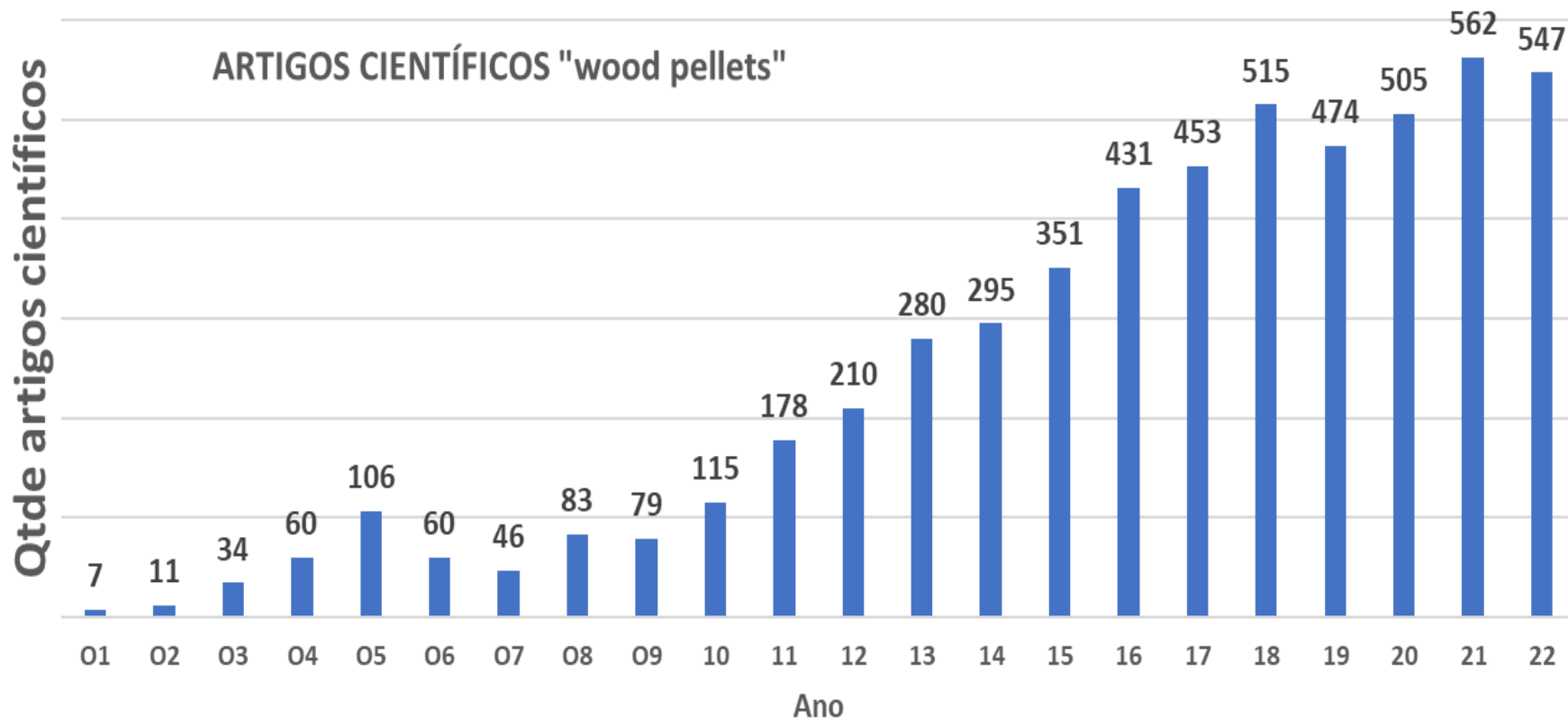
CICLO DE VIDA DOS PELLETS



O produto pellets está em crescimento, mas ainda não atingiu a maturidade no mercado brasileiro. Pode crescer mais!



