

Avaliação dos defeitos de secagem da madeira de clones de *Eucalyptus* destinados à produção de serrados

Luciana Ferreira da Silva Vieira¹; Juarez Benigno Paes¹; Djeison Cesar Batista¹; Flávia Maria Silva Brito¹; Rodolpho Stephan Santos Braga¹; Glaucileide Ferreira¹

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

Resumo: Este trabalho objetivou avaliar rachaduras de topo e empenamentos (encurvamento, arqueamento e encanoamento) da madeira de seis clones de *Eucalyptus*, com 14 anos, destinados à produção de serrados. Foram medidas as rachaduras dos topos das três primeiras toras de cada árvore e desdobradas. Foram selecionadas 176 tábuas, para a avaliação dos defeitos de secagem. Observou-se que o índice de rachaduras de topo das toras foi maior nos clones C, D e E, e menores nos clones A, B e F. Isto indica que tais clones terão maior rendimento em madeira serrada. Para o encurvamento, o clone A teve a maior quantidade de amostras e atendeu ao limite estabelecido pela norma utilizada, permitindo um maior aproveitamento e melhor classificação das peças serradas. Para o índice de rachaduras das tábuas saturadas, ele também teve o maior número de amostras analisadas e, da mesma forma, atendeu ao limite estabelecido pela norma.

Palavras-chave: Rachaduras de topo. Encurvamento. Arqueamento. Encanoamento.

Evaluation of wood drying defects of *Eucalyptus* clones intended for sawn production

Abstract: This work aimed to evaluate top cracks and warping (curving, arching and cupping) of wood from six *Eucalyptus* clones, aged 14 years, intended for sawn production. The cracks in the tops of the first three logs of each tree were measured and unfolded. A total of 176 boards was selected to evaluate drying defects. It was observed that the rate of cracks at the top of logs was higher in clones C, D and E, and lower in clones A, B and F. This indicates that such clones will have a higher yield of sawn wood. For bending, clone A had the largest number of samples and met the limit established by the standard used, allowing greater use and better classification of the sawn pieces. For the cracking rate of saturated boards, it also had the largest number of samples analyzed and, likewise, met the limit established by the standard.

Keywords: Top cracks. Curving. Arching. Cupping.

1. INTRODUÇÃO



Engenharia
Industrial
UFPEL
Madeireira



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA

A madeira é utilizada em movelarias, estruturas, construção civil, produção de celulose, energia, painéis, instrumentos musicais e artesanatos. Com a demanda crescente pela madeira serrada, houve a introdução do gênero *Eucalyptus*, de origem australiana no Brasil. Ele se adaptou às condições edafoclimáticas brasileiras (Delucius *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2021). O Brasil possui 9,93 milhões de hectares plantados, dos quais 7,53 milhões (75,8%) foram cultivados com eucalipto (Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, 2022).

Um dos grandes obstáculos para a transformação da madeira de *Eucalyptus* em produtos industrializados é a secagem, que consiste na retirada da água, até um teor de umidade pré-estabelecido, conhecido por umidade de equilíbrio higroscópico (Oliveira *et al.*, 2022). Caso não seja conduzida corretamente, a secagem pode causar alguns defeitos na madeira, como empenamentos e rachaduras. Assim, esta pesquisa objetivou avaliar rachaduras de topo e empenamentos (encurvamento, arqueamento e encanoamento) da madeira de seis clones de *Eucalyptus*, com 14 anos, destinados à produção de serrados

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e coleta do material

Foi estudada a madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus*, seus progenitores foram as espécies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* (com variação da porcentagem de cada um deles) e *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis*. Durante a pesquisa, os clones foram denominados genericamente como A, B, C, D, E e F (Tabela 1). O plantio está localizado em uma área experimental do Complexo Agroindustrial Pindobas Ltda, localizado em Venda Nova do Imigrante, estado do Espírito Santo (latitude 20°23'37.1"S, longitude 41°08'29.6"W e altitude de 730 m).

