

Qualidade da Madeira de Eucalyptus

Jose Lívio Gomide

Biowork IX – Biotecnologia Florestal – UFV, 30/agosto/2007

Celulose Brasileira de *Eucalyptus*

Fatores de Sucesso:

- **A floresta de *Eucalyptus***
- **A indústria de Celulose**
- **A madeira de *Eucalyptus***

Celulose Brasileira de *Eucalyptus*

Fatores de Sucesso:

- **A floresta de *Eucalyptus***
- **A indústria de celulose**
- **A madeira de *Eucalyptus***

Fatores Favoráveis às Florestas *Eucalyptus* no Brasil

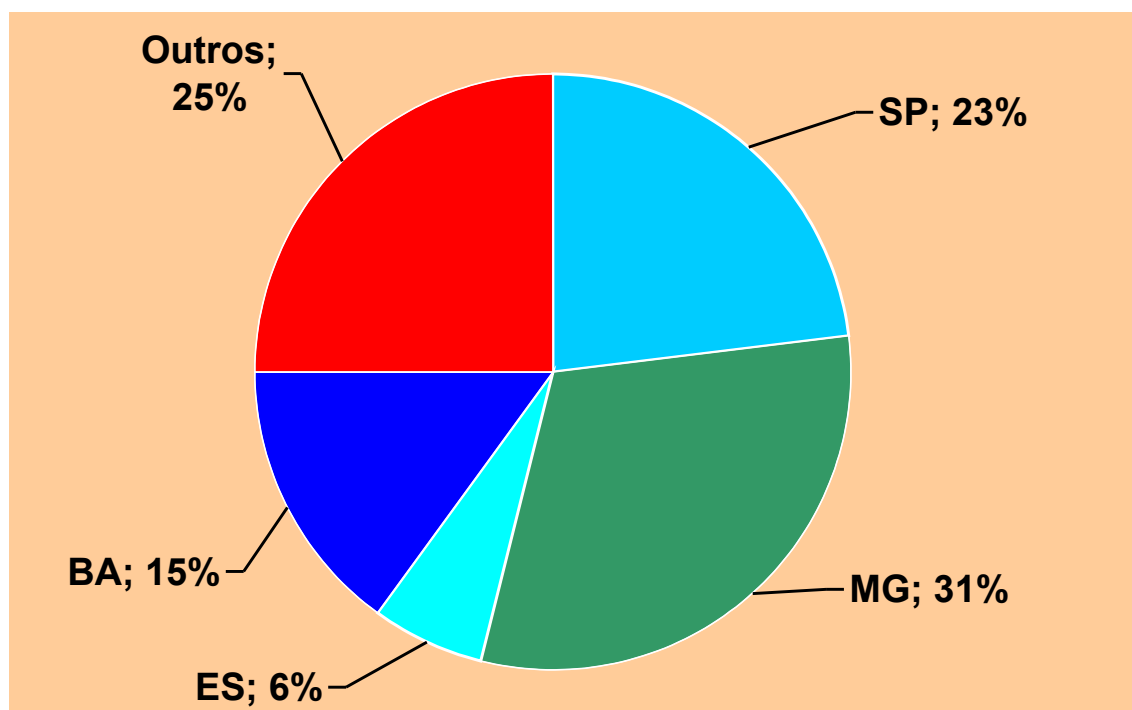
- Abundância de luz solar
- Temperatura favorável ao crescimento das árvores
- Precipitação pluviométrica alta e distribuída no ano
- Área disponível para plantio
- Mão-de-obra disponível e de menor custo
- Alto nível tecnológico da silvicultura nacional
- **A maior produtividade mundial**

As Florestas de *Eucalyptus* no Brasil

- Rápido crescimento: 5-7 anos (Escandinávia: 30-60 anos)
- A maior produtividade mundial: Clone com 60 m³/ha/ano
Escandinávia: 3-5 m³/ha/ano)
- Excepcional evolução → em 40 anos: 15 para 60m³/ha/ano
- Estima-se investimento realizado US\$100 milhões pesquisas (40 anos)
- Estima-se atualmente US\$30 milhões/ano pesquisas
- Atualmente: 3,5 milhões hectares florestas *Eucalyptus* no Brasil
 - 1,7 milhões hectares setor C&P
 - 0,62% da área nacional