ARTIGOS CIENTÍFICOS - WOOD PELLETS



Fonte: Sciencedirect.com



ScienceDirect | Scopus



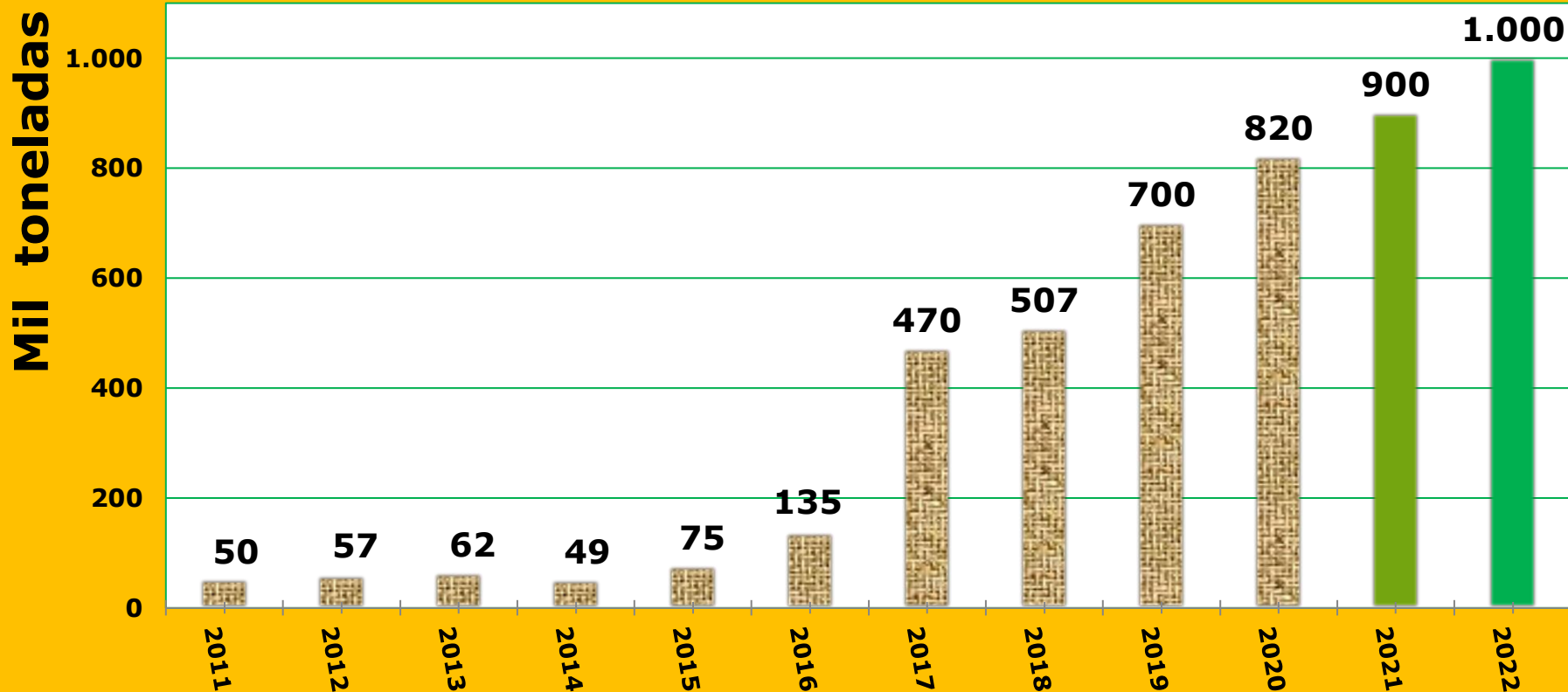
MERCADO DE PELLETS





HISTÓRICO DA PRODUÇÃO PELLETS

PRODUÇÃO DE PELLETS NO BRASIL



Fonte: Garcia et. Al. Produção brasileira de pellets de biomassa agroflorestal. **Energia na Agricultura**, v.37, n.1, prole, 2022.



MATÉRIAS-PRIMAS DOS PELLETS

Material Lignocelulósico	Quantidade de Indústrias de pellets	Produção de pellets (t/ano)	% da Produção brasileira
Pinus	25	463.452	56,52%
Acácia-negra	1	250.000	30,49%
Bagaço-de-cana	1	80.000	9,76%
Eucalyptus	1	25.000	3,05%
Casca-de-amendoim	1	1.048	0,13%
Casca-de-café	1	500	0,06%
TOTAL	30	820.000	100,00%