Tabela 1. Progenitores dos seis clones de híbridos de *Eucalyptus* avaliados para o processamento mecânico

Denominação genérica	Progenitores
A	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
B	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>

C	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
D	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
E	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
F	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>

Segundo o Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER (2011), o município encontra-se no Bioma Mata Atlântica, com relevo montanhoso e escarpado, clima mesotérmico de inverno seco com temperatura média de $\approx 18,5$ °C, com máximas de $\approx 24,5$ °C e mínimas de $\approx 12,3$ °C, com duas estações definidas. De maio a setembro (frio e seco) e de outubro a abril (quente e úmido). A umidade relativa média é de $\approx 85\%$ e a precipitação média anual nos últimos 10 anos de ≈ 1.460 mm (Pedreira *et al.*, 2012).

Os clones foram implantados com o objetivo de produzir madeira serrada, em janeiro de 2002, em espaçamento de $5,0 \times 4,0$ m, com podas aos dois e três anos de idade, respectivamente nas alturas de quatro e sete metros; aos nove anos foi aplicado um desbaste, com retirada de 40% das árvores. Em Silva (2018) constam informações sobre adubações realizadas.

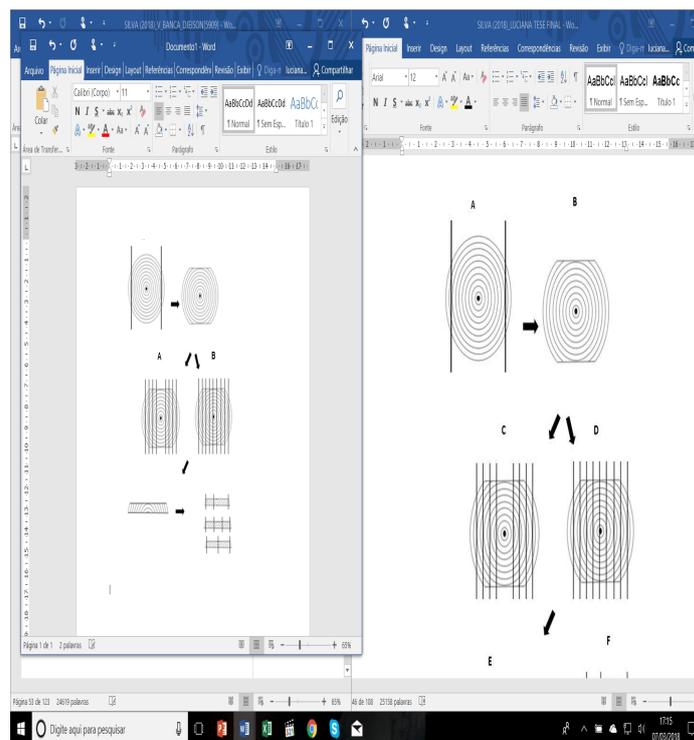
Para a pesquisa foram coletadas três árvores por clone, com boa forma de fuste, dentre aquelas com diâmetro a altura do peito - DAP (com casca), entre 31 e 35 cm, para obter padronização entre elas. Após a derrubada, as árvores foram seccionadas em toras de 4,20 m de comprimento, até a altura comercial, correspondente à inserção dos primeiros galhos. A quantidade de toras por árvore variou entre cinco a nove.

2.2 Índice de rachaduras de topo de toras - IRTT e desdobro

Foram medidas as rachaduras dos topos das três primeiras toras de cada árvore com paquímetro digital (0,01 mm), para o cálculo do índice de rachaduras de topo de toras - IRTT (Lima *et al.*, 2002). Tendo sido utilizado o método proposto por Schaitza *et al.* (2003). As toras foram transportadas para o pátio da serraria do Complexo Agroindustrial Pindobas Ltda. A primeira, segunda e quarta toras foram desdobradas, conforme o modelo de corte da Figura 1. A terceira tora permaneceu no pátio e foi utilizada para outra pesquisa.

