

## MONITORAMENTO DAS RACHAS EM MADEIRA DE *Eucalyptus* e *Acacia*

**Jhonata Leonardo MOREIRA<sup>1</sup>; Renan Bispo de JESUS<sup>1</sup>; Cryslane Gonçalves COTA<sup>1</sup>;  
Thiago Campos MONTEIRO<sup>2</sup>; Edy Eime Pereira BARAUNA<sup>2</sup>; Paulo Ricardo Gherardi  
HEIN<sup>3</sup>**

1 - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG,  
Estudante de graduação em Engenharia Florestal

2 - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG,  
Professor Adjunto

3 - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Professor Adjunto

**Resumo:** A madeira quando utilizada na forma de toras pode apresentar problemas, como as rachaduras, quando empregadas em estruturas como vigas e postes. Entender as condições e os fatores que causam as rachaduras pode ajudar na atenuação desta característica que deprecia a madeira. Assim, o objetivo deste trabalho foi monitorar a abertura das rachas em madeira de *Eucalyptus* e *Acacia* durante a secagem. Foram utilizados quatro discos de madeira de *Eucalyptus* e dois de *Acacia*, ambos provenientes de plantio experimental, com quatro anos, localizado no município de Montes Claros, MG. A secagem adotada foi ao ar livre, onde os discos foram dispostos em pé, de modo que pudessem perder água em ambas as seções transversais até estabilizarem à umidade. A perda de massa das amostras foi medida periodicamente durante a secagem. A abertura das rachas foi monitorada em pontos pré-estabelecidos na medida em que surgiam. À medida que os discos perderam umidade, as rachas foram surgindo predominantemente na direção medula-casca, causando deformação nos discos. As rachaduras do disco de *Eucalyptus* com maior diâmetro surgiram mais rapidamente no início da secagem, resultando em 76,5% da abertura e o restante ocorrendo com a saída da água adsorvida. Os demais discos de *Eucalyptus* e de *Acacia* apresentaram baixos índices de abertura no início da secagem. Desta forma, observa-se que a saída da água livre provocou rachas tanto nos discos de *Eucalyptus* quanto nos de *Acacia*.

**Palavras-chave:** umidade, secagem, defeitos, rachadura, fendilhamento.

**Abstract:** The wood, when used in form of log, can present some problems such as split, when used in structures such beams and posts. Understanding the conditions and factors that cause split can help in mitigating this feature that detracts the wood. Therefore, the aim of this study was to monitoring the opening split in wood of *Eucalyptus* and *Acacia* during the drying process. Four wood discs of *Eucalyptus* and two of *Acacia* were used, both with four years old, from experimental cultivation in Montes Claros city. The natural drying was applied as the drying method. The discs were arranged standing, so they could lose water in both cross sections to stabilize moisture. The loss mass of the samples was measured periodically during the drying process. The opening of the split was monitored in pre-established points as they arose. As the discs lost moisture, the split were appearing predominantly in the pith-to-bark direction, causing deformation on the disks. The split on *Eucalyptus* disc with larger diameter appeared faster in the beginning of drying process, resulting in 76.5% of the opening, and the remainder occurred with the output of adsorbed water. The other *Eucalyptus* and *Acacia* discs had low opening rates at the beginning of

drying. Thus, it is observed that the output of free water caused split in both *Eucalyptus* and *Acacia* discs.

**Keywords:** moisture, drying, defects, split, cracking.

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é utilizada tanto de forma sólida quanto processada, sendo que na forma sólida as toras destacam-se pela utilização em construções, estruturas, mourões, carvão, dentre outros. Para melhor qualidade e menos deformações como rachaduras, fendilhamento ou qualquer outro tipo de imperfeição, é necessário que a madeira passe pelo processo de secagem antes de ser utilizada, visto que este processo é importante principalmente para garantir o máximo possível da sua estabilidade dimensional, e também, para agregar valor ao produto final (SEVERO, 1998).

A secagem da madeira consiste alcançar a umidade desejada ou apropriada a sua aplicação final, com o mínimo de defeitos possíveis e economicamente viável. A movimentação da água no interior da madeira ou mesmo a velocidade com que essa água evapora, dependerá das características anatômicas da espécie, da forma que está sendo seca, das dimensões da madeira, dentre outras. No processo produtivo, por exemplo, na produção de carvão vegetal a partir de madeira roliça, a secagem natural é mais desejada, e quando realizada e conduzida de forma adequada pode-se obter material de boa qualidade.