Pellets para exportação - 2020

Koala Energy faz o primeiro embarque de pellets a granel ENplus A1 no Brasil

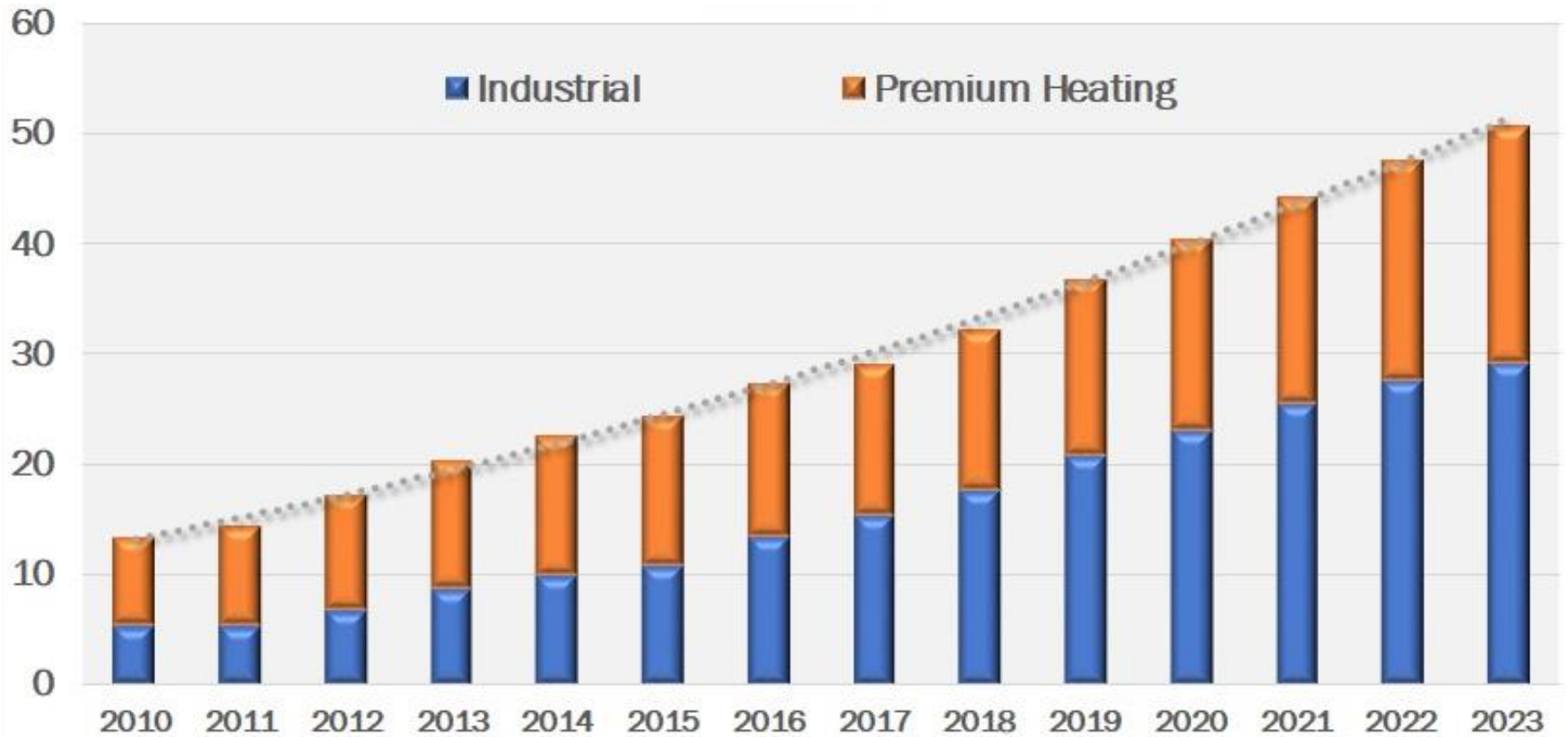
Dez/2021



**80% DA PRODUÇÃO
BRASILEIRA DE PELLETS É
PARA O MERCADO EXTERNO**



DEMANDA MUNDIAL POR PELLETS



