

# *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

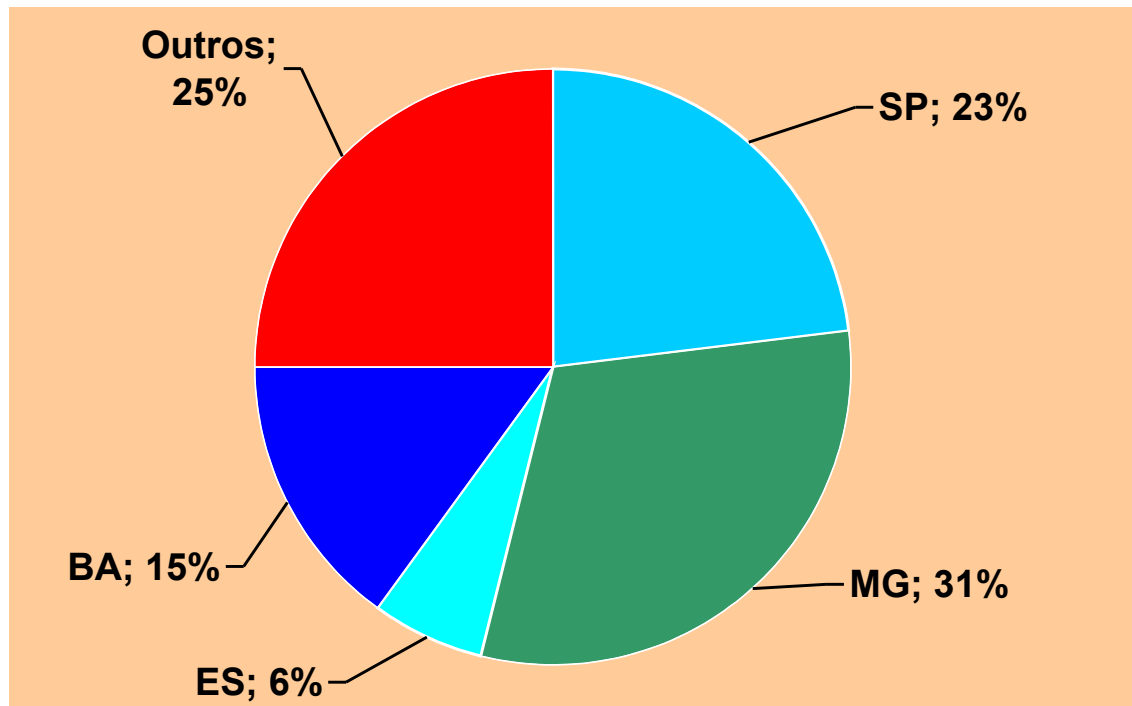
- Abundância de luz solar
- Temperatura favorável ao crescimento das árvores
- Precipitação pluviométrica alta e distribuída no ano
- Área disponível para plantio
- Mão-de-obra disponível e de menor custo
- Alto nível tecnológico da silvicultura nacional
- **A maior produtividade mundial**

# As Florestas de *Eucalyptus* no Brasil

- Rápido crescimento: 5-7 anos (Escandinávia: 30-60 anos)
- A maior produtividade mundial: Clone com 60 m<sup>3</sup>/ha/ano  
Escandinávia: 3-5 m<sup>3</sup>/ha/ano)
- Excepcional evolução → em 40 anos: 15 para 60m<sup>3</sup>/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



