

RELAÇÃO ENTRE A DEFORMAÇÃO RESIDUAL LONGITUDINAL E O ÍNDICE DE RACHADURA EM GENÓTIPOS DE EUCALYPTUS

Antônio Américo Cardoso Junior (acardoso@ufs.br) - Universidade Federal de Sergipe; **Paulo Fernando Trugilho** (trugulho@ufla.br) - UFLA; **Sebastião Carlos da Silva Rosado** (scrosado@ufla.br) - UFLA; **José Tarcísio Lima** (jtlima@ufla.br) - UFLA; **Adalberto Caldas de Oliveira** (betocaldas@zipmail.com.br) - UFLA

RESUMO: A busca de madeira de Eucalyptus com melhores características tornou-se uma exigência de mercado. Atualmente busca-se identificar indivíduos superiores tanto em relação aos aspectos silviculturais como aos da madeira. Nesse contexto, as tensões de crescimento, uma das causas da redução do rendimento durante o processamento da madeira, devem ser avaliadas. Assim, este trabalho teve como objetivo selecionar árvores-matrizes em função das características de crescimento, deformação residual longitudinal (DRL) e índices de rachaduras em pranchas. O experimento foi avaliado na Fazenda Bom Sucesso, localizada no município de Vazante, região noroeste do estado de Minas Gerais. Para a determinação da DRL foi utilizado o extensômetro do “CIRAD-Forêt – Growth Strain Gauge”. As árvores-matrizes forneceram duas toras basais de 4,5 m de comprimento. As toras foram desdobradas pelo método tangencial, obtendo-se pranchas com espessura de 4 cm. Os índices de rachaduras (IR) de cada extremidade da prancha foram medidos imediatamente após o desdobro. Pelos resultados, apenas a DRL, que apresentou o menor desvio padrão, teve relação significativa e positiva com os IR nas pranchas avaliadas. A DRL apresentou uma variação de 0,017 a 0,136 mm e o IR variou de 0,20% a 37,93%.
Palavras-chave: Matrizes de eucalipto, Clone, DRL, Índice de rachadura

RELATIONSHIP BETWEEN DEFORMATION AND THE LONGITUDINAL RESIDUAL STRAIN AND THE CRACK INDEX IN GENOTYPES OF EUCALYPTUS

ABSTRACT: The objective of this study was to select Eucalyptus plus trees as a function of the longitudinal residual strain (LRS) and the crack index (CI). The LRS was measured using an extensometer. Each plus trees originated two logs of 4.5 m long and were sawed thick by the tangential method to extract boards of 4 cm and the largest cracks of each extremity were measured. The best relations between the LRS and the CI occurred in the class of one standard deviation.
Keywords: growth stress, crack index, LRS

1. Introdução

Durante muito tempo, a seleção de árvores para um programa de melhoramento florestal, no Brasil, foi baseada em valores fenotípicos das características de crescimento, preocupando-se, basicamente, com a produção volumétrica (Trugilho, 1995). A evolução do melhoramento genético do *Eucalyptus* é indiscutível; porém, seus primórdios basearam-se nos fatores dendrométricos para maior produção de madeira por hectare de floresta plantada e no fator massa específica básica para homogeneização da qualidade na indústria de celulose e papel e na indústria energética (Lopes, 2003).

As estratégias atuais de melhoramento devem incluir inicialmente materiais genéticos com características satisfatórias à produção florestal e apresentar propriedades tecnológicas que satisfaçam o setor industrial (Caixeta, 2000). Entretanto, 50% do índice do índice de rachadura de topo explicam essas rachaduras; as variáveis que respondem pelos outros 50% devem ser buscadas, mas esse índice pode ser considerado uma propriedade muito importante e útil na seleção de árvores de *Eucalyptus* para uso em serraria (Lima *et al.*, 2001). Diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi selecionar árvores matrizes de eucalipto por meio da deformação residual longitudinal (DRL) e o índice de rachadura.

2. Material e Métodos

Selecionou-se 70 árvores matrizes considerando o seu desempenho silvicultural, com 19 anos em uma área de desbaste na Fazenda Bom Sucesso localizada no município de Paracatu, região noroeste do Estado de Minas Gerais, com localização de 17°36'09" de latitude Sul e 46°42'42" de longitude Oeste de Greenwich e a uma altitude de 550 metros. Um clima do tipo Aw, tropical úmido de savana, com um inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen, apresentando uma temperatura média anual de 24 °C e uma precipitação média anual de 1450 mm.