Distribuição das Florestas de *Eucalyptus* no Brasil

2005



Total: 3.407.205 Ha

Floresta de *Eucalyptus* - Sementes

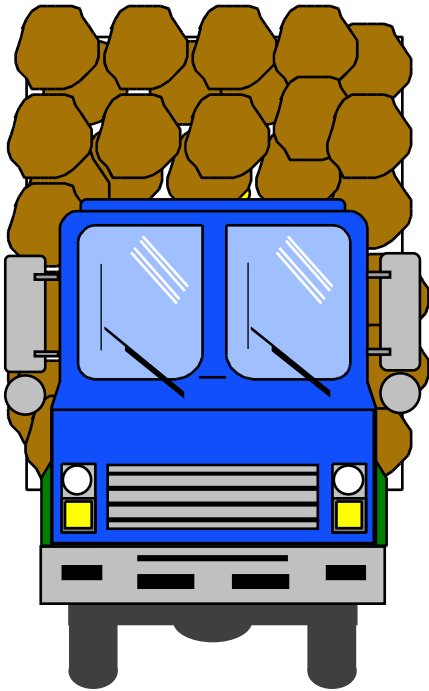


Floresta Clonal de *Eucalyptus*



CURIOSIDADES

Floresta / Indústria Celulose



- Numa floresta convencional para celulose são plantadas 1100-1500 árvores por hectare (para fins de produtos sólidos são 667).
- As árvores cortadas possuem uma altura entre 28 e 34 metros e diâmetro médio de 18 a 20 centímetros.
- Para produzir 1 tonelada de celulose são utilizadas, em média, 16 árvores de *Eucalyptus*, ou seja, 1 ha de floresta com 7 anos produz aproximadamente 76 toneladas de celulose.

Custo da Madeira (posto fábrica)