Afirma Jankowsky et al. (2003), que a velocidade da secagem está mais relacionada com as características da madeira do que com a temperatura ou umidade relativa do ambiente, sendo importante programar o processo de secagem segundo as propriedades da madeira que será utilizada, a fim de evitar o surgimento de rachaduras. A busca de produtos com o mínimo de defeitos, abrange uma série de produtores e consumidores da espécie de *Eucalyptus* e *Acacia*. Devido a isso é importante ter conhecimento do comportamento da espécie trabalhada e entender as condições que alteram suas características e causam as rachaduras. Tais aberturas no lenho são descritas na NBR 9487 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 1986) como racha, que é o mesmo que rachadura ou fenda, que são separações dos elementos constituintes da madeira no sentido longitudinal da grã. Logo, as rachas em toras estão dentre os maiores problemas enfrentados atualmente, sobretudo a madeira de *Eucalyptus* e *Acacia*, que tendem a apresentar rachas durante a secagem. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi monitorar a abertura das rachaduras em madeira roliça de *Eucalyptus* e de *Acacia* durante a perda de umidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Amostras

Foram utilizados seis discos, sendo quatro de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandes*, e dois de *Acacia mangium*, ambas as árvores com quatro anos de idade, provenientes de plantio experimental Agrossilvipastoril, localizado no Instituto de Ciências Agrárias (ICA), em Montes Claros, Norte de Minas Gerais, campos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A descrição dos discos segue na Tabela 1. Após a derrubada das árvores, os discos foram retirados do tronco, identificados e pesados. As rachaduras foram monitoradas com auxílio de um paquímetro digital a medida que a umidade dos discos sofria redução.

Tabela 1. Descrição dos Discos

Discos	Gêneros	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)
DE6	<i>Eucalyptus</i>	6,0	3
DE9	<i>Eucalyptus</i>	9,0	3
DE13	<i>Eucalyptus</i>	13,0	6,5
DE19	<i>Eucalyptus</i>	19,0	7,8
DA16A	<i>Acacia</i>	16,0	8,2
DA16B	<i>Acacia</i>	16,0	8

O experimento foi realizado no ICA. De acordo com Júnior (2009), Montes Claros se caracteriza como sendo de clima Aw, segundo a classificação de Koppen, ou seja, predominante inverno seco e verão chuvoso. Em relação às temperaturas, a mínima prevista para esta região é de 22 °C. Ainda apresentando um índice pluviométrico anual de aproximadamente 1086,4 mm, porém com uma mal distribuição ao longo do ano.

## 2.2 Determinação da umidade e abertura das rachaduras

Na medida em que surgiam as rachas, eram estabelecidos aleatoriamente pontos na abertura das rachas, conforme esquematizado na figura 1.

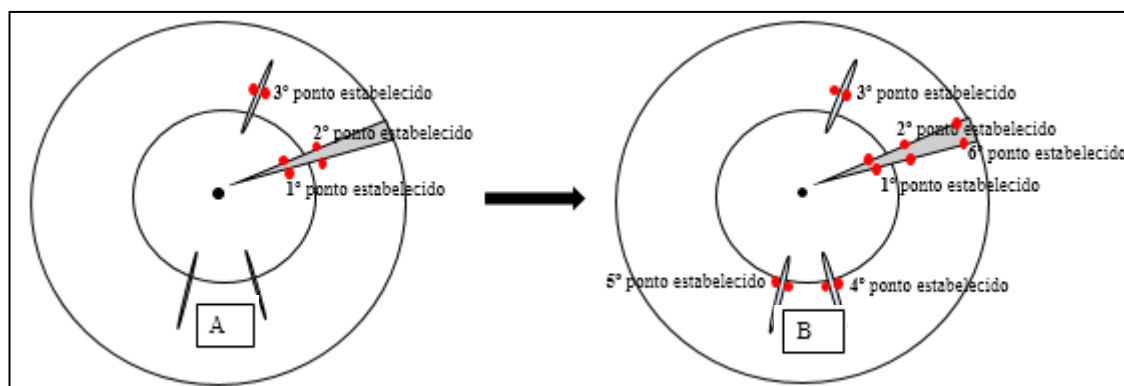


Figura 1. Esquema de acompanhamento da abertura, em pontos estabelecidos nas rachas

Os primeiros pontos, de acompanhamento, foram estabelecidos nas rachas assim que as mesmas apresentaram abertura (Figura 1 – A). Após os primeiros pontos, foram estabelecidos novos pontos de acordo com o aumento da abertura das rachas (Figura 1 – B).