Foram mensurados a deformação residual longitudinal (DRL), a altura total (HT) e o diâmetro a 1,30 m (DAP) de cada árvore-matriz. A DRL foi medida pelo extensômetro do "CIRAD-Forêt – Growth Strain Gauge" na altura do DAP nos quatro pontos cardeais. Depois de mensuradas, as matrizes foram traçadas e separadas as duas primeiras toras de 4,5 m de cada árvore-matriz, as quais foram desdobradas pelo método tangencial em pranchas de 4 cm de espessura. Nas pranchas, foram medidos os comprimentos das maiores rachaduras em ambas as extremidades, para a determinação do índice de rachadura conforme a equação abaixo:

$$IR = \frac{C_1 + C_2}{L} \times 100$$

Sendo:

C1 e C2 – o comprimento das maiores rachaduras nas duas extremidades da prancha, em cm;

L – comprimento da prancha, sendo, neste caso, 450 cm.

Os símbolos usados neste trabalho com suas respectivas denominações encontram-se na Tabela 1. As pranchas intermediárias não foram analisadas pelo fato de nem todas as toras (A) e (B) apresentarem o mesmo número de pranchas. A variação no número de pranchas obtidas foi devida à diferença existente entre os diâmetros das toras.

Tabela: 1. Símbolos e suas denominações.

Símbolos	Denominações
DAP	Diâmetro a altura do peito
HT	Altura total
\overline{HT}	Altura média total
\overline{sd}	Desvio padrão médio
\overline{D}	Diâmetro médio

IR	índice de rachadura médio em porcentagem por posição na tora
DRL	Deformação residual longitudinal
IRT	Índice de rachadura médio em porcentagem por tora
IRA1	Índice de rachadura na prancha externa da tora (A)
IRA3	Índice de rachadura na prancha interna da tora (A)
IRTA	Índice de rachadura médio na prancha externa e interna da tora (A)
IRB1	Índice de rachadura na prancha externa da tora (B)
IRB3	Índice de rachadura na prancha interna da tora (B)
IRTB	Índice de rachadura médio na prancha externa e interna da tora (B)
IRT1	Índice de rachadura médio na prancha externa das toras (A) e (B)
IRT3	Índice de rachadura médio na prancha interna das toras (A) e (B)
IRMAT	Índice de rachadura médio das toras (A) e (B)

Na Figura 1 verifica-se o método de desdobro utilizado e o esquema das retiradas das pranchas externas, intermediárias e internas.

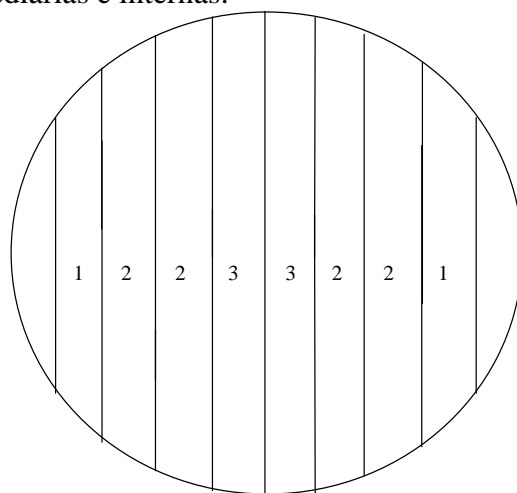


Figura: 1. Esquema da retirada das pranchas externas (1), intermediárias (2) e internas (3)

Para a avaliação da associação entre a DRL e as características de crescimento e o índice de rachadura de pranchas, inicialmente classificaram-se as matrizes, separando-as por classe. Optou-se em separar as árvores-matrizes em classes de DRL, DAP e HT.

A separação das matrizes, em classes de desvio padrão da DRL, foi realizada pelo método estatístico, que consiste em obter a média aritmética do desvio padrão da DRL, considerando-se os pontos cardeais. A amplitude das classes utilizada foi de 0,5 desvio, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela: 2. Método utilizado para separar em classes os desvios padrões da deformação residual longitudinal (DRL)

CLASSES DE DESVIO PADRÃO		VALOR CENTRAL	Nº DA CLASSE	FREQUÊNCIA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR			
$\bar{sd} - 1,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 1,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 2,25$	1	9
$\bar{sd} - 1,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 0,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 0,75$	2	15
$\bar{sd} - 0,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 0,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} - 0,25$	3	17
$\bar{sd} - 0,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 0,5 \text{ sd}$	\bar{sd}	4	10
$\bar{sd} + 0,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 1,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 0,75$	5	11
$\bar{sd} + 1,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 1,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 1,25$	6	3
$\bar{sd} + 1,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 2,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 1,75$	7	4
$\bar{sd} + 2,0 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 2,5 \text{ sd}$	$\bar{sd} + 2,25$	8	3

$\bar{sd} + 2,5 \text{ sd}$ $\bar{sd} + 3,0 \text{ sd}$ $\bar{sd} + 2,75$ 9 1

As matrizes classificadas, por DRL, nas classes 7, 8 e 9 foram agrupadas juntamente com as da classe 6, devido ao pequeno número de indivíduos presentes nas mesmas. Para o diâmetro a 1,3 m (DAP) e altura total, o mesmo procedimento para a separação das classes foi adotado, sendo a amplitude utilizada o dobro da considerada para a DRL, ou seja, uma vez o desvio padrão. Em relação ao DAP, as matrizes pertencentes às classes 5 e 6 foram agrupadas juntamente com as da classe 4, devido, também, ao pequeno número de indivíduos nas mesmas. As Tabelas 3 e 4 apresentam a amplitude das classes para DAP e HT, respectivamente.