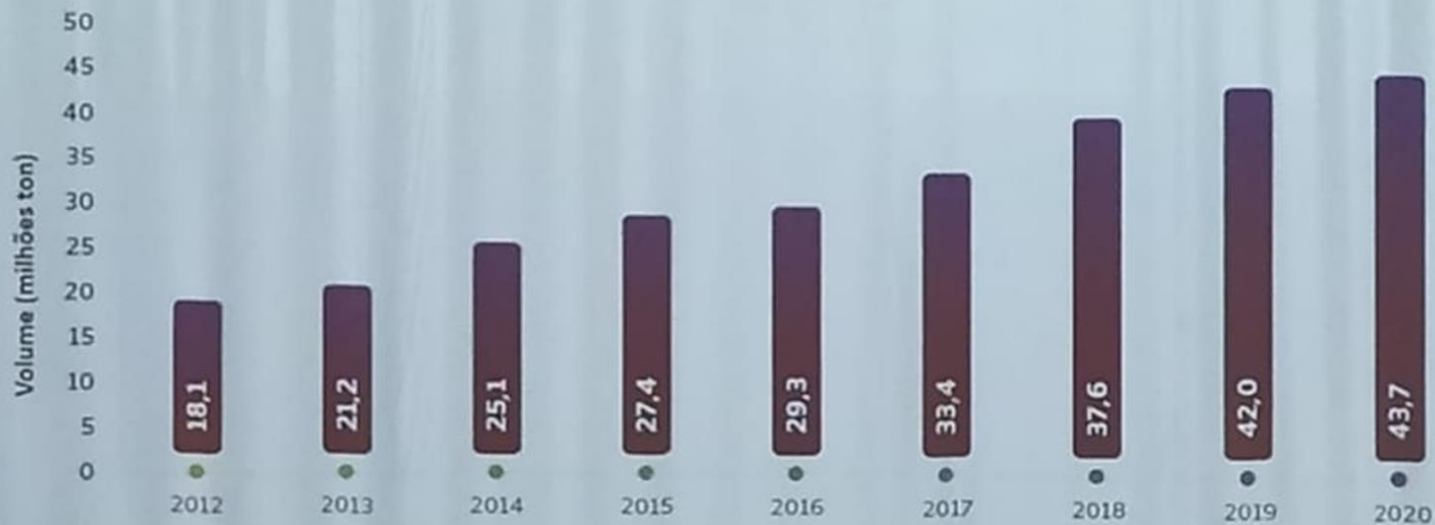
source: Historical, Argus and European Pellet Council; Forecast by FutureMetrics



PRODUÇÃO MUNDIAL DE PELLETS DE MADEIRA



Produção Mundial de *Pellets* de Madeira (milhões ton)



FONTE: Estudo Setorial Abimci 2022.



