

# CLASSIFICAÇÃO DE ÁRVORES DE EUCALIPTO PARA POSTES EM SISTEMA AGROFLORESTAL<sup>1</sup>

Daniel de Paula Silveira<sup>2</sup>, Helio Garcia Leite<sup>3</sup>, Vicente de Paula Silveira<sup>4</sup> e Raul Cesar Nogueira Melido<sup>4</sup>

**RESUMO** – Foram construídas tabelas de dupla entrada para quantificação de postes de eucalipto em sistema agroflorestal (SAF), seguindo-se as normas Light, ABPM-E86 e CEMIG-ABNT. Além de permitir definição do melhor tipo de poste com base no seu comprimento máximo, ainda com a árvore em pé, as tabelas construídas podem ser empregadas em inventários de postes de eucalipto. Para a construção das tabelas foram utilizados dados de 114 árvores-amostra de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. abatidas e cubadas em um sistema agroflorestal, em que os diâmetros e as alturas variavam de 17 a 43 cm e de 19 a 39 m, respectivamente.

Palavras-chave: Postes de eucalipto, Sistema agroflorestal e Afilamento.

## CLASSIFICATION OF EUCALYPTUS TREES FOR POLES IN AGROFORESTRY SYSTEM

**ABSTRACT** – Double entered tables for eucalypt poles quantification were constructed in an agroforestry system (AFS), according to the Light, ABPM-E86 and CEMIG ABNT standards. In addition to estimate the best wood pole type based on maximum length, without cutting the tree, the constructed tables can be used in the eucalypt wood poles in forest inventory. To construct the tables, it was used data came from 114 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. sample-trees cut and scaled in an agroforestry system, with diameters and heights varying from 17 to 43 cm and from 19 and 39 m, respectively.

Keywords: Agroforestry system, Eucalyptus wood pole and Taper.

### 1. INTRODUÇÃO

O investimento em redes aéreas de distribuição de energia, na maioria das concessionárias brasileiras, é equivalente, ou maior, do que o realizado em subestações e em usinas de geração. De todos os materiais usados nessas redes, os postes, os transformadores, os isoladores, chaves, pára-raios e condutores, os postes representam por volta de 15% do investimento total (BENTO, 2002).

A demanda anual por postes para distribuição de energia elétrica é considerável. Dados recentes da ANEEL (2008) (Agência Nacional de Energia Elétrica) indicam que, do ano de 1998 até 2007, houve um acréscimo de

24.127,5 km de linhas de transmissão no Sistema Interligado Nacional (SIN). A projeção para o período de 2008 a 2009 é de 7.621,4 km. Como consequência, a demanda anual por postes tem aumentado em algumas regiões. Esses postes podem ser de concreto ou de madeira.

Florestas manejadas para produção de postes de madeira são importantes por fixar gás carbônico. Além disso, são renováveis e tem menor custo de produção (cerca de 1.056,0 kcal para fabricação de poste de eucalipto contra 550.000,0 kcal para fabricação do poste de concreto). Os postes de madeira são quase seis vezes mais isolantes elétricos e pesam cerca de 60% menos do que o concreto, reduzindo os riscos de acidentes e desligamentos por fugas ou descargas elétricas

<sup>1</sup> Recebido em 04.12.2008 e aceito para publicação em 20.04.2011.

<sup>2</sup> Graduação em andamento em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <daniel.silveira@ufv.br>.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <hglete@gmail.com>.

<sup>4</sup> Siderurgica Barra Mansa S/A, SBM, Brasil.



e, também, o custo de transporte. Em razão de sua elevada elasticidade, os postes de madeira também apresentam maior resistência aos choques mecânicos, quando comparados a outros tipos de postes (REMADE, 2003)

O preço de um poste de madeira de 11 m (400 kg) é cerca de 60% do valor de um poste de concreto de mesmo tamanho, e o custo de implantação de um poste de madeira é em torno de 55% do valor do poste de concreto (ABPM, 2005). Esse e outros tipos de postes podem ser obtidos em povoamentos de eucalipto, em monocultura ou sob sistemas agroflorestais.

A existência de diferentes tipos de postes é consequência da existência de diferentes tabelas, como ABNT e Light. Tabelas de postes de eucalipto foram apresentadas em 1986 no Sexto Congresso Florestal Brasileiro e publicadas por Campos et al. (1991). As tabelas foram construídas por esses autores, com dados de *Eucalyptus grandis* de povoamentos localizados no Sul da Bahia, seguiram duas normas de classificação (ABNT e Light). Para construção das tabelas, eles utilizaram o modelo de Demaerschalk (1972).