Tabela:3. Método utilizado para separar por classe de diâmetro a 1,30 m (DAP)

CLASSES DE DAP		VALOR CENTRAL	Nº DA CLASSE	FREQUÊNCIA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR			
$\bar{D} - 2,0 \text{ sd}$	$\bar{D} - 1,0 \text{ sd}$	$\bar{D} - 1,5$	1	6
$\bar{D} - 1,0 \text{ sd}$	$\bar{D} - 0,0 \text{ sd}$	$\bar{D} - 0,5$	2	31
$\bar{D} - 0,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 1,0 \text{ sd}$	\bar{D}	3	23
$\bar{D} + 1,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 2,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 1,5$	4	6
$\bar{D} + 2,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 3,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 2,5$	5	2
$\bar{D} + 3,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 4,0 \text{ sd}$	$\bar{D} + 3,5$	6	2

Tabela: 4. Método utilizado para separar por classes de altura total (HT)

CLASSES DE DAP		VALOR CENTRAL	Nº DA CLASSE	FREQUÊNCIA
LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR			
$\overline{HT} - 2,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} - 1,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} - 1,5$	1	8
$\overline{HT} - 1,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} - 0,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} - 0,5$	2	27
$\overline{HT} - 0,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} + 1,0 \text{ sd}$	\overline{HT}	3	20
$\overline{HT} + 1,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} + 2,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} + 1,5$	4	11
$\overline{HT} + 2,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} + 3,0 \text{ sd}$	$\overline{HT} + 2,5$	5	4

Todas as correlações foram estabelecidas para as matrizes agrupadas por classe, tanto de DRL como de DAP e HT.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 5 apresentam-se os níveis médios de deformação residual longitudinal (DRL), o índice médio de rachadura (IR) por posição externa (1) e interna (3), o índice médio por tora e o valor médio por matriz analisada. A árvores-matrizes 1271, com DRL de 0,017 mm e um índice de rachadura médio da matriz (IRMAT) de 0,20%, a árvore-matriz 1213, com DRL de 0,053 mm e IRMAT de 0,28%, e a árvore-matriz 1268, com DRL de 0,036 mm e um IRMAT de 0,44%, foram consideradas de destaque. As matrizes 1202 (DRL = 0,054 mm) e um IRMAT de 37,93%, 1217 (0,032 mm de DRL) e um IRMAT de 35,92% e a 1207, com o maior valor médio de DRL (0,130 mm) e um IRMAT de 29,86% apresentaram os piores desempenhos. Outra árvore-matriz que apresentou alto IRMAT (29,81%) foi a 1281, porém apresentou um baixo valor médio de DRL (0,032 mm). Comportamento inverso apresentou a matriz 1257, em que a DRL foi 0,074 e o IRMAT de 1,37%.

Possíveis explicações para a ocorrência desse fenômeno, ou seja, matrizes que apresentam baixa DRL e elevado IRMAT e alta DRL e IRMAT baixo podem estar associadas à resistência mecânica da madeira e à maior presença de madeira de reação, características

não avaliadas neste estudo, e até mesmo ao próprio sistema de desdobro utilizado. É interessante notar que, independente do nível de valor da DRL, os IR foram na grande maioria dos casos considerados baixos. Entretanto, nota-se que os valores tendem a um aumento com o aumento da DRL.

O valor médio da DRL para as matrizes foi de 0,052 com coeficiente de variação de 34,54%. Pelo valor elevado do coeficiente de variação, observa-se que existe muita variabilidade entre as matrizes avaliadas, o que é desejável do ponto de vista da seleção das de melhor desempenho. O coeficiente de variação (CV%) da DRL, para a tora A, foi de 292,94% e de 36,44% para o IR. Na tora B, o CV foi de 59,21% para o IR.

Tabela: 5. Médias da deformação residual longitudinal e dos índices de rachaduras por posição na tora, por tora e das árvores matrizes analisadas.