A massa das amostras foi medida periodicamente, com o auxílio de uma balança digital, assim como o monitoramento da abertura das rachaduras nos pontos que foram estabelecidos, por meio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, conforme apresentado na figura 2.

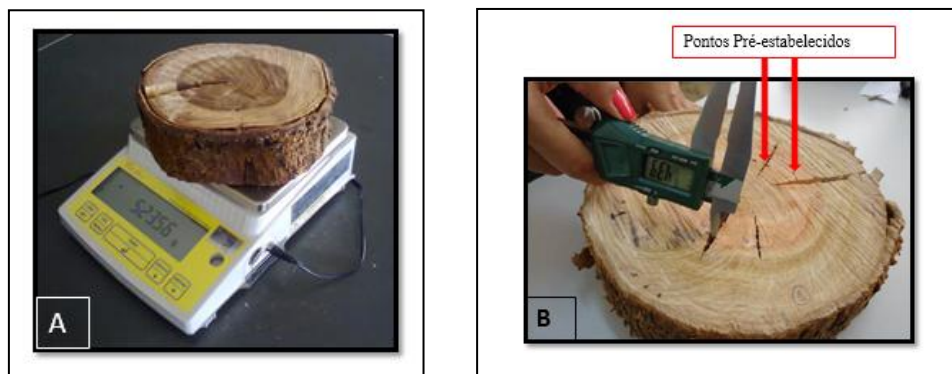


Figura 2. Determinação da massa para acompanhamento da perda da umidade (A) e da abertura das rachaduras em pontos estabelecidos (B) nos discos de *Eucalyptus*

### 2.3 Método de secagem

O método de secagem adotado foi ao ar livre, sendo que os discos foram dispostos em pé, de modo que pudessem perder água livre de ambas as laterais até se estabilizarem com a umidade relativa do ambiente, uma vez que, a secagem ocorreu até a umidade de equilíbrio. O ponto de saturação das fibras (PSF) foi considerado igual a 30%, valor médio relatado por Skaar (1972). Foi determinada a umidade inicial, a umidade de equilíbrio, a média da abertura das rachaduras, os dias até ao ponto de saturação das fibras e até a umidade de equilíbrio e uma curva da perda de umidade em função do tempo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir a tabela 2 apresenta informações de cada disco e da abertura das rachas durante os 21 dias de secagem ao ar livre.

Tabela 2 – Descrição dos Materiais Genéticos

MG	UI	UE	MR	PSF	UE
DE6	153,03	94,13	2,87	6°	8°
DE9	237,39	126,81	1,53	3°	9°
DE13	1059,62	676,42	1,15	9°	14°
DE19	1705,46	1313,28	5,15	8°	14°
DA16A	828,76	Não atingiu	2,1	Insuficiente	Insuficiente
DA16B	1042,93	Não atingiu	Sem abertura	Insuficiente	Insuficiente

Em que: MG = material genético; UI = Umidade inicial; UE = umidade de equilíbrio; MR= média da abertura das rachas, em mm; PSF = dias até a umidade no ponto de saturação das fibras; UE = dias até a umidade de equilíbrio.

O Gráfico 1, apresenta a abertura das rachas durante a secagem do DE6, sendo esta abertura representada pelos pontos estabelecidos nas rachas.