MacDicken e Vergara (1990) e Young (1994) denominaram sistemas agroflorestais (SAFs), genericamente, os sistemas produtivos que incluem árvores em consórcio e, ou, associação com culturas agrícolas e, ou, com criação de animais (VIEIRA et al., 2003).

Considerando que árvores de eucalipto oriundas de sistemas agroflorestais (SAF) têm sido utilizadas para postes no Estado de Minas Gerais e a existência de uma terceira tabela de classificação de postes, da Central de Energia Elétrica de Minas Gerais – CEMIG, foi conduzido este estudo, com o seguinte objetivo: construir e avaliar a precisão de tabelas de classificação de postes de eucalipto em SAF, em função da altura da árvore e do diâmetro a 1,30 m, de acordo com três normas diferentes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

Os dados para este estudo foram obtidos em talhões de *Eucalyptus camaldulensis*, situados na Fazenda Riacho, pertencente à empresa Votorantim Siderurgia, Unidade Florestal. A fazenda está localizada no Município de Paracatu, MG, com latitude é 17°36'09" Sul e longitude 46°42'02" Oeste de Greenwich, numa altitude de 550 m. Segundo a classificação climática de Köppen, a região

é do tipo Aw, clima tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso (ANTUNES, 1986). A temperatura média anual é de 24 °C e precipitação média anual de 1.250 mm.

### 2.2. Dados e análises

Cento e quatorze árvores-amostra, com diâmetro a 1,3 m de altura (*dap*) variando de 19 a 43 cm e altura total entre 19 e 39 m, foram selecionadas para abate e cubagem. Os diâmetros com e sem casca foram medidos em seções de 1,0 m até um diâmetro comercial de cerca de 4 cm.

As árvores foram classificadas em classes de 2,0 cm de *dap* e agrupadas casualmente em dois grupos, sendo um de 84 árvores (Tabela 1), utilizado no ajustamento do modelo de *afilamento* e modelo de altura, e outro de 30 árvores, empregado na validação das equações estimadas.

Para garantir a interpretação dos objetivos e resultados deste estudo, julgou-se necessário reproduzir as características dos postes por classe ou tipo, de acordo com os padrões Light, ABPM-E86 e CEMIG (Tabelas 2, 3 e 4).

O modelo de regressão utilizado para estimar a altura total das árvores em função do diâmetro, a 1,3 m de altura (*dap*), foi o modelo logístico, sendo:

$$H = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 e^{-\beta_2 dap}} + \varepsilon \quad (1)$$

em que:

$H$  = altura total da árvore, em m;

$dap$  = diâmetro com casca na altura 1,30 m, em cm; e

$\varepsilon$  = erro aleatório.

O modelo de regressão utilizado para representação do perfil do tronco das árvores foi proposto por Garay (1979), sendo:

$$d = dap\beta_0 \left( 1 + \beta_1 \ln \left( 1 - \beta_2 h^{\beta_3} H^{-\beta_3} \right) \right) + \varepsilon \quad (2)$$

em que:

$d$  = diâmetro sem casca, em cm, à altura determinada do tronco;

$dap$  = diâmetro com casca na altura 1,30 m, em cm;

$h$  = distância do nível do chão até o diâmetro  $d$ , em m;

$H$  = altura total da árvore, em m; e

$\varepsilon$  = erro aleatório.

**Tabela 1** – Distribuição de frequência das árvores-amostra utilizadas no ajustamento da equação de afilamento e altura total.  
**Table 1** – Distribution of frequency of the tree-samples used in the adjustment of taper and total height equation.

Classes de altura(m)	Classes de diâmetro (cm)														Total
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	
19	1	3	2												6
21	2	1		2											5
23	3	2	1												6
25			3	3	1										7
27				1	3	2		1	1						8
29					2	3		1							6
31						1	4		2		1	1	1		10
33							2	1	1	2	1	2	1	3	13
35								2	1	2	2	1	2		10
37								1	1	2	2	2	2	2	12
39														1	1
Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	84