Matriz	Tora	DRL	IR – Posição (%)		IRT (%) Média/Tora	IRMAT (%) Média/Matriz
			1	3		
1271	A	0,017	0,00	0,40	0,20	0,20
	B		0,40	0,00	0,20	
1180	A	0,023	0,00	2,44	1,22	1,22
	B		0,00	2,44	1,22	
1246	A	0,024	0,00	4,02	2,01	1,51
	B		0,67	1,33	1,00	
1182	A	0,027	1,56	2,44	2,00	1,92
	B		2,67	1,00	1,84	
1217	A	0,032	7,61	100,00	53,81	35,92
	B		10,72	25,33	18,03	
1184	A	0,033	0,00	7,33	3,67	6,17
	B		0,00	17,33	8,67	
1206	A	0,035	0,89	7,22	4,06	3,82
	B		1,39	5,78	3,59	
1268	A	0,036	0,00	1,00	0,50	0,44
	B		0,00	0,76	0,38	
1196	A	0,037	50,00	7,56	28,78	15,86
	B		1,89	4,00	2,95	
1216	A	0,037	0,00	3,56	1,78	2,42
	B		2,00	4,11	3,06	
1226	A	0,037	2,39	0,00	1,20	1,71
	B		0,00	4,44	2,22	
1237	A	0,037	0,00	6,89	3,45	2,31
	B		1,89	0,44	1,17	
1281	A	0,037	0,00	100,00	50,00	29,81
	B		0,00	19,22	9,61	
1209	A	0,038	1,61	9,78	5,70	3,92
	B		2,72	1,56	2,14	
1250	A	0,038	0,00	2,72	1,36	1,63
	B		0,00	3,78	1,89	
1247	A	0,040	0,00	2,67	1,34	0,67
	B		0,00	0,00	0,00	
1212	A	0,042	1,50	5,56	3,53	3,85
	B		2,50	5,83	4,17	
1259	A	0,042	0,00	100,00	50,00	25,76
	B		0,00	3,04	1,52	
1269	A	0,042	0,50	9,67	5,09	4,17

	B		1,59	4,90	3,25	
1220	A	0,043	2,44	4,00	3,22	3,50
	B		2,22	5,33	3,78	
1264	A	0,043	0,00	2,22	1,11	0,82
	B		0,00	1,07	0,54	
1249	A	0,044	0,78	4,56	2,67	1,93
	B		0,00	2,39	1,20	
1266	A	0,044	0,00	4,38	2,19	2,62
	B		0,00	6,11	3,06	
1191	A	0,045	3,72	45,11	24,42	17,08
	B		4,67	14,83	9,75	
1218	A	0,045	2,87	34,67	18,77	10,82
	B		1,72	4,00	2,86	
1199	A	0,046	1,67	9,00	5,34	4,84
	B		0,00	8,67	8,67	
1252	A	0,046	1,67	100,00	50,84	27,28
	B		0,33	7,11	3,72	
1189	A	0,047	0,33	17,56	8,95	21,65
	B		5,61	63,11	34,36	
1197	A	0,047	1,89	3,83	2,86	2,39
	B		2,00	1,83	1,92	
1203	A	0,047	4,78	5,33	5,06	5,67
	B		0,00	12,56	6,28	
1221	A	0,047	0,56	5,62	3,09	3,70
	B		2,22	6,41	4,32	
1279	A	0,047	4,11	35,56	19,84	10,63
	B		0,00	2,83	1,42	
1277	A	0,048	0,00	8,98	4,49	3,47
	B		1,00	3,88	2,44	
1215	A	0,050	0,00	7,22	3,61	7,54
	B		1,33	21,61	11,47	
1255	A	0,050	0,00	100,00	50,00	26,54
	B		0,00	6,14	3,07	
1273	A	0,050	0,00	7,11	3,56	3,47
	B		1,50	5,27	3,39	
1232	A	0,051	0,00	5,17	2,59	2,02
	B		0,00	2,89	1,45	
1211	A	0,052	0,33	28,78	14,56	8,39
	B		0,67	3,78	2,23	
1280	A	0,052	1,22	1,11	1,17	1,43
	B		0,00	3,40	1,70	
1183	A	0,053	0,00	2,89	1,45	0,72
	B		0,00	0,00	0,00	
1213	A	0,053	0,00	1,11	0,56	0,28
	B		0,00	0,00	0,00	
1242	A	0,053	0,33	1,19	0,76	0,66
	B		0,00	1,11	0,56	
1253	A	0,053	2,89	17,49	10,19	5,10
	B		0,00	0,00	0,00	
1261	A	0,053	0,44	9,07	4,76	3,21