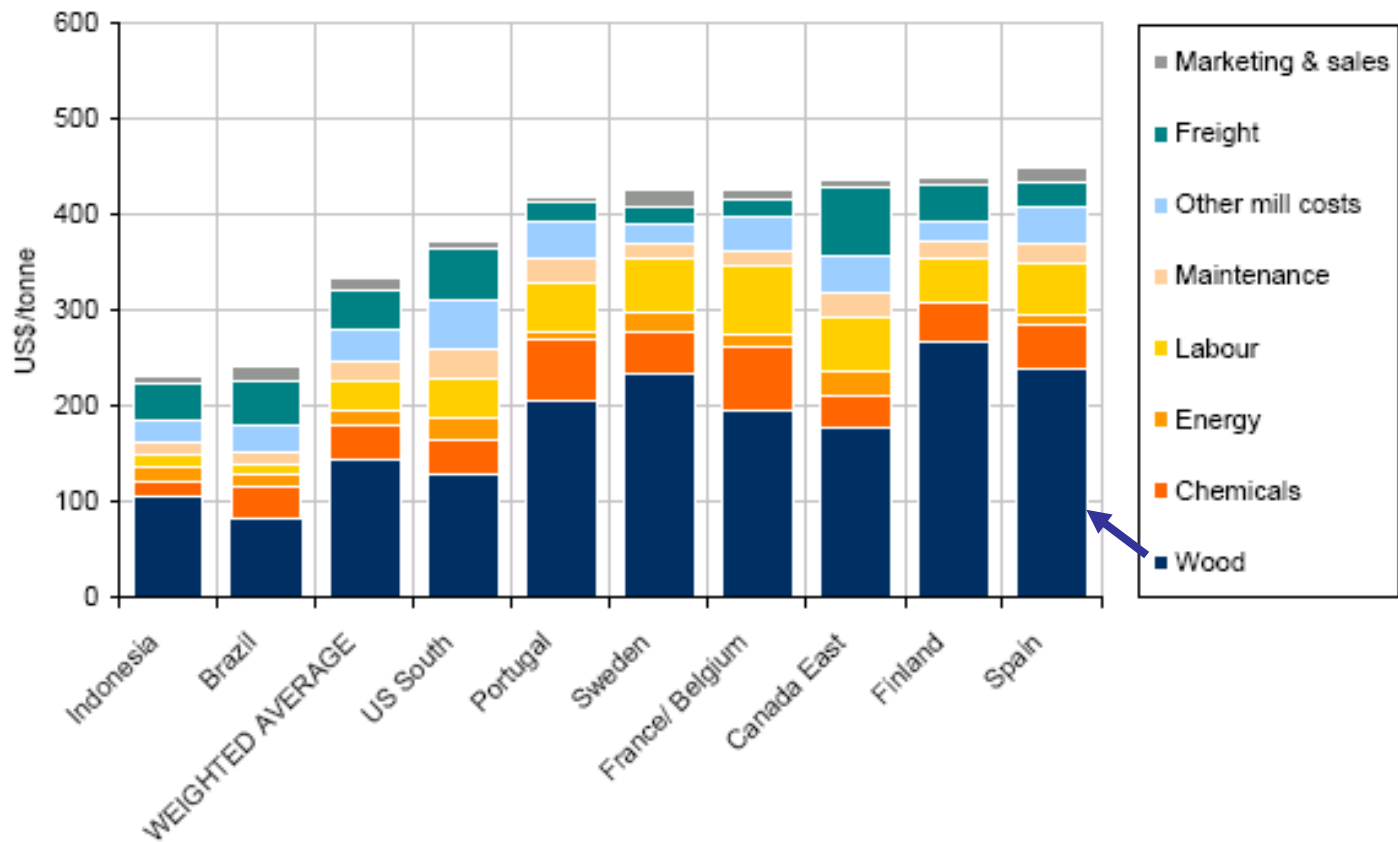
País	US\$*
Brasil	18
Chile	32
Canadá, Quebec	25
EUA, Sul	30
Escandinávia	42
Península Ibérica	55
Indonésia	22

* Metro cúbico sólido com casca

Fonte: Jaako Poyry Tecnologia

Custo Celulose (produção, transporte) - 2005

Figure 14: BHKP production and delivery costs, Q1 2005 estimated



Source: Hawkins Wright

Aspectos Florestais Atuais e Futuros

- **Últimos 25 anos EUA empresas desfizeram 50% ativos florestais**
- **Na Europa produção de celulose não tem aumentado**
- **Empresas da hemisfério norte migrando para o Brasil**

**A Competitividade das Florestas de
Eucalyptus é um Fator Preponderante
no Êxito do Setor de Celulose no Brasil**

!!!!

Celulose Brasileira de *Eucalyptus*

Fatores de Sucesso:

- A floresta de *Eucalyptus*
- **A indústria de Celulose**
- A madeira de *Eucalyptus*

A Indústria Nacional de Celulose

- **Unidades modernas de últimas tecnologias**
- **Pessoal competente**
- **Investimentos em treinamento e formação**
 - **treinamento Lato Sensu (UFV): 597 alunos 2001-2006**

Celulose Brasileira de *Eucalyptus*

Fatores de Sucesso:

- A floresta de *Eucalyptus*
- A indústria de Celulose
- **A Qualidade da Madeira de *Eucalyptus***