**Tabela 2** – Características de postes de eucalipto segundo o padrão de classificação Light.

**Table 2** – *Eucalyptus pole characteristics according to Light classification standard.*

Comprimento total	Classe ou tipo	Carga nominal a 45 cm do topo	Distância da linha de afloramento da base	Comprimento útil	Circunferências		Diâmetro	
					Mínima a 1,8 m da base	Mínima no topo do poste	Mínimo a 1,8 m da base	Mínimo no topo do poste
m		kg	m	m	cm			
7	Leve	230	1,4	5,6	54	43	17,2	13,7
8	Leve	230	1,4	6,6	58	44	18,5	14
9	Leve	230	1,7	7,3	61	45	19,4	14,3
9	Médio	360	1,7	7,3	70	54	22	17,2
9	Pesado	590	1,7	7,3	83	67	26,4	21,3
10	Leve	230	1,8	8,2	64	46	20,4	14
10	Médio	360	1,8	8,2	74	56	23,6	17,8
10	Pesado	590	1,8	8,2	86	68	27,4	24,6
11	Leve	230	1,8	9,2	67	47	21,3	15
11	Médio	360	1,8	9,2	77	57	24,5	15,1
11	Pesado	590	1,8	9,2	90	70	28,6	22,3
12	Leve	230	1,9	10,1	70	48	22,3	15,3
12	Médio	360	1,9	10,1	80	58	25,4	18,5
12	Pesado	590	1,9	10,1	93	71	29,6	22,6
13	Médio	270	1,9	11,1	76	51	24,2	16,2
13	Pesado	450	1,9	11,1	89	64	28,3	20,4
14	Médio	270	2	12	79	52	25,2	16,5
14	Pesado	450	2	12	92	65	29,3	20,9
15	Médio	270	2	13	81	52	25,8	16,5
15	Pesado	450	2	13	93	64	29,6	20,4
16	Médio	270	2	14	84	53	26,7	16,9
16	Pesado	450	2	14	98	67	31,2	21,3
17	Médio	270	2	15	88	55	28	17,5
17	Pesado	450	2	15	102	69	32,4	22
18	Médio	270	2	16	90	55	28,6	17,5
18	Pesado	450	2	16	104	69	33,1	22

**Tabela 3** – Características de postes de eucalipto segundo o padrão de classificação ABPM-E86.  
**Table 3** – *Eucalyptus pole characteristics according to ABPM-E86 classification standard.*

Comprimento total	Classe ou tipo	Carga nominal a 45 cm do topo	Distância da linha de afloramento da base	Comprimento útil	Circunferências		Diâmetro	
					Mínima a 1,8 m da base	Mínima no topo do poste	Mínimo a 1,8 m da base	Mínimo no topo do poste
m		kg		m	cm		cm	
7	E.Leve	150	1,3	5,4	48	28-37	14,2	8,9
7	Leve	250	1,3	5,4	53	36-45	17	11,5
7	Médio	400	1,3	5,4	62	45-54	19,8	14,5
7	Pesado	600	1,3	5,4	71	54-63	22,7	17,3
8	E.Leve	150	1,4	6,3	48	28-39	15,2	8,9
8	Leve	250	1,4	6,3	56	36-47	17,8	11,5
8	Médio	400	1,4	6,3	66	46-56	20,9	14,6
8	Pesado	600	1,4	6,3	75	55-66	23,9	17,6
9	E.Leve	150	1,5	7,2	51	28-40	16,1	8,9
9	Leve	250	1,5	7,2	59	36-48	18,7	11,5
9	Médio	400	1,5	7,2	68	46-57	21,8	14,6
9	Pesado	600	1,5	7,2	78	56-69	24,9	17,7
10	E.Leve	150	1,6	8,1	54	28-42	17	8,9
10	Leve	250	1,6	8,1	62	36-50	19,6	11,5
10	Médio	400	1,6	8,1	71	46-59	22,7	14,5
10	Pesado	600	1,6	8,1	81	56-70	25,9	17,7
11	E.Leve	150	1,7	9	56	28-43	17,9	8,9
11	Leve	250	1,7	9	64	36-51	20,5	11,5
11	Médio	400	1,7	9	74	46-61	23,6	14,6
11	Pesado	600	1,7	9	84	56-71	26,8	17,8
12	E.Leve	250	1,8	9,9	67	36-53	21,4	11,5
12	Leve	400	1,8	9,9	77	46-62	24,5	14,6
12	Médio	600	1,8	9,9	87	56-73	27,8	17,9
12	Pesado	800	1,8	9,9	96	65-81	30,5	20,6
13	Leve	250	1,9	10,8	70	36-54	22,3	11,5
13	Médio	400	1,9	10,8	80	46-64	25,4	14,6
13	Pesado	600	1,9	10,8	90	56-74	28,7	17,9
13	E.Pesado	800	1,9	10,8	99	65-83	31,4	20,6
14	Leve	250	2	11,7	73	36-56	23,2	11,5
14	Médio	400	2	11,7	83	46-55	26,3	14,6
14	Pesado	600	2	11,7	93	56-76	29,6	17,9
14	E.Pesado	800	2	11,7	101	65-84	32,3	20,6
15	Médio	400	2,1	12,6	85	46-67	27,2	14,6
15	Pesado	600	2,1	12,6	96	56-77	30,5	17,9
15	E.Pesado	800	2,1	12,6	104	65-86	33,2	20,6
16	Médio	400	2,2	13,5	88	46-68	28,1	14,6
16	Pesado	600	2,2	13,5	99	56-79	31,4	17,9
16	E.Pesado	800	2,2	13,5	107	65-87	34,1	20,6
17	Médio	400	2,3	14,4	91	46-70	29	14,6
17	Pesado	600	2,3	14,4	101	56-80	32,3	17,9
17	E.Pesado	800	2,3	14,4	110	65-89	35	20,6
18	Médio	400	2,4	15,3	94	46-71	29,9	14,6
18	Pesado	600	2,4	15,3	104	56-82	33,2	17,9
18	E.Pesado	800	2,4	15,2	113	65-90	35,9	20,6
19	Médio	400	2,5	16,2	97	46-73	30,8	14,6
19	Pesado	600	2,5	16,2	107	56-83	34,1	17,9
19	E.Pesado	800	2,5	16,2	116	65-92	36,8	20,6
20	Médio	400	2,6	17,1	100	46-74	31,7	14,6
20	Pesado	600	2,6	17,1	110	56-85	35	17,9
20	E.Pesado	800	2,6	17,1	118	65-93	37,7	20,6