	B		0,74	2,60	1,67	
1201	A	0,054	5,89	2,89	4,39	8,22
	B		2,78	21,33	12,06	
1202	A	0,054	0,67	100,00	50,34	37,93
	B		7,50	43,56	25,53	
1223	A	0,054	2,89	8,62	5,76	3,32
	B		0,00	1,78	0,89	
1243	A	0,054	0,00	2,00	1,00	1,25
	B		0,00	2,98	1,49	
1267	A	0,054	0,56	2,48	1,52	2,73
	B		1,28	6,60	3,94	
1200	A	0,055	8,67	9,33	9,00	5,76
	B		2,44	2,61	2,53	
1208	A	0,055	0,00	3,89	1,95	1,65
	B		0,72	2,00	1,36	
1214	A	0,060	5,72	66,50	36,11	23,89
	B		2,11	21,22	11,67	
1204	A	0,061	0,89	15,06	7,98	5,46
	B		1,11	4,78	2,95	
1188	A	0,062	1,67	10,78	6,23	4,89
	B		0,67	6,44	3,56	
1192	A	0,062	1,39	5,11	3,25	2,64
	B		0,00	4,06	2,03	
1190	A	0,063	0,00	4,33	2,17	3,42
	B		0,89	8,44	4,67	
1193	A	0,064	2,33	7,44	4,89	5,43
	B		5,00	6,94	5,97	
1181	A	0,065	0,67	7,44	4,06	5,19
	B		1,22	11,44	6,33	
1186	A	0,065	0,00	12,22	6,11	4,28
	B		0,56	4,33	2,45	
1256	A	0,068	0,00	4,92	2,46	1,45
	B		0,00	0,88	0,44	
1198	A	0,070	1,56	13,33	7,45	9,06
	B		0,00	21,33	10,67	
1219	A	0,070	1,78	2,00	1,89	2,58
	B		1,48	5,04	3,26	
1210	A	0,073	9,22	3,17	6,20	6,11
	B		3,06	9,00	6,03	
1257	A	0,074	0,52	2,73	1,63	1,37
	B		0,00	2,22	1,11	
1185	A	0,080	2,67	100,00	51,34	27,50
	B		0,00	7,33	3,67	
1228	A	0,083	1,28	9,56	5,42	4,23
	B		2,00	4,06	3,03	
1205	A	0,089	12,78	12,89	12,84	16,86
	B		15,94	25,83	20,89	
1187	A	0,090	0,00	5,44	2,72	4,83
	B		0,78	13,11	6,95	
1195	A	0,094	6,33	4,78	5,56	6,47

	B		5,00	9,78	7,39	
1207	A	0,130	2,11	100,00	51,06	29,86
	B		0,89	16,44	8,67	

A média das rachaduras para a tora A foi de 7,36% com um coeficiente de variação de 125,82% e para a tora B a média de rachaduras foi de 4,56% e um coeficiente de variação de 126,79%. Haselein *et al.* (2004) encontraram para *Eucalyptus grandis* um índice de rachadura média

De acordo com a Tabela 6, verifica-se que a DRL apresentou correlação significativa e positiva, para a primeira classe de DRL, com o IRA1, índice de rachadura da prancha externa da tora (A), IRB1, índice de rachadura externa da tora (B) e IRT1, índice de rachadura médio das pranchas externas das toras (A) e (B), IRT3, índice de rachadura médio das pranchas internas das toras (A) e (B), IRTB, índice de rachadura médio da tora (B), e IRMAT, índice de rachadura médio da matriz. As maiores magnitudes das correlações foram pra IRA1, IRB1 e IRT1, todas relativas às pranchas mais externas, o que era, de certa forma, esperado, não se levando em conta as forças de compressão que se encontram no centro da tora (lenho juvenil). A correlação com IRMAT, apesar de magnitude mais baixa, foi próxima da encontrada por Souza (0,68) (2002), que trabalhou com clones de *Eucalyptus*.

Para as outras classes, observa-se que não houve correlação significativa entre a DRL e os índices de rachadura de pranchas e, na maioria dos casos elas foram de baixa magnitude.

Para as características de crescimento, DAP e HT, não houve correlação significativa com a DRL em nenhuma das classes avaliadas, indicando que a DRL não sofre influência das características de crescimento, ou que o desbaste usado na área afetou de alguma forma essas características resultando na falta de correlação.

A correlação significativa apenas na classe 1 pode ser explicada pela distribuição homogênea das deformações periféricas, indicando uma possível ausência de madeira de reação. Nota-se que mesmo as classes 2, 3 e 4 apresentando uma melhor distribuição nessas deformações, as correlações não foram significativas, indicando que uma pequena presença de madeira de reação pode acarretar um comportamento não esperado dos índices de rachadura.

Tabela:6. Correlações entre DRL e diâmetro a 1,30 m (DAP), altura total (HT) e índices de rachadura (IR) para as classes de desvio padrão 1, 2, 3, 4, 5 e 6