Qualidade da Madeira de *Eucalyptus*

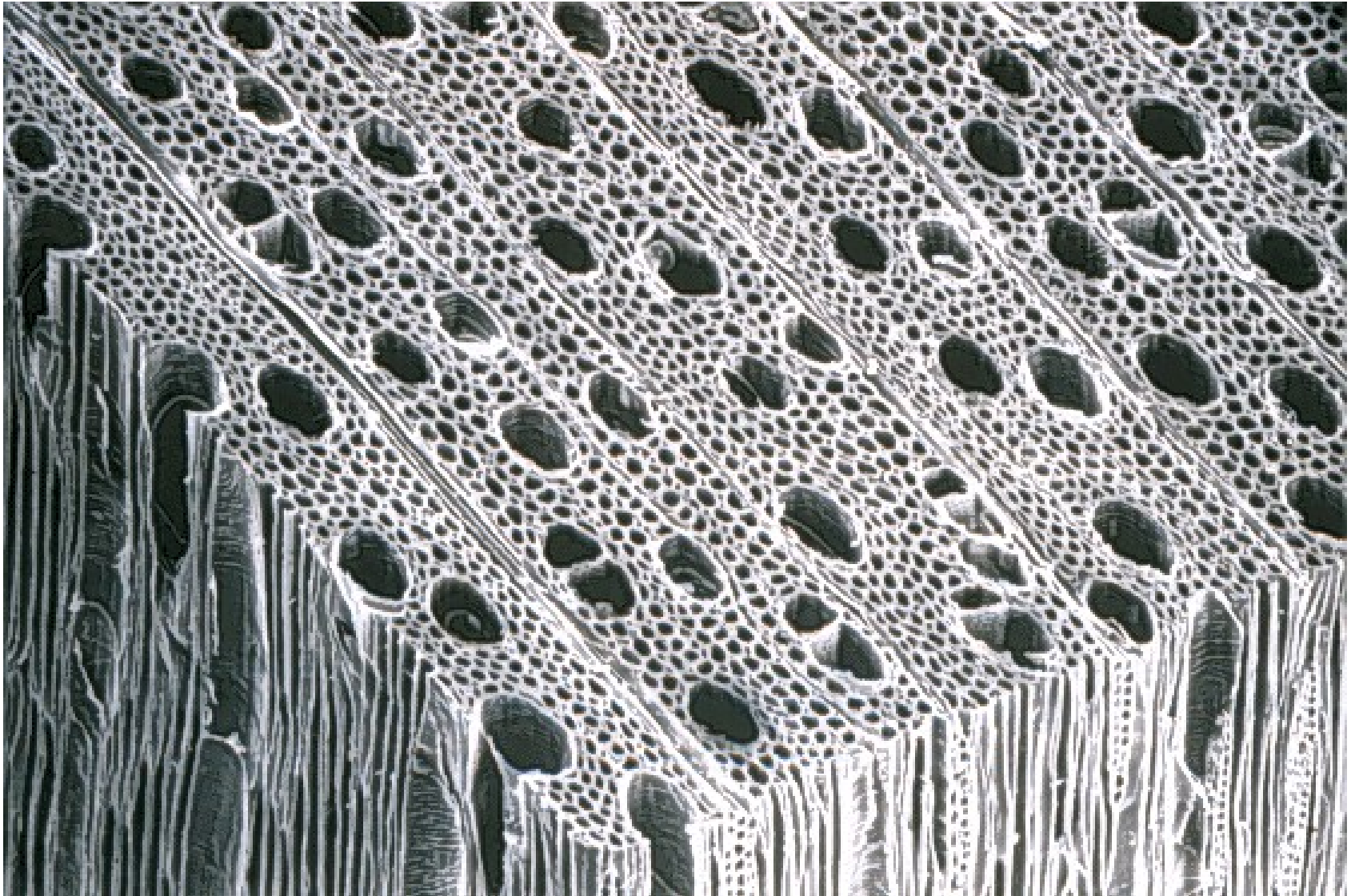
Toras de Eucalyptus para Celulose



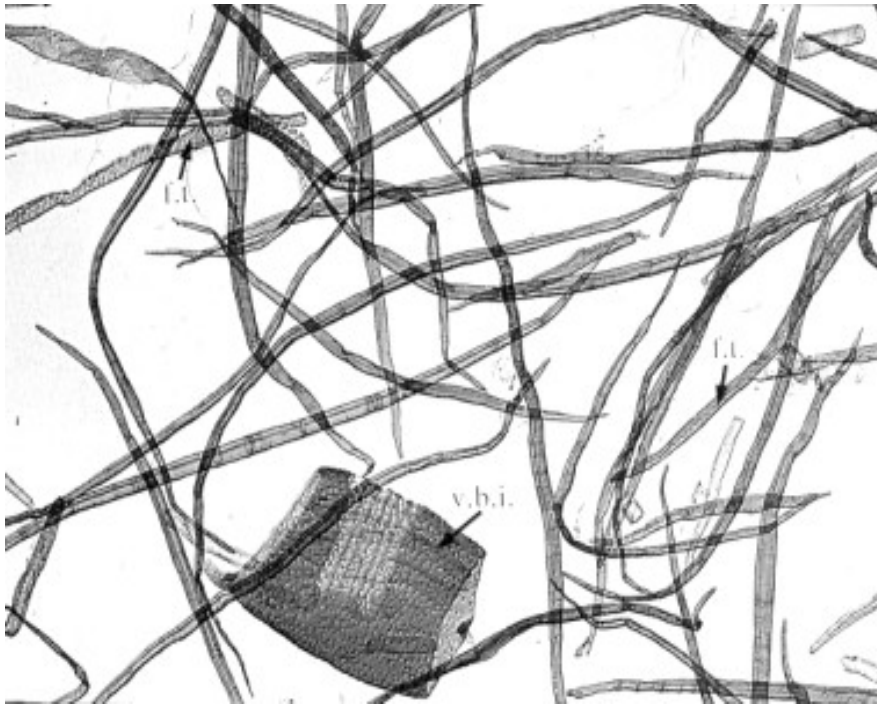
Qualidade da Madeira

- **Estrutura Anatômica**
- **Constituição Química**

Microfotografia de Modelo de Estrutura Anatômica de Madeira de Folhosa



Fibras e Vasos de Eucalyptus



Composição Volumétrica de Folhasas

Espécies	Vasos%	Fibras %	Raios %	Parênquima %
E. viminalis	7-11	51-77		14-42
E. grandis	9-21	52-72	6-14	6-23
E. camaldulensis	11-19	39-62		24-49

Características Vasos de Eucalyptus

Espécies	Frequencia Vasos* (poros/mm²)	Diâmetro* Tangencial (µm)
<i>E. citriodora</i>	12(4-31)	120(53-172)
<i>E. grandis</i>	13(7-24)	127(59-216)
<i>E. tereticornis</i>	18(8-36)	106(57-181)
<i>E. cloeziana</i>	34(25-43)	83(31-131)
<i>E. urophylla</i>	17(10-24)	117(47-172)
<i>E. paniculata</i>	15(7-28)	102(41-141)