**Tabela 4** – Características de postes de eucalipto segundo o padrão de classificação CEMIG.  
**Table 4** – *Eucalyptus pole characteristics according to CEMIG classification standard.*

Comprimento total	Classe ou tipo	Resist. nominal Rn (daN)	Ponto de engastamento				Ponta-cm				
			Altura do pé	Circunferência		Diâmetro		Circunferência		Diâmetro	
				Mín.	Média	Mín.	Média	Mín.	Máxima	Mín.	Máxima
m		kg	m	cm							
9	Leve	150	1,50	58	58	18,5	18,5	35	51	11,1	16,2
10	Leve	150	1,60	62	62	19,7	19,7	36	52	11,5	16,6
	Médio	300		73	73	23,2	23,2	46	62	14,6	19,7
11	Pesado	600	1,70	82	82	26,1	26,1	56	72	17,8	22,9
	Médio	300		77	77	24,5	24,5	48	64	15,3	20,4
12	Pesado	600	1,80	85	85	27,1	27,1	56	72	17,8	22,9
	Médio	300		81	81	25,8	25,8	49	65	15,6	20,7
13	Pesado	600	1,90	89	89	28,3	28,3	57	73	18,1	23,2
	Médio	300		92	92	29,3	29,3	40	56	12,7	17,8
14	Pesado	600	2,00	100	100	31,8	31,8	48	64	15,3	20,4
	Médio	300		97	97	30,9	30,9	40	56	12,7	17,8
15	Pesado	600	2,10	105	105	33,4	33,4	49	65	15,6	20,7
	Médio	300		101	101	32,1	32,1	41	57	13,1	18,1
16	Pesado	600	2,20	110	110	35,0	35,0	50	65	15,9	20,7
	Médio	300		115	115	36,6	36,6	50	66	15,9	21,0
17	Pesado	600	2,30	118	118	37,6	37,6	51	66	16,2	21,0
18	Pesado	600	2,40	124	124	39,5	39,5	51	67	16,2	21,3
19	Pesado	600	2,50	129	129	41,1	41,1	52	68	16,6	21,6
20	Pesado	600	2,60	134	134	42,7	42,7	52	68	16,6	21,6

A decisão de empregar esse modelo foi decorrente de resultados obtidos em estudos anteriores, entre eles Leite et al. (2006), que avaliaram a qualidade do ajustamento desse modelo com base na correlação entre valores observados e valores estimados do diâmetro comercial (diâmetro ao longo do fuste).