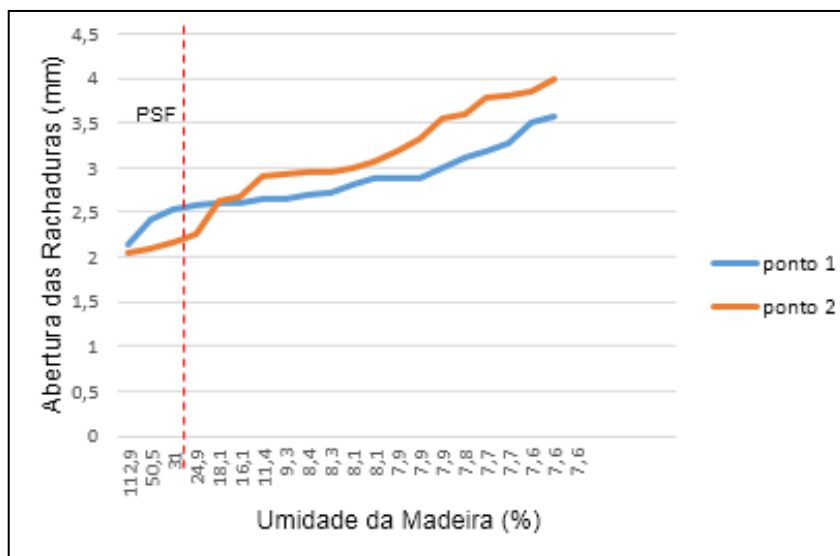


Gráfico 1. Abertura das rachaduras em função da perda de umidade do disco de seis cm de diâmetro (DE6)

As rachas do DE6, deram início com a saída da água livre, e após o PSF a abertura das rachas acentuou-se, isso devido a perda da água adsorvida, apresentando em média 2,86 mm (Tabela 2) de abertura.

O Gráfico 2, apresenta o comportamento da abertura das rachaduras do DE9.

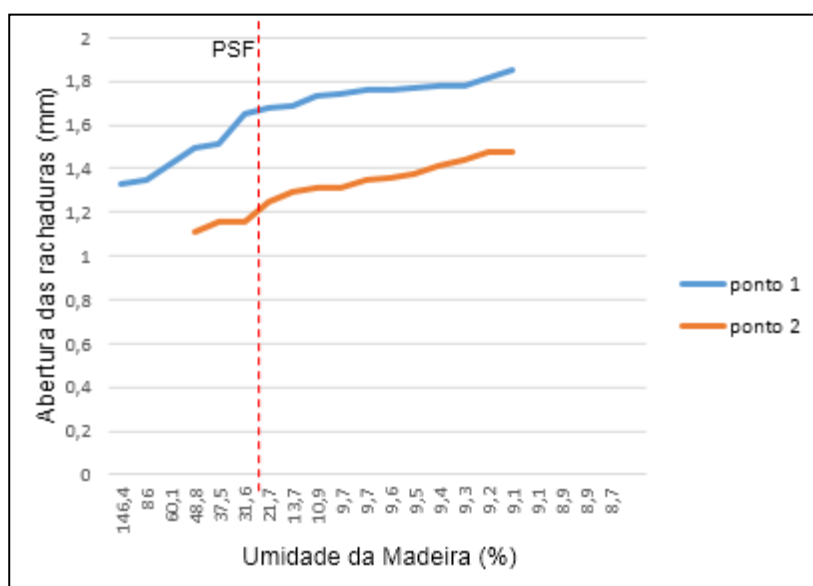


Gráfico 2. Abertura das rachaduras em função da perda de umidade do disco de nove cm de diâmetro (DE9)

Assim como no DE6 (Tabela 2), a abertura das rachas do DE9 (Tabela 2) iniciou com a perda da água livre, variando de 1,1 a 1,65 mm de abertura, até o PSF. Durante a saída da

água adsorvida a abertura das rachas aumentaram, e por final apresentou em média 1,53 mm de abertura, sendo menor quando comparado com a média das rachas do DE6, que foi igual a 2,86 mm. Através da figura 3, é possível acompanhar o surgimento e a evolução da abertura das rachas, com a perda da umidade do DE9 (Tabela 2).



Figura 3. Evolução da abertura das rachas do disco de nove cm de diâmetro (DE9)

O Gráfico 3, referente ao DE13 apresenta a abertura das rachas durante a secagem do disco.

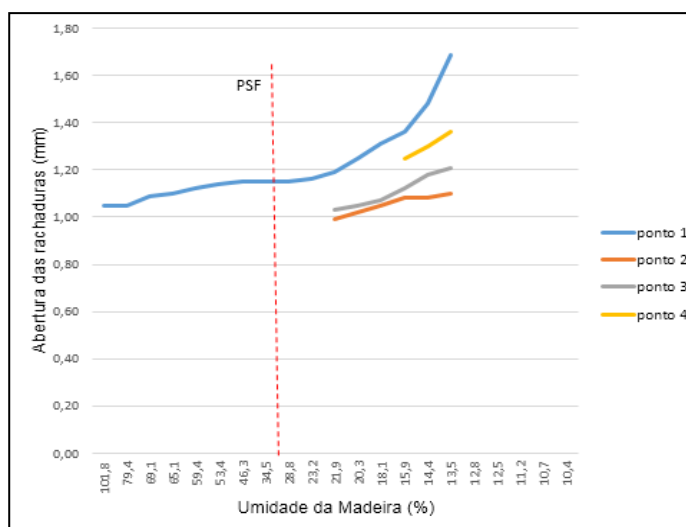


Gráfico 3. Abertura das rachas em função da perda do disco de treze cm de diâmetro (DE13)