Para o desdobro das toras, utilizaram-se serra de fita vertical simples (desdobro primário), serra de fita horizontal com três cabeçotes (resserragem) e serra circular múltipla refiladeira (refilagem), e produziram serrados de 30 × 70 × 4.200 mm (espessura × largura × comprimento) e tábuas de 30 × 140 × 4.200 mm (espessura × largura × comprimento). Para a primeira e segunda toras, foi produzido um pranchão diametral (não refilado) de 80 a 100 mm de espessura que foram utilizados para outras finalidades na pesquisa.

Figura 1. Representação do modelo de corte utilizado para o desdobro das toras.



Em que: A: desdobro da primeira e segunda toras; B: desdobro da quarta tora.

Fonte: Silva (2018).

2.2 Pilha de secagem e avaliação de defeitos de tábuas

Após o desdobro, foram selecionadas 176 tábuas, com a quantidade variável por clone (conforme o rendimento), para a avaliação das rachaduras de topo e empenamentos (encurvamento, arqueamento e encanoamento), para a condição saturada, todos conforme a Norma Brasileira - NBR 9487, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1986).

Em seguida, foi montada uma pilha de secagem natural, do tipo caixa com

dimensões de 1,40 × 1,50 × 4,20 m (altura × largura × comprimento), com restrição na camada superior, e composta por peças de 30 × 70 × 4.200 mm, advindas da madeira das três toras desdobradas (exceto as peças centrais das duas primeiras). A pilha foi montada no galpão da serraria, sobre seis pontaletes de 15 × 20 × 150 cm (largura × altura × comprimento). Os tabiques utilizados entre as camadas de madeira foram distanciados 60 cm entre si ao longo do comprimento da pilha, alinhados com os pontaletes. Após a secagem natural, a pilha foi desmontada. Os defeitos da secagem avaliados, de forma semelhante ao da condição saturada.

As análises estatísticas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado. O efeito dos tratamentos (clones) foi verificado pela aplicação da análise de variância e teste F ($p < 0,05$) e, quando significativo, aplicou-se o teste de Scott Knott ($p < 0,05$), para discriminação das médias. Ademais, os resultados de IRTT, defeitos da madeira serrada, antes e depois da secagem natural foram avaliados pela estatística descritiva (média, coeficiente de variação e amplitude) e comparados na forma de histogramas de frequência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice de rachaduras de extremidades de toras - IRTT

Os índices de rachaduras de extremidades de toras - IRTTs (Tabela 2), da base das toras, não diferiram estatisticamente entre os clones. No entanto, aqueles do topo foram maiores nos clones C, D e E.

Tabela 2. Médias de índices de rachaduras de topo de toras (IRTT) de clones de híbridos de *Eucalyptus*, com 14 anos, para as posições avaliadas

IRTT	Clones de híbridos de <i>Eucalyptus</i>					
	A	B	C	D	E	F
Base	56,487 A	51,136 A	72,598 A	87,988 A	49,908 A	61,781 A
Topo	38,508 B	10,655 B	85,954 A	78,420 A	64,967 A	37,627 B

Médias seguidas por uma mesma letra na horizontal, não diferem (Scott-Knott; $p < 0,05$).