<i>E. pilularis</i>	20(11-33)	93(41-153)

*Média(Mínimo-Máximo)

OLIVEIRA, 1997

Características Silviculturais Clones *Eucalyptus*

Clones	DAP, cm	Altura, m	IMA, m ³ /ha/ano
A	17,7	26,9	52,9
B	17,7	19,6	46,0
C	20,5	27,8	47,0
D	20,8	31,2	45,4
E	21,4	21,2	33,9
F	17,0	23,0	40,0
G	17,3	24,8	43,9
H	15,6	21,3	39,5
I	18,1	29,0	46,1
J	22,3	28,5	50,0
Variação	15,6-22,3	19,6-31,2	33,9-52,9

Características Dimensionais Fibras

Clones	Comp. mm	Larg. µm	Lúmem µm	Parede µm	# Fibras/g 10 ⁶	Coarseness mg/100m
A	0,98	17,9	8,1	4,9	19,8	6,9
B	1,00	18,0	8,5	4,7	19,6	6,6
C	1,05	17,6	8,4	4,6	20,5	6,3
D	1,07	18,6	9,0	4,8	20,3	6,3
E	0,96	18,8	8,8	5,0	20,7	6,6
F	1,02	17,3	7,5	4,9	21,3	6,0
G	0,98	18,2	8,4	4,9	25,3	5,8
H	0,95	17,7	8,0	4,8	27,7	5,1
I	0,96	19,2	8,9	5,2	16,3	8,3
J	0,97	18,3	8,4	5,0	19,7	7,0
Variação	0,95-1,07	17,3-19,2	7,5-9,0	4,6-5,2	16,3-27,7	5,1-8,3