A validação das regressões estimadas para determinar altura total das árvores e *afilamento* do fuste foi efetuada usando-se os dados das 30 árvores sorteadas. Em ambos os casos, a análise de resíduos foi realizada para verificar a exatidão das estimativas. Para avaliar o modelo 1, foram também estimados o coeficiente de correlação ( $\gamma_{\hat{d}d}$ ), o desvio-padrão amostral ( $s_{xy}$ ) e o coeficiente de variação (CV). Para avaliar a eficiência do procedimento de classificação de postes, foram estimados para a equação de *taper* o coeficiente de correlação ( $\gamma_{\hat{d}d}$ ), a média das diferenças absolutas (MDA), a média das diferenças percentuais (MDP), o erro de tendência (*bias*) e raiz quadrada do erro médio (RQEM), a 4 e 16 m da altura comercial, utilizando dados da amostra independente de 30 árvores. Essas estatísticas foram interpretadas em termos relativos, em comparação com estudos semelhantes e foram estimadas por:

$$Bias = n^{-1} \left( \sum_{i=1}^n \right) d_i - \sum_{i=1}^n \hat{d}_i$$

$$RQEM = 100 d^{-1} \sqrt{n^{-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \hat{d}_i)^2}$$

$$MDA = \left( n^{-1} \sum_{i=1}^n |d_i - \hat{d}_i| \right) e$$

$$MDP = n^{-1} \sum_{i=1}^n 100 \left( \frac{d_i - \hat{d}_i}{d_i} \right)$$

em que  $d_i$ ,  $\hat{d}_i$ ,  $\bar{d}$  = são, respectivamente, diâmetro observado, diâmetro estimado pelo modelo e média dos diâmetros observados.

A composição dos tipos de postes, cujas dimensões foram estimadas a partir da equação oriunda do ajuste do modelo 2, foi baseada no aproveitamento do máximo comprimento do fuste. Essa decisão de se basear no máximo comprimento foi para maximizar o aproveitamento da madeira da árvore. Para efeito dessa classificação de cada poste, foram construídas tabelas que proporcionaram o tipo de poste de maior comprimento, segundo as dimensões contidas nos três padrões de classificação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de afilamento e altura total ajustadas foram, respectivamente:

$$\hat{d} = dap(1,07830)(1 + 0,491766 \ln(1 - 0,871957)h^{0,400224} H^{-0,400224});$$

$$r_{\hat{d}} = 0,981 \quad (3)$$

$$\hat{H} = \frac{37,003626}{1 + 8,336552 e^{-0,126396dap}};$$

com  $r_{\hat{H}} = 0,897$ ,  $s_{yx} = 2,575$  m,  $cv = 8,627\%$  (4)

Os tipos de postes de maior altura obtidos para cada combinação de  $dap$  e  $H$  foram relacionados na Tabela 5.

A comparação dos resultados da Tabela 5 indica que as normas adotadas pela ABPM proporcionaram maior racionalidade na utilização do tronco, pois essas normas classificam também os postes de menores dimensões. Por exemplo, árvores de diâmetro 19,0 cm e altura total de 19,0 m resultam postes do tipo EL9, pela norma ABPM, e nenhum tipo, pelas normas Light e CEMIG.

As estimativas de MDA, MDP, bias e RQEM nas alturas comerciais de 4 e 16 m foram:  $MDA_4 = 1,1502$ ,  $MDA_{16} = 1,2831$ ,  $MDP_4 = 1,1406$ ,  $MDP_{16} = -0,8764$ ,  $bias_4 = -0,2699$ ,  $bias_{16} = 0,2557$ ,  $RQEM_4 = 7,4451$  e  $RQEM_{16} = 13,0837$ .