	CLASSE DE DESVIO PADRÃO PARA DRL					
	1	2	3	4	5	6
DAP	-0,0728 ^{ns}	-0,2171 ^{ns}	-0,0508 ^{ns}	0,2829 ^{ns}	-0,0844 ^{ns}	0,0539 ^{ns}
HT	-0,2121 ^{ns}	-0,2165 ^{ns}	0,0630 ^{ns}	0,3435 ^{ns}	-0,2656 ^{ns}	0,0459 ^{ns}
IRA1	0,8809**	-0,2572 ^{ns}	0,2217 ^{ns}	-0,1253 ^{ns}	0,3772 ^{ns}	-0,0387 ^{ns}
IRA3	0,3352 ^{ns}	0,0132 ^{ns}	0,1288 ^{ns}	0,1202 ^{ns}	0,0990 ^{ns}	0,1251 ^{ns}
IRB1	0,8879**	0,0349 ^{ns}	-0,0519 ^{ns}	-0,0349 ^{ns}	0,5278 ^{ns}	-0,1378 ^{ns}
IRB3	0,6339 ^{ns}	0,3864 ^{ns}	-0,0681 ^{ns}	0,3308 ^{ns}	-0,1012 ^{ns}	0,1938 ^{ns}
IRT1	0,8951**	-0,2475 ^{ns}	0,1413 ^{ns}	-0,0758 ^{ns}	0,4345 ^{ns}	-0,0970 ^{ns}
IRT3	0,7502*	0,1121 ^{ns}	0,0917 ^{ns}	0,1886 ^{ns}	0,0475 ^{ns}	0,1419 ^{ns}
IRTA	0,5570 ^{ns}	-0,2003 ^{ns}	0,1415 ^{ns}	0,1150 ^{ns}	0,1495 ^{ns}	0,1196 ^{ns}
IRTB	0,7618*	0,2801 ^{ns}	-0,0758 ^{ns}	0,2826 ^{ns}	-0,0171 ^{ns}	0,0987 ^{ns}
IRMAT	0,6798*	-0,1322 ^{ns}	0,1010 ^{ns}	0,1770 ^{ns}	0,1144 ^{ns}	0,1223 ^{ns}

** , * e ns significativo a 1, 5% de probabilidade e não-significativo, respectivamente pelo teste t.

Observa-se na Tabela 7 que a DRL apresentou uma pequena, porém significativa relação com os IRA1, IRB1 e IRT1 da classe 3 de DAP. Nota-se que essa relação só existiu para as pranchas externas. Pode-se verificar que a correlação da DRL com HT e DAP, para a primeira classe, foi não-significativa, porém, de magnitude superior ao observado na classificação pela DRL (Tabela 3.6). Essa não-significância está sendo influenciada pelo número de indivíduos que compõem a classe, que, no caso, foram seis.

Tabela: 7. Correlações entre DRL e diâmetro a 1,30 m (DAP), altura total (HT), e índices de rachadura (IR) para as classes de diâmetro 1, 2, 3 e 4

	DRL / CLASSE DE DIÂMETRO A 1,30 M (DAP)			
	1	2	3	4
HT	0,6447 ^{ns}	0,0741 ^{ns}	-0,0774 ^{ns}	0,1655 ^{ns}
DAP	0,6247 ^{ns}	0,1104 ^{ns}	-0,1954 ^{ns}	-0,0004 ^{ns}
IRA1	0,6093 ^{ns}	-0,0644 ^{ns}	0,5121*	0,0538 ^{ns}
IRA3	-0,3037 ^{ns}	-0,0349 ^{ns}	0,0189 ^{ns}	0,5178 ^{ns}
IRB1	-0,5223 ^{ns}	0,2367 ^{ns}	0,5116*	-0,2041 ^{ns}
IRB3	-0,2133 ^{ns}	0,2219 ^{ns}	0,2272 ^{ns}	0,0738 ^{ns}
IRT1	0,0066 ^{ns}	-0,0028 ^{ns}	0,5481**	-0,1021 ^{ns}
IRT3	-0,2550 ^{ns}	0,0431 ^{ns}	0,1252 ^{ns}	0,4841 ^{ns}
IRTA	-0,1101 ^{ns}	-0,0536 ^{ns}	0,0852 ^{ns}	0,5113 ^{ns}
IRTB	-0,2568 ^{ns}	0,2337 ^{ns}	0,3072 ^{ns}	-0,0340 ^{ns}
IRMAT	-0,2291 ^{ns}	0,0282 ^{ns}	0,2250 ^{ns}	0,4503 ^{ns}

** , * e ns significativo a 1, 5% de probabilidade e não-significativo, respectivamente pelo teste t.

Houve correlação significativa da DRL com os IR apenas na quarta classe de altura, Tabela 8. A DRL apresentou correlação com o IRA3, índice de rachadura médio na prancha interna da tora (A), com o IRT3, índice de rachadura médio da prancha interna das toras (A) e (B), com o IRTA, índice de rachadura médio da tora (A) e com o IRMAT, índice de rachadura médio da matriz, porém, apesar de significativa, essa relação foi de pequena magnitude. A correlação positiva e significativa existente com as pranchas internas, nessa classe de altura, sugere que quanto maior a altura do indivíduo maior será o nível de DRL. Esse resultado não era esperado, uma vez que a DRL é medida na periferia no tronco. Para a HT e DAP, na classe um, verificou-se correlação não-significativa, porém de magnitude mais elevada.

A classificação das matrizes por DAP e HT não apresentaram resultados satisfatórios de correlação entre DRL e as demais características, uma vez que as correlações foram, na maioria dos casos, de baixa magnitude e não-significativas. É importante observar que em nenhuma das classificações realizadas a DRL apresentou correlação não-significativa com DAP e HT, indicando que o crescimento da árvore não afeta essa característica e que a seleção de materiais mais produtivos pode ser realizada, sem o perigo de se elevar o valor da tensão de crescimento longitudinal.