Densidade básica – Composição Química

Clones	Densidade Kg/m ³	Alc/Tol %	DCM %	Lignina,%		
				Insolúvel	Solúvel	Total
A	510	4,13	0,18	27,0	3,5	30,5
B	465	1,76	0,10	22,4	5,1	27,5
C	482	2,88	0,14	27,1	3,5	30,6
D	472	1,99	0,06	24,9	3,3	28,2
E	486	3,37	0,20	26,4	3,7	30,1
F	505	2,12	0,40	24,2	3,3	27,5
G	503	3,54	0,50	24,8	4,4	29,2
H	482	3,30	0,38	28,6	3,1	31,7
I	490	3,52	0,40	24,2	3,6	27,8
J	501	3,45	0,13	26,0	3,9	29,9
Variação	465-510	1,76-4,13	0,06-0,50	22,4-28,6	3,1-5,1	27,5-31,7

Polpação Kraft dos Clones de *Eucalyptus*

Clones	AE, %	Rend. Depurado,%	Viscosidade, cP	AcHex mmol/Kg
A	18,5	50,2	59,1	54,0
B	13,7	57,6	129,6	34,7
C	16,0	53,4	76,1	44,9
D	15,5	55,4	80,8	50,7
E	17,5	50,8	71,7	57,9
F	15,0	54,5	99,9	51,7
G	15,5	52,3	108,0	43,1
H	19,0	49,3	60,4	54,5
I	15,8	54,3	98,7	46,6
J	17,0	51,1	71,8	48,5
Variação	13,7-19,0	49,3-57,6	59,1-129,6	34,7-57,9

Importância da Qualidade da Madeira

Uma Demonstração Simples - Economia de Madeira

(Fábrica de 1.000 ton/dia):

Rendimento: 51,6 e 44,0% ($\Delta=7,6\%$)

$\Delta=76$ ton madeira/dia

\$90/ton madeira

\$30.150/dia

\$10,55 milhões/ano

Importância da Qualidade da Madeira

Uma Demonstração Simples - Aumento de Produção

(Fábrica de 1.000 ton/dia):

Rendimento: 51,6 e 44,0% ($\Delta=7,6\%$)

$\Delta=335$ ton celulose/dia

\$600/ton

\$38.000/dia

\$13,3 milhões/ano

?

?

?

Qualidade da Madeira

?

?

?

Densidade Básica da Madeira

Relação da Densidade Básica com o Processo de Polpação

➤ Informações contraditórias:

- A densidade básica da madeira não se relaciona com o rendimento gravimétrico da polpação.
- Aumento da densidade básica prejudica o rendimento.

Rendimento vs Características Madeira

Estudo 106 clones Eucalyptus

Db \Rightarrow 367-555 Kg/m³ (474 média)