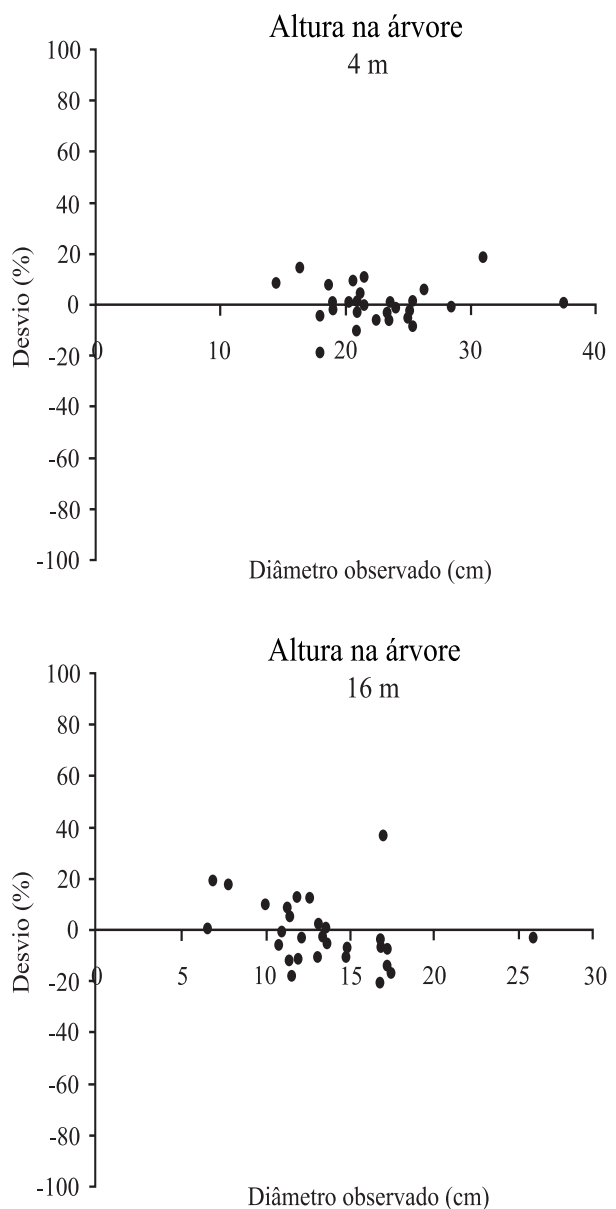
Comparando algumas dessas estimativas com resultados encontrados por Lima (1986), que analisou funções de *taper* em *Pinus elliottii* Engelm., verificou-se concordância entre as estimativas de ambos os trabalhos, indicando que a equação 3 estima diâmetros a diferentes alturas da árvore com precisão.

A equação 4 apresentou ajuste satisfatório, tendo como base as estimativas calculadas ( $r_{\hat{H}}$ ,  $s_{yx}$ ,  $CV$ ) e a análise de resíduo da amostra independente de 30 árvores.

Os gráficos de resíduo, em porcentagem, para as equações 3 e 4 utilizando dados da amostra independente de 30 árvores são apresentados, respectivamente, nas Figuras 1 e 2.

Somente um tipo de poste foi determinado para cada árvore, em vista da opção de máximo comprimento adotada, que implica obter o tipo de poste de maior comprimento possível em cada árvore. Contudo, a

metodologia apresentada permite estimar postes a partir de outro critério, o que poderia até resultar em mais de um poste por árvore.



**Figura 1** – Distribuição dos desvios percentuais entre os valores observados e recuperados pela equação 3 utilizando os dados das 30 árvores-amostra.

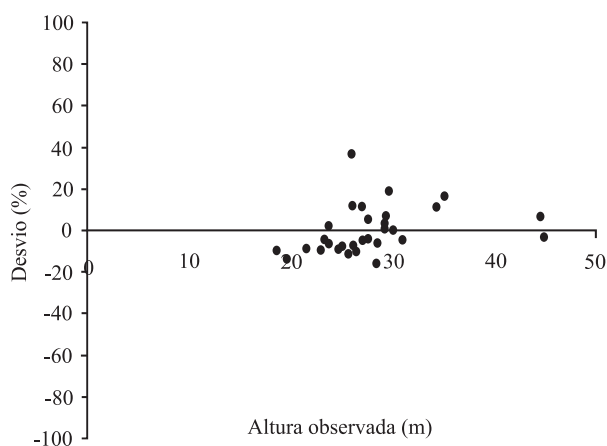
**Figure 1** – Distribution of percentage deviations between values observed and recovered by equation 3 using data from 30 sample-trees.

**Tabela 5** – Tipos de postes obtidos em árvores de eucalipto, em sistema agroflorestal, segundo o padrão ABPM, Light e CEMIG, e critério de classificação do máximo comprimento<sup>6</sup>.**Table 5** – Types of poles obtained from eucalyptus trees, in agroforestry system, according to standard ABPM, Light and CEMIG, and criterion of maximum length<sup>6</sup>.