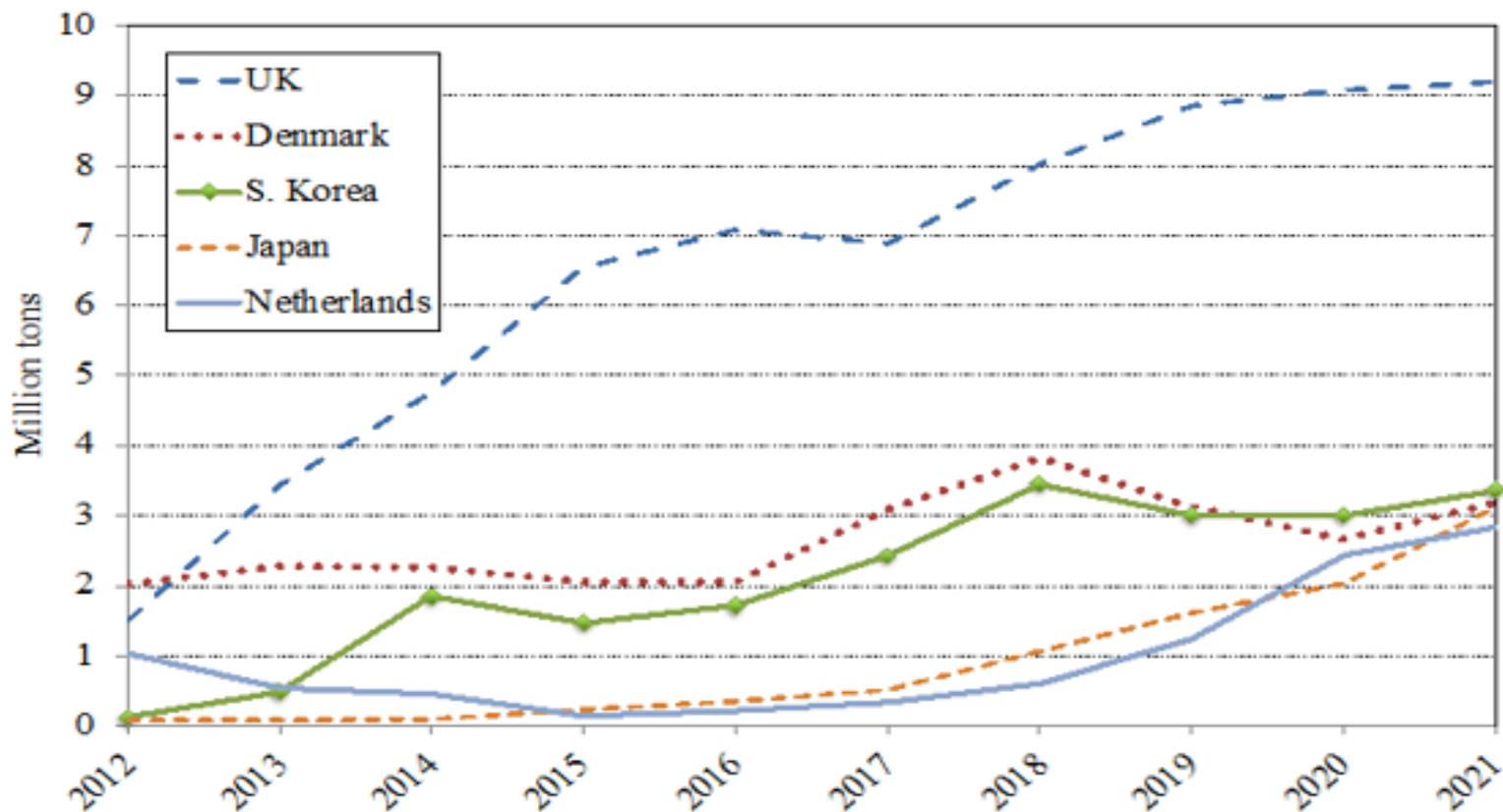
Estimativa de Mercado 2022

PAÍS	QUANTIDADE DE FÁBRICAS	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO ESTIMADA 2022 (Ton/Ano)	% MERCADO MUNDIAL
EUA	122	15.000.000	30,00%
UNIÃO EUROPEIA	40	20.000.000	40,00%
ASIA	20	5.000.000	10,00%
CANADÁ	48	5.000.000	10,00%
LESTE EUROPEU	10	4.000.000	8,00%
BRASIL	35	1.000.000	2,00%
Produção Mundial estimada		50.000.000	100,00%



MAIOR IMPORTADOR - UK

World's major wood pellet importers



Sources: Customs data and Wood Resource Quarterly

DRAX POWER



"OURO" LIGNOCELULÓSICO



MARAVALHA SECA DE PINUS - R\$ 300,00 / ton



1

Pellets de madeira / resíduos



2

Pellets de bagaço de cana



3

Pellets de capim elefante



5

Pellets de casca pinus/ eucalipto/ coco / amendoim



6

Pellets de sorgo sacarino



7

Pellets de podas urbanas



8

Pellets de palha de milho/arroz / cana



**B
I
O
M
A
S
S
A
S**



CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DAS BIOMASSAS

MATERIAL	UMIDADE [%]	TEOR DE CINZAS [%]	PCI EM [MJ/kg]	DENSIDADE A GRANEL [kg/m ³]
Pellets Madeira Pinus	8,6	0,28	17,7	640,0
Pellets Pé de algodoeiro	7,5	5,50	15,7	670,0
Pellets Bambu <i>Bambusa Vulgaris</i>	6,9	1,93	17,3	658,0
Pellets Capim Elefante	12,6	16,60	14,8	560,0
Pellets Casca de pinus	9,5	2,50	17,9	580,0
Pellets Madeira eucalipto	8,3	0,50	17,3	641,0
Pellets de palha de milho	7,2	5,97	17,4	600,0
Pellets de Casca de amendoim	12,0	5,89	17,9	590,0
Pellets de palha cana de açúcar	14,6	5,15	16,9	620,0
Pellets de Fibra de coco	9,2	2,42	16,8	586,0



CINZAS? ----> Elementos Minerais Alkalinos

K

Na

Ca



Mg



S ---> Emissões poluentes

Cl ---> Forma compostos corrosivos



NORMAS E PADRÕES DE QUALIDADE



Áustria norma M M 7135

Suécia norma SS 187120

Alemanha norma DIN 51731 Plus

Norma ISO/IEC 17225-2 Pellets

NBR 17013 - Pellets



PROPRIEDADES	Unid.	Uso Residencial e comercial			Uso Industrial		
		A1	A2	B	I-1	I-2	I-3
Densidade Abs.	kg/m ³	≥ 600			≥ 600		
Teor de cinzas	%	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3,0