O DE13, apresentou inicialmente pequena abertura, sendo necessário estabelecer apenas um ponto de acompanhamento na racha, porém ocorreu aumento após o PSF, com aproximadamente 91% de abertura, sendo mais acentuada no final da secagem. Esse aumento acentuado se deve a perda da água adsorvida, que ocorreu no final da secagem e alterou as propriedades da madeira causando as rachaduras, apresentando em média 1,15 mm de abertura.

O Gráfico 4 demonstra o comportamento da abertura das rachaduras com relação a perda de umidade.

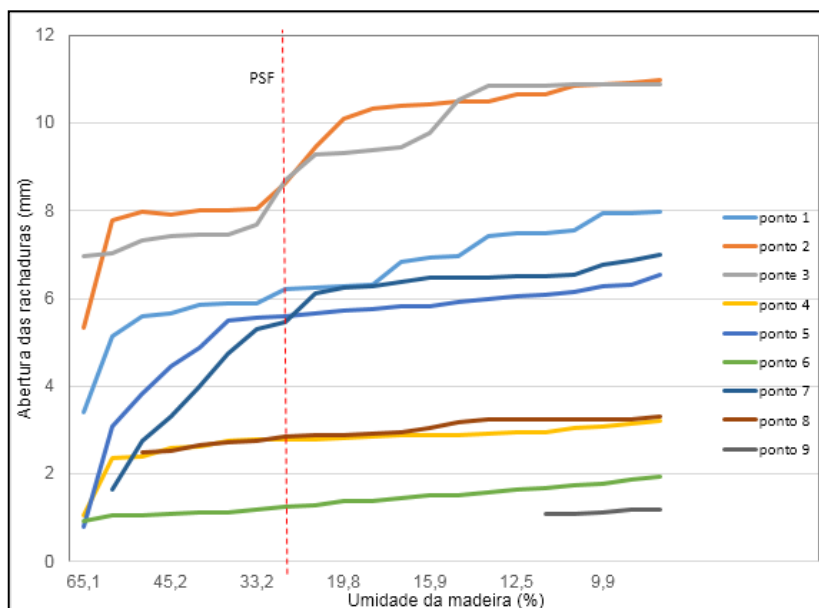


Gráfico 4. Abertura das rachaduras em função da perda de umidade do disco de dezenove cm de diâmetro (DE19)

Observa-se no DE19 (Gráfico 4), que a abertura das rachaduras, a qual é representada por pontos estabelecidos nas rachas, surgiu mais rapidamente no início da secagem, variando de 0,7 a 8,3 mm, resultando em 76,5% da abertura e o restante ocorrendo com a saída da água adsorvida. Vital, Della Lúcia e Valente (1985), estudando a taxa de secagem da lenha de *Eucalyptus grandis* em função do número de dias de secagem, posição na pilha e em função do diâmetro, obtiveram resultados semelhantes com a saída da água adsorvida, causando defeitos na madeira. A abertura das rachaduras apresentada foi menor comparado com o trabalho de Severo (1989), que realizou um teste de liberação das tensões de crescimento, através do anelamento e vaporização de toras de *Eucalyptus dunnii*. Isso pode ser atribuído às características das toras trabalhadas neste trabalho, sendo de menor diâmetro, comprimento pequeno das rachas, por elas serem mais novas, por se tratar de espécies diferentes, dentre outras. A seguir a Figura 4 apresenta a evolução da abertura das rachas do DE19.