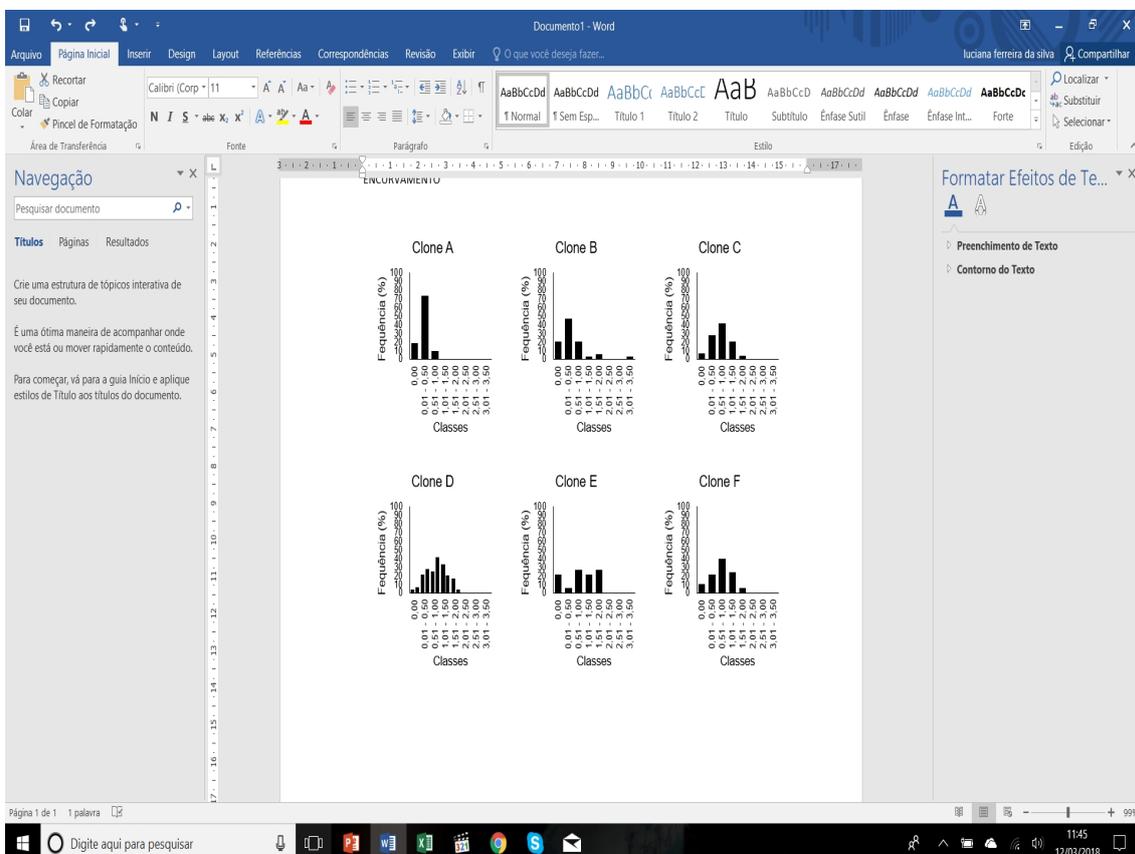
Os valores obtidos nesta pesquisa estão de acordo como os citados por Mangini *et al.* (2023), para a madeira de *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum*

dubium, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Schizolobium parahyba*. A porcentagem das tábuas com rachaduras de topo, para as quatro espécies, foi de 30% (saturadas) e 42% após secagem. Assim, houve um aumento do defeito com a exposição da madeira ao ar livre.

3.2 Empenamentos e rachaduras de tábuas saturadas

Para o encurvamento, o clone A foi o que teve a maior quantidade de amostras com valores menores ou iguais a 0,50%, o que atende ao limite estabelecido pela NBR 9487 (ABNT, 1986) e permite um maior aproveitamento e melhor classificação das peças serradas. O clone com maior número de amostras com valor acima do limite estabelecido foi o D (Figura 2).

Figura 2. Histogramas de frequência de encurvamentos de tábuas dos clones.



Fonte: Silva (2018).