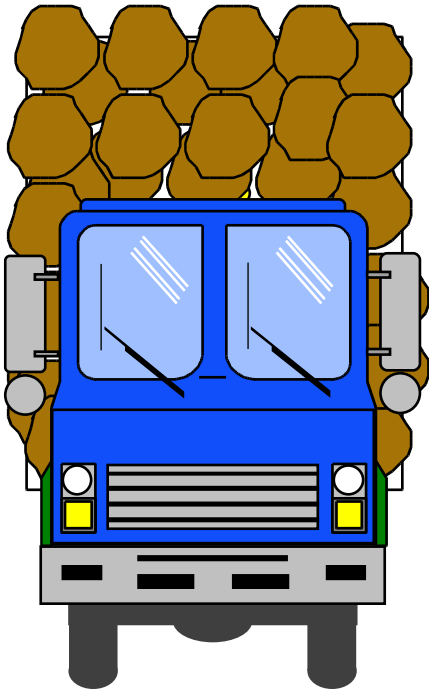
# Floresta Clonal de *Eucalyptus*





# 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)

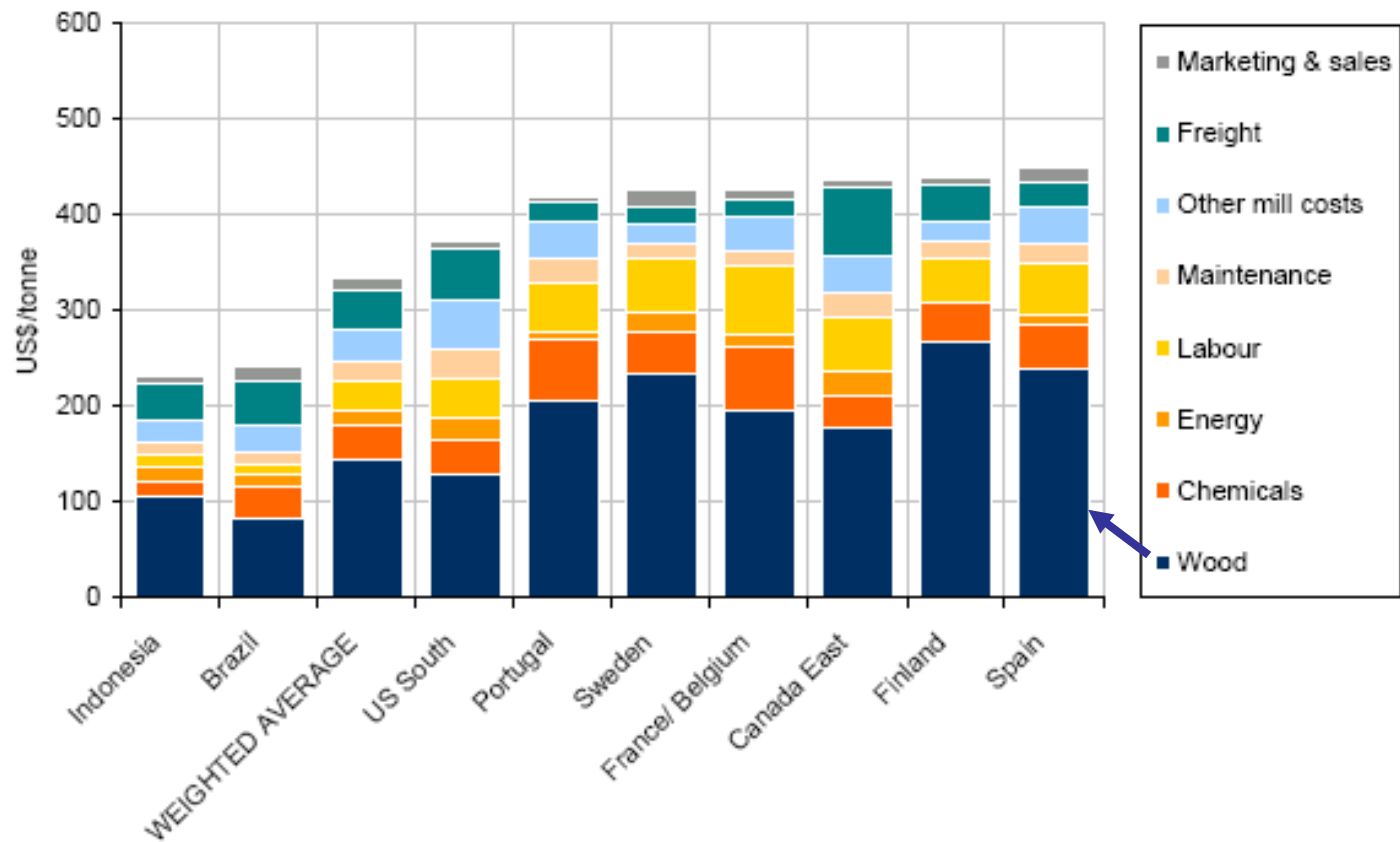
País	US\$*
Brasil	18
Chile	32
Canadá, Quebec	25
EUA, Sul	30
Escandinávia	42
Península Ibérica	55
Indonésia	22