Tabela: 8. Correlações entre DRL e diâmetro a 1,30 m (DAP), altura total (HT), e índices de rachadura (IR) para as classes de altura 1, 2, 3, 4 e 5

	DRL / Classe Altura Total (HT)				
	1	2	3	4	5
DAP	-0,0044 ^{ns}	-0,3612 ^{ns}	-0,2054 ^{ns}	0,1844 ^{ns}	0,4211 ^{ns}
HT	-0,3781 ^{ns}	0,1966 ^{ns}	0,1971 ^{ns}	-0,3229 ^{ns}	0,1997 ^{ns}
IRA1	-0,1260 ^{ns}	0,2525 ^{ns}	0,4198 ^{ns}	0,5676 ^{ns}	0,5749 ^{ns}
IRA3	0,2401 ^{ns}	-0,1110 ^{ns}	-0,2405 ^{ns}	0,6456*	-0,8842 ^{ns}
IRB1	0,0123 ^{ns}	0,3383 ^{ns}	0,1992 ^{ns}	-0,1701 ^{ns}	0,3266 ^{ns}
IRB3	0,3980 ^{ns}	0,2084 ^{ns}	-0,0278 ^{ns}	0,5301 ^{ns}	-0,7363 ^{ns}
IRT1	-0,1215 ^{ns}	0,3373 ^{ns}	0,3205 ^{ns}	0,4959 ^{ns}	0,4451 ^{ns}
IRT3	0,3072 ^{ns}	-0,0097 ^{ns}	-0,1831 ^{ns}	0,6981*	-0,8696 ^{ns}
IRTA	0,1642 ^{ns}	-0,0878 ^{ns}	-0,1828 ^{ns}	0,6470*	-0,8650 ^{ns}
IRTB	0,3563 ^{ns}	0,2480 ^{ns}	0,0193 ^{ns}	0,5397 ^{ns}	-0,2335 ^{ns}
IRMAT	0,2306 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	-0,1141 ^{ns}	0,7000*	-0,8302 ^{ns}

** , * e ns significativo a 1, 5% de probabilidade e não-significativo, respectivamente pelo teste t.

A DRL deve estar bem distribuída em toda a circunferência da árvore, o que indica possível ausência de madeira de reação, um dos fatores que afetam a homogeneidade das distribuições da DRL na circunferência da árvore (JOUREZ 1997). Essas variações das tensões de crescimento podem ocorrer, associadas a outros fatores como desvio da grã (Archer, 1979); pela presença de ventos dominantes na área, espaçamento adotado, idade e níveis de desbaste que possam ter havido na área, o que pode provocar a reorientação das copas, alterando os valores de DRL (KUBLER, 1987).

Com relação à variação longitudinal dos índices de rachadura e suas associações com a DRL, Souza (2002) não encontrou diferença significativa entre a DRL mensuradas no diâmetro a 1,30 m (DAP) e a 3 metros de altura, concluindo que apenas a mensuração feita no DAP é suficiente para se estimar os níveis de tensão de crescimento de um indivíduo. Entretanto, a variação da intensidade das tensões ao longo do fuste da árvore tem sido controvertida, podendo aumentar até cerca de 7 metros, ocorrendo a partir daí uma redução até aproximadamente 11 metros (YAO, 1979). Caixeta (2000) encontrou um aumento no índice de rachaduras da periferia para o centro das toras em clones de híbridos de *Eucalyptus*.

Como se observa na Figura: 2, à medida que se aumenta a classe de DRL, ocorre uma distribuição mais desuniforme de valor, em função dos pontos cardeais, ou seja, existe uma maior variação nos valores de DRL na circunferência das árvores-matrizes que compõem as classes.. Esse fato pode ter contribuído para a diferença existente no comportamento do índice de rachadura entre as matrizes. Essa variação nos valores da DRL na circunferência da árvore pode ser devido a possível presença de ventos dominantes na área. Outra possível explicação para esse comportamento heterogêneo é que as matrizes avaliadas são indivíduos remanescentes, que foram deixados aleatoriamente na área devido à superioridade silvicultura. Esse tipo de desbaste foi realizado visando somente a deixar no local os maiores indivíduos para futuro programa de multiplicação clonal. Esse fato pode ter provocado alguma modificação na copa das árvores, induzindo ao aparecimento de madeira de reação nos troncos e alterando os valores de DRL na circunferência das mesmas.

Observa-se, também, que as classes de DRL menores (CDP1, CDP2, CDP3 e CDP4) foram as que apresentaram as menores variações de DRL nos pontos cardeais, indicando menor presença de madeira de reação, ao passo que as maiores classes (CDP5 e CDP6) apresentaram grande variação da DRL nos pontos cardeais, e a menor magnitude da DRL ocorreu na direção oeste e as maiores nos sentidos norte, leste e sul.