Classificação	DAP (cm)		Altura total (m)															
	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41		
ABPM	17			EL7	<b>EL7</b>	<b>EL7</b>	<b>EL7</b>	EL7	EL7	EL7	EL8	EL8	EL8	EL8	EL8	EL8		
	19		EL7	EL8	EL8	<b>EL9</b>	<b>EL9</b>	<b>EL9</b>	EL9	EL9	EL10	EL10	EL10	EL10	EL10	EL10		
	21		EL7	EL8	EL10	<b>EL11</b>	<b>EL11</b>	<b>EL11</b>	<b>EL11</b>	EL11	EL11	EL11	EL11	EL11	EL11	EL11		
	23	EL7	EL8	EL9	EL10	EL11	<b>EL11</b>	<b>EL11</b>	<b>EL11</b>	<b>L11</b>	L11	L11	L11	L11	L11	L11		
	25	EL7	EL8	EL10	EL11	EL11	L11	EL12	<b>EL12</b>	<b>L13</b>	<b>L13</b>	L13	L13	L13	L13	L13		
	27	EL7	EL9	EL10	EL11	L11	EL12	L13	L14	<b>L14</b>	<b>L14</b>	<b>L14</b>	L14	L14	L14	L14		
	29	EL7	EL9	EL10	EL11	L11	L13	L14	L14	M13	M13	<b>M13</b>	<b>M14</b>	M14	M14	M14		
	31	EL8	EL9	EL11	L11	EL12	L13	L14	M13	<b>M14</b>	<b>M15</b>	<b>M15</b>	<b>M16</b>	<b>M16</b>	<b>M16</b>	M16		
	33	EL8	EL9	EL11	L11	EL12	L14	M13	M14	<b>M15</b>	<b>M16</b>	<b>M17</b>	<b>M18</b>	<b>M18</b>	M18	M18		
	35	EL8	EL10	EL11	L11	L13	L14	M13	M15	M16	M17	M18	<b>M19</b>	<b>M20</b>	<b>M20</b>	M20		
	37	EL8	EL10	EL11	EL12	L13	L14	M14	M15	M16	M18	<b>M19</b>	<b>M20</b>	<b>M20</b>	<b>M20</b>	M20		
	39	L8	EL10	L11	EL12	L14	L14	M15	M16	M17	M18	<b>M20</b>	<b>M20</b>	<b>M20</b>	<b>P20</b>	P20		
	41	L8	EL10	L11	EL12	L14	M14	M15	M16	M18	M19	<b>M20</b>	<b>M20</b>	<b>P20</b>	<b>P20</b>	P20		
	43	EL9	EL10	L11	L13	L14	M14	M15	M17	M18	M20	M20	<b>M20</b>	<b>P20</b>	<b>P20</b>	<b>EP20</b>		
	45	EL9	L10	L11	L13	L14	M14	M16	M17	M19	M20	M20	P20	P20	EP20	EP20		
Light	17																	
	19											L7	L7	L7	L7			
	21						<b>L7</b>	<b>L7</b>	L8	L8	L8	L8	L8	L8	L8			
	23					L7	<b>L7</b>	<b>L8</b>	<b>L8</b>	<b>L10</b>	L10	L10	L10	L10	L10			
	25				L7	L8	L8	L9	<b>L10</b>	<b>L10</b>	<b>L11</b>	L11	L12	L12	L12			
	27			L7	L8	L8	L10	L10	L10	<b>L11</b>	<b>L12</b>	<b>L12</b>	L12	M13	M13			
	29		L7	L7	L8	L10	L10	L11	L11	L12	L12	<b>M13</b>	<b>M13</b>	M14	M15			
	31		L7	L8	L9	L10	L11	L11	L12	<b>L12</b>	<b>M13</b>	<b>M14</b>	<b>M15</b>	<b>M15</b>	<b>M16</b>			
	33		L7	L8	L10	L10	L11	L12	L12	<b>M13</b>	<b>M14</b>	<b>M15</b>	<b>M16</b>	<b>M16</b>	<b>M17</b>			
	35		L8	L9	L10	L11	L12	L12	M13	M14	M15	M16	<b>M16</b>	<b>M17</b>	<b>M18</b>			
	37	L7	L8	L9	L10	L11	L12	M13	M14	M15	M16	<b>M16</b>	<b>M17</b>	<b>M18</b>	<b>M18</b>			
	39	L7	L8	L10	L10	L12	L12	M13	M14	M15	M16	<b>M17</b>	<b>M18</b>	<b>M18</b>	<b>M18</b>			
	41	L7	L8	L10	L11	L12	M13	M14	M15	M16	M17	<b>M18</b>	<b>M18</b>	<b>M18</b>	P18			
	43	L7	L9	L10	L11	L12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	<b>M18</b>	<b>M18</b>	<b>P18</b>			
	45	L7	L9	L10	L11	L12	M13	M15	M16	M17	M18	M18	M18	P18	P18			
CEMIG	17																	
	19																	
	21					<b>L9</b>	<b>L9</b>	<b>L9</b>	L9	L9	L9	L9	L9	L9	L9			
	23					L9	<b>L10</b>	<b>L10</b>	<b>L10</b>	<b>L10</b>	L10	L10	L10	L10	L10			
	25				L9	L10	L10	L10	<b>L10</b>	<b>L10</b>	<b>L10</b>	L10	L10		M10			
	27			L9	L10	L10	L10	M10	M10	<b>M10</b>	<b>M10</b>	M11	M11	M11	M11			
	29			L9	L10	L10	M10	M10	M11	M12	M12	<b>M12</b>	<b>M12</b>	M12	M12			
	31			L9	L10	M10	M10	M11	M12	<b>M12</b>	<b>M12</b>	<b>M12</b>	<b>M12</b>	<b>M12</b>	<b>P12</b>			
	33			L10	L10	M10	M11	M12	M12	<b>M13</b>	<b>P12</b>	<b>P12</b>	<b>P12</b>	<b>P12</b>	P12			
	35		L9	L10	M10	M11	M12	M12	P14	P14	P14	P14	<b>P14</b>	<b>P14</b>	P14			
	37		L9	L10	M10	M13	M14	M14	M15	M15	P14	<b>P14</b>	<b>P14</b>					
	39		L9	L10	M10	M13	M14	M15	M15	M15	P14							
	41		L9	M10	M11	M13	M14	M15	P15	P15	P15							
	43		L9	M10	P11	M13	M15	P15	P16	P16	P17	P17						
	45		L10	M10	P11	M14	M15	P15	P16	P17	P17	P18	P18					