Engenharia Industrial
UFPEL



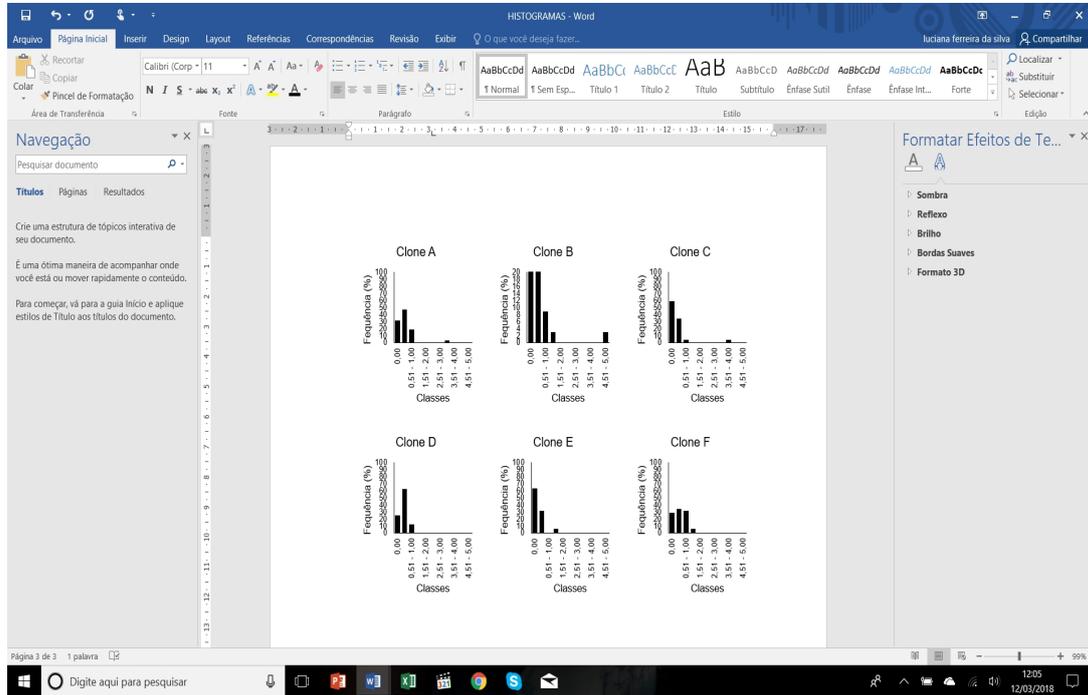
SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA

O clone E foi o que menos teve arqueamento nas tábuas saturadas. Das amostras analisadas apenas uma não atendeu ao limite estabelecido pela norma, já

o clone com maior número de peças arqueadas foi o F (Figura 3).

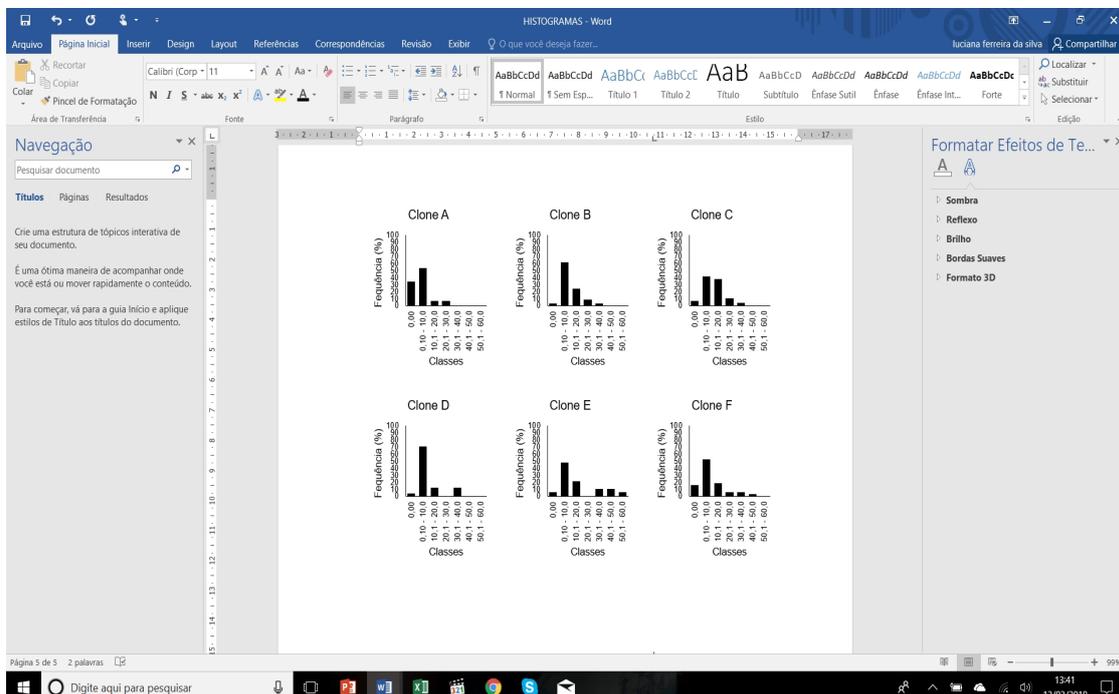
Para o índice de rachaduras das tábuas saturadas (Figura 4), o clone A foi o que teve maior número de amostras analisadas com porcentagens de rachaduras menores ou iguais a 10,0%.