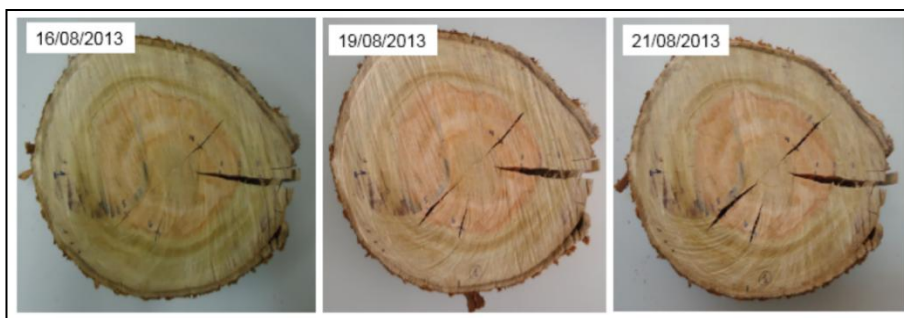


Figura 4. Evolução da abertura das rachas do DE19

O Gráfico 5 apresenta o comportamento da abertura das rachas do disco de *Acacia* (DA16A).

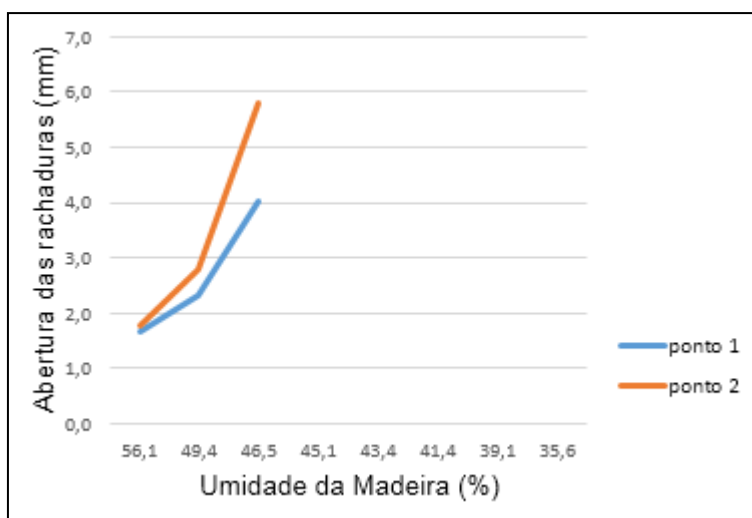


Gráfico 5. Abertura das rachas em função da perda de umidade do disco de dezesseis cm de diâmetro (DA16A)

O DA16A (Gráfico 5), apresentou inicialmente rachas superficiais, como pode ser visto na figura 3. Após 19 dias de secagem a abertura das rachas destacou-se, com aumento da abertura, porém apresenta menor média de abertura, igual a 2,1 mm, quando comparada com a média do DE19, igual a 5,15 (Tabela 2). Uma vez que, diferente dos discos de *Eucalyptus* (Tabela 2) que alcançaram o PSF durante a secagem e a abertura aumentou com a saída da água adsorvida, o DA16A não chegou até o PSF. Através da Figura 5, nota-se as rachas superficiais do DA16A (Tabela 2).

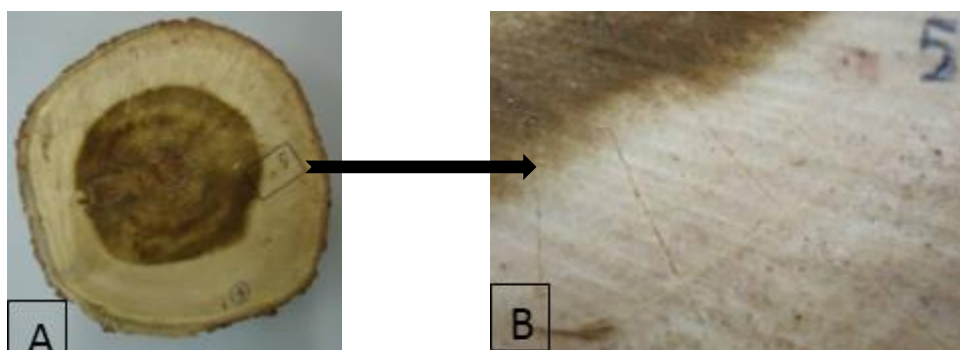


Figura 5. Disco de *Acacia* (A) e Rachas Superficiais (B)

No DA16B ocorreu somente rachas superficiais, não apresentando abertura. Este fato, possivelmente, pode ter relação com a não estabilização da umidade do disco, que necessita de um período maior de tempo de secagem para alcançar a umidade de equilíbrio. Braz et al. (2015), também obtiveram resultados semelhante com a secagem da madeira de *Acacia*. Analisando o comportamento das curvas características de secagem ao ar livre de tábuas de *Acacia mangium* e *Tectona grandis*, onde a secagem da madeira de *Acacia* foi mais lenta que a da *Tectona grandis*.