Fonte: Norma ISO 17225-2 Graded wood pellets



PADRÕES DA NORMA EUROPEIA PARA QUALIDADES DE PELLETS

PROPRIEDADES	Unid.	NORMA	Uso Residencial e comercial			Uso Industrial		
			A1	A2	B	I-1	I-2	I-3
Material Biomassa		ISO 17225-2	madeira	madeira e resíduos madeireiros	madeira e resíduos madeireiros	madeira	madeira e resíduos madeireiros	madeira e resíduos madeireiros
Diâmetro	mm	ISO 17829	6,0 ±1			6,0 ±1		
			8,0 ±1			8,0 ±1		
Comprimento	mm		3,15 ≤ L ≤ 40			3,15 ≤ L ≤ 40		
Densidade Abs.	kg/m ³	ISO 17828	≥ 600			≥ 600		
Finos < 3mm	%	EN 15210-1	≤ 1,0			≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 6,0
Teor de umidade	%	ISO 18134	< 10,0			< 10,0		
Teor de cinzas	%	ISO 18122	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3,0
Poder Cal.Inf.	Kcal/kg	ISO 18125	≥ 4.600			≥ 4.600		
	MJ/kg		≥ 16,5			≥ 16,5		
Enxofre	%	ISO 16994	≤ 0,04	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05		
Nitrogênio	%	ISO 16948	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 0,3		≤ 0,6
Cloro	%	ISO 16994	≤ 0,02		≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,06
Arsênio	mg/kg	ISO 16968	≤ 1,0			≤ 2,0		
Cádmio	mg/kg		≤ 0,5			≤ 1,0		
Crômio	mg/kg		≤ 10,0	≤ 15,0		≤ 15,0		
Cobre	mg/kg		≤ 10,0	≤ 20,0		≤ 20,0		
Mercúrio	mg/kg		≤ 0,1			≤ 0,1		
Chumbo	mg/kg		≤ 10,0	≤ 20,0		≤ 20,0		
Zinco	mg/kg		≤ 100	≤ 200		≤ 200		
Durabilidade	%	ISO 1783-1	≥ 97,5		≥ 96,5	≥ 97,5		≥ 96,5



CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DAS BIOMASSAS

MATERIAL	UMIDADE [%]	TEOR DE CINZAS [%]	PCI EM [MJ/kg]	DENSIDADE A GRANEL [kg/m ³]
Pellets Madeira Pinus	8,6	0,28	17,7	640,0
Pellets Pé de algodoeiro	7,5	5,50	15,7	670,0
Pellets Bambu <i>Bambusa Vulgaris</i>	6,9	1,93	17,3	658,0
Pellets Casca de Arroz	12,6	16,60	14,8	560,0
Pellets Casca de pinus	9,5	2,50	17,9	580,0
Pellets Madeira eucalipto	8,3	0,50	17,3	641,0
Pellets de palha de milho	7,2	5,97	17,4	600,0
Pellets de Casca de amendoim	12,0	5,89	17,9	590,0
Pellets de palha cana de açúcar	14,6	5,15	16,9	620,0
Pellets de Fibra de coco	9,2	2,42	16,8	586,0



TEOR DE CINZAS DOS RESÍDUOS AGROFLORESTAIS



PELLETS
50 ton



Capim Elefante
16,6%
8.300 kg

Pellets Madeira
0,28%
140 kg





Resposta por Celso Foelkel: / Answer by Celso Foelkel:

Caro amigo Stape, bom dia e bom Ano de 2012 para você também.
 O cloro ocorre na madeira do eucalipto como cloreto e os dados mais usuais estão na tabela a seguir, retirada do capítulo 24 do meu Eucalyptus Online Book:

Faixas mais usuais de elementos minerais em madeiras de eucaliptos
 (base peso absolutamente seco)

	Faixa de Amplitude	Valores mais frequentes
Teor de Cinzas	0,2 a 1,1 %	0,3 a 0,6 %
Elementos minerais (ppm)		
N	600 - 2.500	1.200 - 1.500
P	50 - 300	150 - 200
K	500 - 1.500	600 - 1.300
Ca	400 - 2.000	400 - 900
Mg	100 - 500	130 - 300
Fe	5 - 90	10 - 30
Al	20 - 150	30 - 70
Si	15 - 150	15 - 80
Cl	150 - 1.500	250 - 600
Na	80 - 600	120 - 400
Mn	15 - 100	12 - 50
Cu	1 - 8	1 - 5
Ni	0,3 - 10	4 - 5
Co	10 - 40	15 - 20

**Menores que 0,60%
> A1 EN plus**

0,015 – 0,150% 0,025 – 0,060%

Em porcentagem (%)

A1 A2 EN plus	Valores Mais frequentes	
0,010	0,015	0,020
0,025	0,030	0,035
0,040	0,045	0,050
0,055	0,060	0,065
0,070	0,075	0,080
0,085	0,090	0,095
0,100	0,105	0,110
0,115	0,120	0,125
0,130	0,135	0,140
0,145	0,150	
Faixa de Amplitude		



MAPA DOS PRODUTORES DE PELLETS DO BRASIL 2022



MAPA PRODUTORES DE P...