<sup>6</sup> ELi, Li, Mi, Pi e EPI indicam postes tipos extraleve, leve, médio, pesado e extrapesado, respectivamente, com “i” metros de comprimento. Valores em negrito referem-se às dispersões das árvores-amostra.





**Figura 2** – Distribuição dos desvios percentuais entre os valores observados e recuperados pela equação 4 utilizando os dados das 30 árvores-amostra.

**Figure 2** – Distribution of percentage deviations between values observed and recovered by equation 4 using data from 30 sample-trees.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados, conclui-se que:

- A norma de classificação ABPM-E86 é mais eficiente do que as normas Light e CEMIG, no quesito melhor utilização da madeira.
- A utilização de modelos de afilamento (*taper*) para estimar diâmetros em diferentes alturas da árvore possibilita também quantificar mais de um tipo de poste por árvore.
- O método seguido neste estudo é indicado para realização de inventários florestais, com o objetivo de quantificação de tipos de postes de madeira, quaisquer que sejam as normas adotadas, independentemente do modelo de afilamento.

#### 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA - ABPM. **Boletim de Preservação. Boletim Eletrônico Semanal**, v.5, n.239, 2005. Disponível em: <<http://www.abpm.com.br/>>. Acesso em: 3 maio de 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Acompanhamento das Linhas de Transmissão**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=38>> Acesso em: 26 abr. de 2008.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. **Informe Agropecuário**, v.12, n. 138, p.9-13, 1986.

BENTO, F. R. et al. Estudo da durabilidade de postes de madeira preservados com CCA por meio do controle da retenção de As, Cu e Cr. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 15., 2002, Natal. **Anais...**Natal: 2002.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G.; SOUSA, R. N. Classificação de árvores de eucalipto para postes. **Boletim Técnico SIF**, p.10-19, 1991.

DEMAERSCHALK, J. P. Converting volume equations to compatible taper equations. **Forest Science**, v.18, n.3, p.241-245, 1972b.

GARAY, L. Tropical forest utilization system. VIII. A taper model for entire stem profile including buttressing. Seattle: **Institute of Forest Resources, College of Forest Resources, University of Washington** 1979. 64p. (Contrib. 36).

LEITE, H. G. et al. Função de afilamento para *Virola surinamensis* (Roll.) Warb. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.99-106, 2006.

LIMA, F. S. **Análise de Funções de "Taper" Destinadas à Avaliação de Multiprodutos de Árvores de *Pinus elliottii***. 1986. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 382p.

REMADE. Revista da Madeira. **A madeira de eucalipto para postes**. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=409&subject=Postes&title=A%20madeira%20de%20eucalipto%20para%20postes](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=409&subject=Postes&title=A%20madeira%20de%20eucalipto%20para%20postes)>. Acesso em : 25 abr. de 2008.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; SILVA, V. P. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.627-634, 2003.