O Gráfico 6 demonstra o comportamento da secagem dos discos de maior (DE19) e menor (DE 6) diâmetro de *Eucalyptus* e do disco (DA16A) de *Acacia*.



Gráfico 6. Curva de secagem dos discos de *Eucalyptus* e de *Acacia* em função dos dias de secagem.

Como o DA16B não apresentou abertura das rachas durante os dias de acompanhamento da secagem, não foi representado a curva de secagem no Gráfico 6. A saída da água livre, do disco de maior diâmetro, nos primeiros nove dias foi alta, período que coincide com grande abertura das rachas (Gráfico 4), após esse tempo a secagem foi ocorrendo de forma mais lenta com a saída da água adsorvida. Já o disco de menor diâmetro, teve até o quarto dia grande perda de água livre, alcançando o PSF à partir do sexto dia, período que houve aumento da abertura das rachas (Gráfico 1) e após os nove dias a secagem se estabilizou. Observa-se que a taxa de secagem do disco de *Acacia* foi constante durante 19 dias, uma vez que, as rachas superficiais começaram a se abrir após esse tempo de secagem (Gráfico 5). O comportamento do fluxo de água nos discos é semelhante ao obtido por Zanuncio et al. (2013), que encontraram em toras recém abatidas de *Eucalyptus* e *Corymbia*, maiores taxas de secagem nos primeiros 15 dias. Rezende et al. (2010), também tiveram maiores taxas de secagem na primeira de semana de secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis*, sendo a perda de 20% de umidade para toras com casca e 30% para as sem casca.

#### 4 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos com a secagem dos discos de *Eucalyptus* e *Acacia* pode-se concluir que:

- Os discos de *Eucalyptus* apresentaram rachaduras durante a secagem, tanto com a saída da água livre quanto com a da água adsorvida. Dentre os quatro discos, somente o disco 1 que apresentou grande abertura das rachas no início da secagem, com a perda da água de capilaridade, enquanto os demais discos apresentaram

baixos índices de abertura com a perda da água livre. Já durante a saída da água adsorvida, a abertura foi mais acentuada para os quatro discos.

- b) Os discos de *Acacia* não alcançaram a umidade de equilíbrio, logo só houve perda de água livre. Com isso, em um dos discos ocorreu somente rachas superficiais, não apresentando abertura e no outro disco, a abertura das rachas superficiais foram grandes.
- c) A saída da água livre provocou abertura de rachas tanto na madeira de *Eucalyptus* quanto na de *Acacia*.

## 5 AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9487**: Classificação de Madeira serrada de folhosas. Rio de Janeiro, 1986. 32 p.

BRAZ, A. L.; DUARTE, A. P. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; MOTTA, J. P.; ROSADO, A. M. Curva Característica de Secagem da Madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. **FLORAM – Revista Florestal e Ambiente**, v. 22, p. 117 – 123, 2015.

JANKOWSKY, I.P; SANTOS, G.R.V.; ANDRADE, A. Secagem da Madeira Serrada de eucalipto. **Circular Técnica do IPEF**, Piracicaba, n. 199, dez. 2003.

JÚNIOR, A. S. **Aplicação da classificação de Koppen para zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 51 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REZENDE, R. N.; LIMA, J. T.; PAULA, L. E. de R. e; FARIA, A. L. R. Secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. **CERNE (UFLA) JCR**, v. 16, p. 41-47, 2010.

SEVERO, E. T. D., **Estudo Sobre o Efeito da Vaporização nas Propriedades e Comportamento de Secagem da Madeira de *Eucalyptus dunnii* Maid**. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SKAAR, C. **Water in wood**. Syracuse: Syracuse University, 1972. 218 p.

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; VALENTE, O. F. Estimativa do teor de umidade de lenha para carvão em função do tempo de secagem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 9, n. 1, p. 10-27, jan./jun. 1985.

ZANUNCIO, A. J. V.; LIMA, J. T.; MONTEIRO, T. C.; CARVALHO, A. G. TRUGILHO, P. F. Secagem de toras de *Eucalyptus* e *Corymbia* para uso energético. **Sci. For., Piracicaba**, v. 41, n. 99, p. 353 – 360, set. 2013.