\* 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

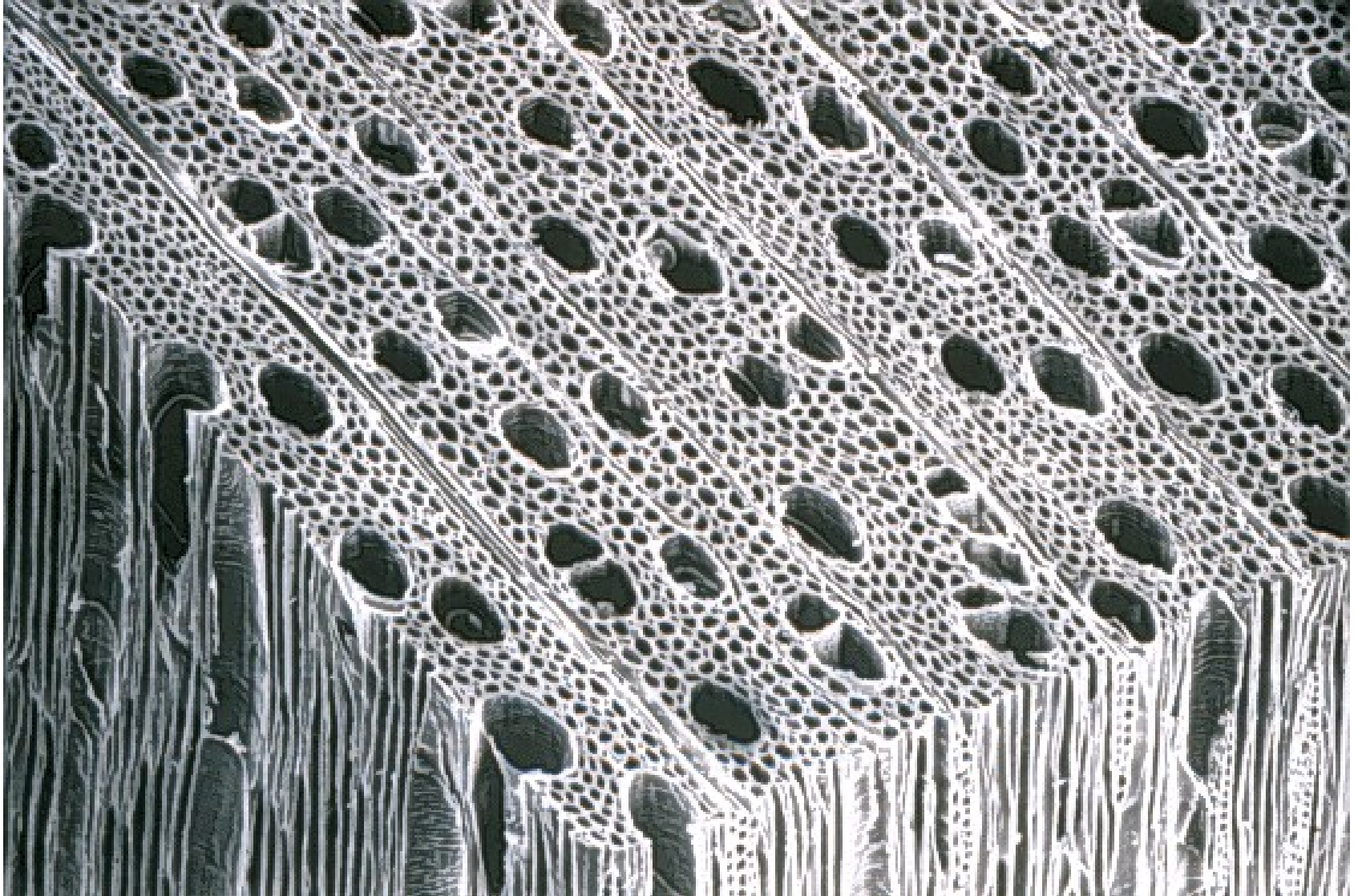


# Qualidade da Madeira

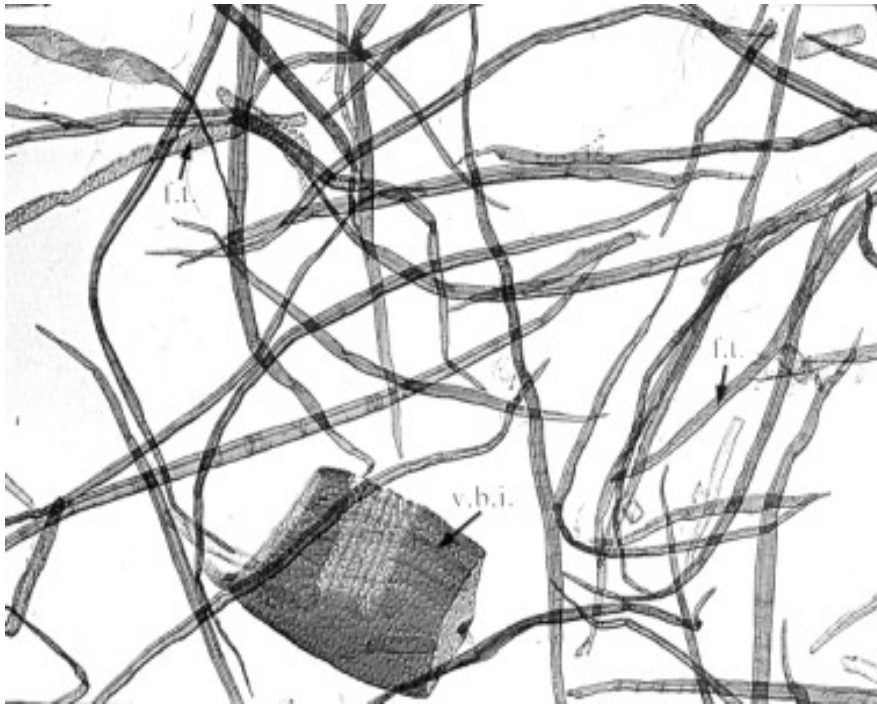
- **Estrutura Anatômica**
- **Constituição Química**

# Microfotografia de Modelo de Estrutura Anatômica de Madeira de Folhosa

---



# Fibras e Vasos de Eucalyptus



# Composição Volumétrica de Folhasas

---

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

# Características Vasos de Eucalyptus

<b>Espécies</b>	<b>Frequencia Vasos* (poros/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diâmetro* Tangencial (µm)</b>
<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 <sup>3</sup> /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
<b>Variação</b>	<b>15,6-22,3</b>	<b>19,6-31,2</b>	<b>33,9-52,9</b>



# Características Dimensionais Fibras

Clones	Comp. mm	Larg. µm	Lúmem µm	Parede µm	# Fibras/g 10 <sup>6</sup>	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
<b>Variação</b>	<b>0,95-1,07</b>	<b>17,3-19,2</b>	<b>7,5-9,0</b>	<b>4,6-5,2</b>	<b>16,3-27,7</b>	<b>5,1-8,3</b>

# Densidade básica – Composição Química

Clones	Densidade Kg/m <sup>3</sup>	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
<b>Variação</b>	<b>465-510</b>	<b>1,76-4,13</b>	<b>0,06-0,50</b>	<b>22,4-28,6</b>	<b>3,1-5,1</b>	<b>27,5-31,7</b>