Para citação deste Mapa:

GARCIA, D. P. et al. Mapa dos produtores brasileiros de biocombustíveis pellets.

108,972 views

Published on May 31

SHARE

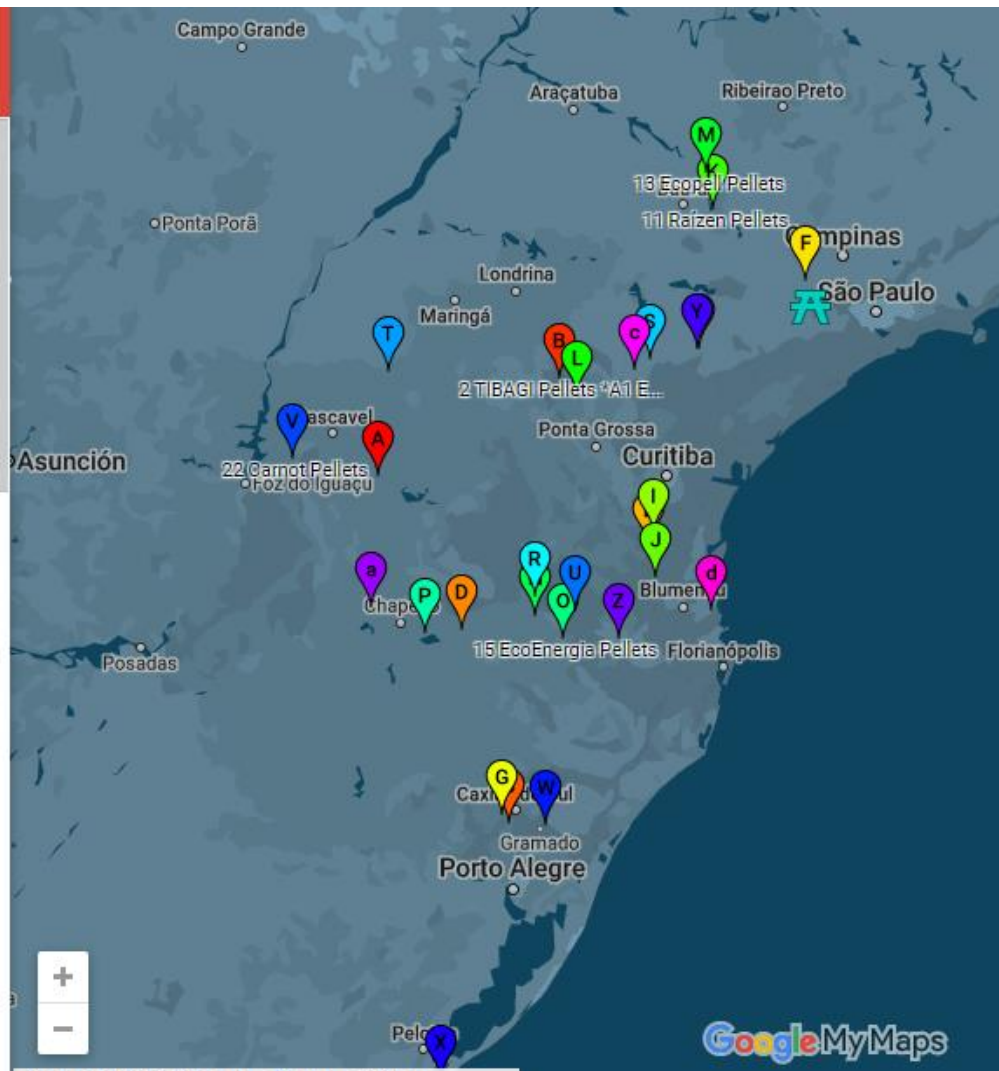
EDIT



Produtores Pellets Brasil 2022



- 1 Araupel Pellets
- 2 TIBAGI Pellets *A1 EN Plus
- 3 Chamape Pellets
- 4 Incobio Pellets *A1 EN plus
- 5 Koala Pellets *A1 EN plus
- 6 Pelletbraz Pellets
- 7 Piomade Pellets *A1 EN plus
- 8 Florpinus Pellets
- 9 TCF Pellets
- 10 Brasil Pellets *A1 EN Plus
- 11 Raízen Pellets