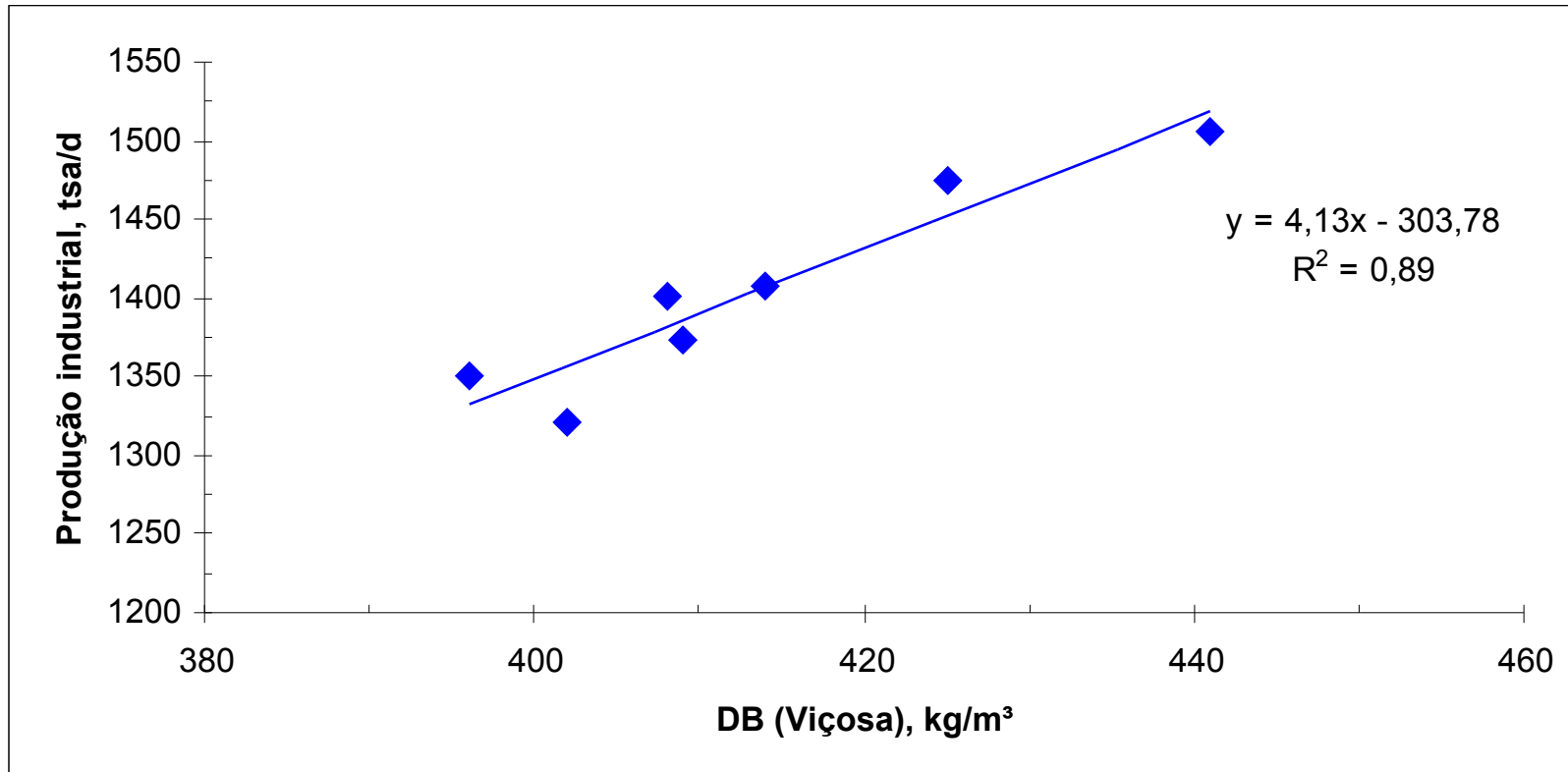
$$\text{Rendimento, \%} = 71,3 - 0,95AA - 0,28Lig + 0,005Db - 0,53Ext$$

Gomide - 2007

Supondo: AA=17%, Ext=2%, Lig=28%, Db=470Kg/m³

$$\text{Rendimento, \%} = 71,3 - \underset{AA}{16,15} - \underset{Lig}{7,84} + \underset{Db}{2,35} - \underset{Ext}{1,06}$$

Impacto da Densidade Básica na Produção Industrial



$Db=400\text{Kg/m}^3 \Rightarrow 1.348 \text{ Tsa/d}$

$Db=440 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow 1.513 \text{ Tsa/d}$

$\Delta=165 \text{ Tsa/d} \Rightarrow \$600/\text{Ton} \Rightarrow \$99.000/\text{dia}$

Informações Adicionais

GOMIDE, J.L. e COLODETTE, J.L. – Qualidade da madeira. In: Borém, A. Ed. Biotecnologia Florestal. Editora UFV, 2007.

GOMIDE, J.L et al. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. Revista *Árvore* 29(1):129-137. 2005.

**Muito Obrigado
pela Atenção !**