# 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/m<sup>3</sup> (474 média)

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

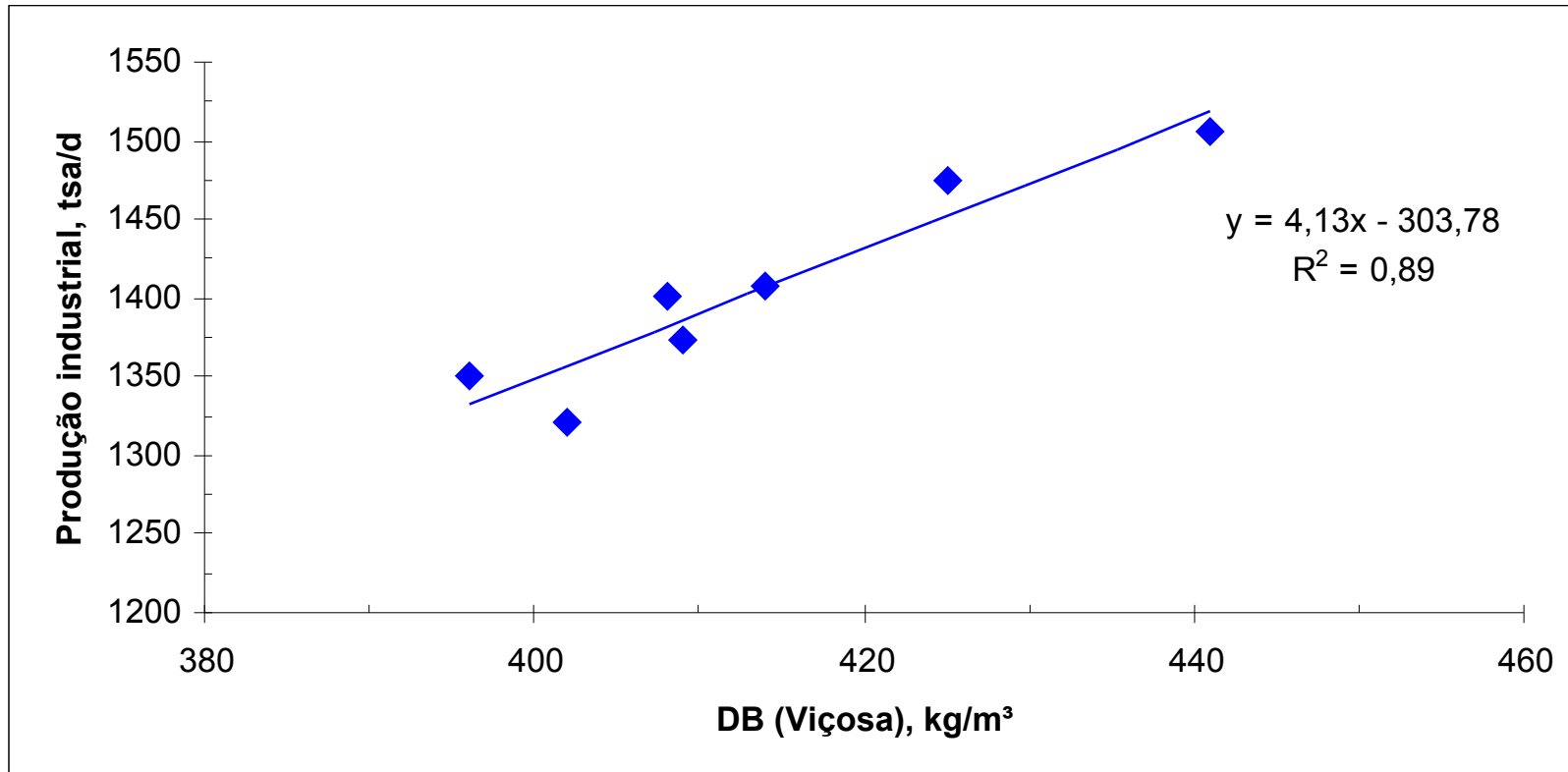
Gomide - 2007

---

Supondo: AA=17%, Ext=2%, Lig=28%, Db=470Kg/m<sup>3</sup>

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

# 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 !**