APLICAÇÕES DE PELLETS EUROPA/EUA

AQUECIMENTO RESIDENCIAL

PALAZZETTI

AUTOMATIC PELLET STOVES



Power 6 Kw



Power 7 Kw



Power 8 Kw



Power 11 Kw



Water



Easy Line



Clemy

□ HOME □ COMPANY □ INFO&NEWS □ WHY □ EVENTS □ **PRODUCTS** □ CONTACT US

SEARCH

AUTOMATIC PELLET STOVES

BARBECUE

FIREBOXES

FIREPLACES

MASONRY KITCHENS

OVENS

WOOD STOVES

POWER

6 KW

7 KW

8 KW

11 KW

WATER

EASY LINE

CLEMY

R\$ 1500 a 2500

CLASSIC MINI
CLEMY STANDARD
CLEMY TOP
ECOFIRE EMI
ECOFIRE FOR INSERTION
ECOFIRE INSERTION IDRO
ECOFIRE MOLLY
ECOFIRE MOLLY IDRO
ECOFIRE SISSI
ECOFIRE SISSI IDRO
FEDRA

ENVIRONMENT DUAL COMBUSTION CUSTOM-MADE BODY AND SOUL COOKING HOME AUTOMATION HEATING SYSTEMS INSTALLATION



APLICAÇÕES COMERCIAIS - No Brasil



PRÉDIOS
HOTÉIS
MOTÉIS





FÁCIL DE ABASTECER E USAR



FÁCIL MANUSEIO

Volume e Transporte de Quantidades Equivalentes de Energia



10 m³
Bagaço



4 m³
Lenha



3 m³
Cavaco



2 m³
Carvão



1.2 m³
Brique



1 m³
Pellet



FÁCILIDADE DE TRANSPORTE E ESTOCAGEM





FLUIDEZ DOS PELLETS DE MADEIRA



PELLETS FLUI COMO A ÁGUA

ECONOMIZE COM PELLETS

A alternativa ecológica e econômica
que o mundo aprendeu a usar!



**+ 400 PIZZARIAS E PADARIAS NA
GRANDE SÃO PAULO UTILIZAM
PELLETS**

**"...NÃO VENDEMOS PELLETS, VENDEMOS
SOLUÇÕES DE ENERGIA..."**



APLICAÇÕES DE PELLETS NO BRASIL



Queimadores e Aquecedores

- Hotel
- Motel
- Lavanderia
- Pizzaria / Padaria
- Academias
- Aquecimento de piscinas
- Aquecimentos de Parques
- Secadores Industriais
- Aquecimento de Granjas





No inverno, as águas são aquecidas por pellets de madeira



TROCANDO O PETRÓLEO PELOS PELLETS



Aquecedor automatizado à pellets de 170.000kcal para sistemas hidráulicos em hotelaria e industrial.



QUEIMADORES PARA ADAPTAÇÃO

Fácil adaptação de
queimadores para utilizar
pellets



Queimador de pellets automatizado para instalar em caldeiras de até 8.000 kg vapor/h.



APLICAÇÕES EXÓTICAS



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



+ PRODUTOS EXÓTICOS DE PELLETS



HIGIGATO
Para o seu gato

HIGIPET
Para pássaros e roedores

NEUTRA DENGUE
Para combate à dengue

PELLETBRAZ
Para geração de energia



NEUTRA DENGUE

**Neutra
dengue**

Sua casa mais segura, sua planta mais saudável.



GAP DE PESQUISA

(1) Pellets de pinus (eliotti) deixa cheiro na pizza?





GAP DE PESQUISA

(2) Granulado de Pellets causa entupimento do esgoto?





GAP DE PESQUISA

(3) Cloro na madeira de eucaliptos causa corrosão nos equipamentos?





DESAFIOS DO MERCADO DE PELLETS

- **Apagão de matéria-prima**
Maravalha seca
- **Secagem dos resíduos de madeira**
- **Logística de transportes**
Inviabiliza (200 km)