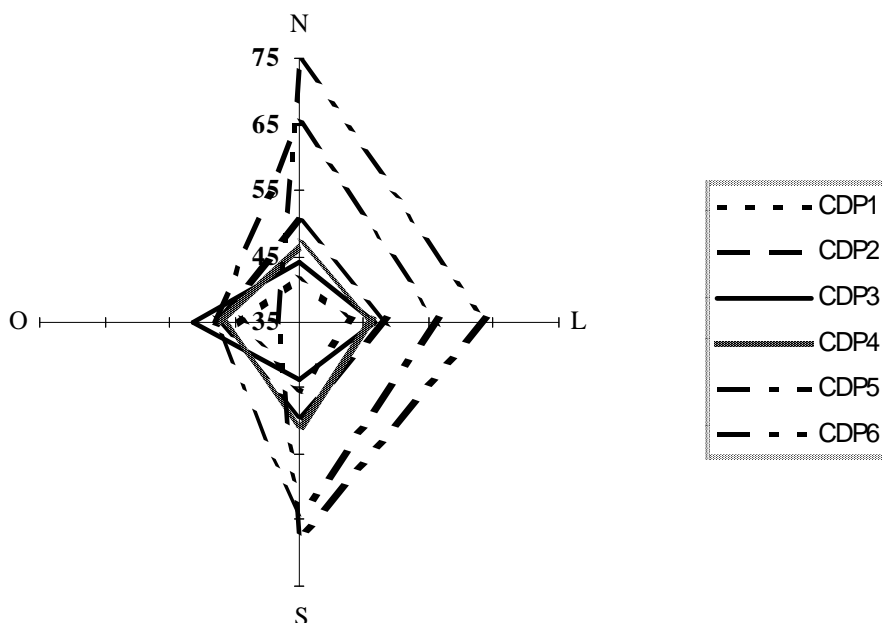


Figura: 2. Comportamento da deformação residual longitudinal (DRL) em cada classe de desvio padrão (CDP)

4. Conclusões

Pelos resultados pode-se concluir que:

- a árvore-matriz 1271 (com 0,017 mm de DRL) e com um índice de rachadura médio (IRMAT) de 0,20% foi a que apresentou o melhor desempenho. A matriz 1207 foi a que apresentou o maior valor médio de DRL (0,130 mm) e um IRMAT de 29,86%, e a matriz 1202 (0,054 mm de DRL) foi a que apresentou o maior IRMAT, ou seja, de 37,93%;
- a classificação das matrizes por DRL revelou que o índice de rachadura da prancha externa na tora (A) (IRA1), o índice de rachadura das pranchas externas nas toras (A) e (B) (IRT1), o índice de rachadura internas nas toras (A) e (B) (IRT3) e o IRMAT apresentaram correlação positiva e significativa com a DRL somente para a primeira classe;
- a classificação das matrizes por DAP revelou que o índice de rachadura na prancha externa da tora (A) (IRA1), o índice de rachadura das pranchas externas da tora (B) (IRB1) e o índice de rachadura médio das pranchas externas das toras (A) e (B) (IRT1) apresentaram uma pequena, porém, significativa correlação com a DRL da classe 3;
- para a classificação por altura total, a DRL apresentou correlação com o IRA3, índice de rachadura médio na prancha interna da tora (A), com o IRT3, índice de rachadura médio da prancha interna das toras (A) e (B), com o IRTA, índice de rachadura médio da tora (A) e com o IRMAT, índice de rachadura médio da matriz, porém, apesar de significativa, essa relação foi de pequena magnitude;
- na maioria dos casos, a classificação das matrizes por DAP e HT não apresentou resultado satisfatório de correlação entre DRL e os índices de rachadura, proporcionando valores de baixa magnitude e não-significativos.

5. Referências Bibliográficas

- ARCHER, R. R. On the distribution of the growth stresses: part-3 – the case of inclined grain. **Wood Science Thechnology**, New York, v. 13, n. 1, p. 67-78, 1979.
- CAIXETA, R. P. **Propriedades da madeira de *Eucalyptus*: classificação e seleção de genótipos utilizando marcador molecular e análise multivariada**. 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- JOUREZ, B. L. Le bois de tension: 1-définio et distribution dans l'arbre. **Biotechnologie, Agronomie, Societé et environnement**, Paris, v. 1, n. 2, p. 100-112, 1997.
- KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forest Products Abstracts**, Madison, v. 10, n. 3, p. 61-119, Mar. 1987.
- LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. da S.; CRUZ, C. R. da. Deformação residual longitudinal decorrentes de tensões de crescimento em *Eucalyptus* e suas associações com outras propriedades. **Revista Árvore**, Viçosa, 2001. (Submetido).
- LOPES, M de C. **Agrupamento de árvores-matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- SOUZA, M. A. M. de. “**Deformação residual longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus***”. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- TRUGILHO, P. F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus***. 1995. 160 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.