Figura 3. Histogramas de frequência de arqueamentos de tábuas dos clones.



Fonte: Silva (2018).

Figura 4. Histogramas de frequência de rachaduras de tábuas dos clones.



Fonte: Silva (2018).

Para França (2014), tábuas tangenciais e retiradas próximas às costaneiras exibiram baixos índices de rachaduras, por causa da maior proporção de lenho adulto em sua maior composição, possuindo melhor resistência a rachaduras. Lima *et al.* (2002) obtiveram correlação positiva e significativa entre a rachadura de topo de toras e rachaduras em peças serradas. Diante disso eles afirmaram que a seleção de árvores por meio de rachaduras de topo de toras pode produzir ganhos com a redução das rachaduras nas extremidades das peças processadas.

4. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- O IRTT do topo das toras, foi maior nos clones C, D e E e menores para os clones A, B e F. Isto indica que tais clones possivelmente, terão maior rendimento em madeira serrada.
- Para o encurvamento, o clone A foi o que teve a maior quantidade de amostras com valores menores ou iguais a 0,50%, o que atende ao limite estabelecido, e permite um maior aproveitamento e melhor classificação das peças serradas.
- Para o índice de rachaduras das tábuas saturadas o clone A foi o que teve maior número de amostras analisadas com porcentagens de rachaduras menores ou iguais a 10,0%, o que atende ao limite estabelecido.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-9487**: classificação da madeira serrada de folhosas. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 32p.

DELUCIS, R. A.; CADEMARTORI, P. H. G.; MISSIO, A. L.; Decay resistance of four fast-growing eucalypts wood exposed to three types of Fields. **Maderas: Ciencia y Tecnología**, v. 18, n. 1, p. 33 - 42, 2016.

FRANÇA, F. J. N. **Propriedades da madeira de eucalipto para a produção de madeira serrada**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ. **Relatório anual**. 2022. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioanualiba2022compactado.pdf>>. Acesso em: 17 sep. 2023.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; PIEDADE, S. M. S. Rachaduras de extremidades de tora e suas implicações nas rachaduras da madeira serrada. **Scientia Forestalis**, n. 61, p.13-24, 2002.

MANGINI, T. S.; CANDATEN, L.; TREVISAN, R. *et al.* Taxa e defeitos de secagem ao ar livre de quatro espécies provenientes de um sistema agroflorestal. **Scientia Forestalis**, n. 51, p. e3984, 2023.

OLIVEIRA, L.; FONSECA, L. O.; CARDOSO, S. F. Taxa de secagem ao ar livre da madeira de *Acacia mearnsii* e *Pinus taeda* em Pelotas-RS. *In: Congresso Florestal Brasileiro*, 9., 2022, Brasília. **Anais...** Brasília: SBEF/SBS, 2022. p. 330-333.

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; JESUS, I. R. D. *et al.* **Aspectos do agroturismo desenvolvido em venda Nova do Imigrante (ES) em subsídio ao levantamento do potencial agroturístico de Cachoeiras de Macacu (RJ)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 51p. (Documentos, 147).

Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER. **Relatório 2011 – 2013**. 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Centro_cerrano/Venda_Nova.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2017.

SCHAITZA, E. G.; MATTOS, P. P.; PEREIRA, J. C. D. **Metodologias simples e baratas para análise de imagens planas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 90).

SILVA, L. F. **Avaliação da aptidão da madeira de seis clones de híbridos de *Eucalyptus* para o processamento mecânico**. 2018. 90f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2018.

SOUSA, L. F. C.; OLIVEIRA, J.; FERREIRA, P. S.A. *et al.* Modelo de ranqueamento empresarial para análise da relevância das empresas no setor de florestas plantadas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, e201901820, p. 1-10, 2021.