



ANÁLISE QUÍMICA DO BAGAÇO DE CEVADA PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

Daniella D. C. KNIESS¹; Helena C. VIEIRA¹; Angela Z. N. GAA¹, Gabriela C. RICARDO¹;
Ailton BALDUINO¹; Alexsandro B. da CUNHA², Polliana D. RIOS² e Giuliano F.
PEREIRA¹

¹ Mestrandos em Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

² Professor Dr. no Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

Resumo: Devido à alta quantidade de resíduos gerados pela indústria cervejeira e a necessidade de matéria prima alternativa pra a produção de painéis aglomerados. O objetivo deste trabalho foi determinar a composição química do bagaço de cevada para produção de painéis aglomerados. Para avaliar a composição química do bagaço de cevada foram empregadas as normas usualmente utilizadas para a madeira. Portanto, seguindo a norma ABNT (2004), foram determinados os teores de extrativos em: etanol-tolueno (1:2); etanol e água quente. Também foram determinados os teores de cinzas e lignina (TAPPI (1993): T413 om-06 e T222 om-08, respectivamente). O teor de holocelulose foi determinado por diferença dos demais componentes. O teor médio para extrativos totais obtidos foi de 20,16 %, para o teor de cinzas de 3,87 %, para lignina de 27,85% e para teor de holocelulose foi de 48,12%. Com isso, pode-se concluir que o bagaço de cevada tem potencial como material lignocelulósico, para a produção de painéis aglomerados.

Palavras-chave: Matéria-prima alternativa, Resíduo industrial, Bagaço de Malte.

Abstract: Due to the high amount of waste generated by the brewing industry and the need for alternative raw material for the production of chipboard panels. The objective of this study was to determine the chemical composition of barley bagasse for production of chipboard panels. To evaluate the chemical composition of barley bagasse were employed standards commonly used for wood. Therefore, according to ABNT (2004), it was determined in the extractives content: ethanol-toluene (1: 2); ethanol and hot water. Were used to estimate the levels of ash and lignin (TAPPI (1993): T413 om-06 and T222 om-08, respectively). The holocelulose content was determined by difference of the other components. The average content for extractives obtained was 20.16% for ash content of 3.87% to 27.85% lignin and holocellulose content was 48.12%. Thus, it can be concluded that the barley has potential as bagasse lignocellulosic material, for the production of chipboard panels.

Key words: Alternative Raw Material, Beer Residues, Industrial Waste.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a madeira de florestas plantadas, em especial, de eucalipto e de pinus, constitui a principal fonte de matéria-prima para produção de painéis particulados (PIERRE et al., 2014).

Para atender o crescente consumo deste mercado, é necessário não somente aumentar a área de plantios com essas espécies, mas também procurar opções de matéria-prima que possam contribuir de forma quantitativa e qualitativa (SILVA et al., 2014).

A produção de painéis à base de matérias primas não-madeira, como os resíduos agroindustriais, vem despertando o interesse de pesquisadores no mundo todo (MELLO et al., 2013). A utilização destes resíduos como fonte de matéria-prima para novos materiais e produtos, mostra-se como alternativa para atender a demanda do setor de painéis aglomerados, apresentando-se com vários tipos de resíduos lignocelulósicos com potencialidades para aproveitamento (MENDES, 2010).

O bagaço de malte ou bagaço de cevada, é um subproduto obtido no início do processo de produção de cerveja, correspondendo a cerca de 85% do total de subprodutos gerado. Constituído basicamente pelas cascas da cevada malteada, encontra-se disponível o ano todo, em grandes quantidades e a um baixo custo (MUSSATTO et al., 2006). Este material é rico em fibras e proteínas e ainda muito pouco estudado (MELLO et al., 2013).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CERVBRASIL, 2014), o setor cervejeiro brasileiro é o mais importante do mercado sul-americano e um dos maiores do mundo, ocupando a terceira posição mundial em produção de cerveja, atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Em 2014, o setor foi responsável por 2% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, além disso, foram produzidos 14,1 bilhões de litros de cerveja.

A produção da cerveja gera uma expressiva quantidade de resíduo, uma vez que a cada 100 L de cerveja produzida, resultam em 20 quilos de bagaço de cevada com 79% de umidade (REINOLD, 1997; FREITAS, 2006).

Um ponto comum entre os materiais lignocelulósicos, como a madeira e o bagaço de cevada, é que são quimicamente constituídos de componentes majoritários que compreendem a celulose, polioses e lignina, e os componentes minoritários, formados por extrativos e substâncias inorgânicas (cinzas). A influência destes componentes químicos, na formação e performance da ligação adesiva na produção dos painéis de madeira, está relacionada principalmente à exposição de áreas de maior ou menor concentração de extrativos na superfície a ser colada (IWAKIRI, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, as propriedades químicas mais importantes na colagem são os extrativos, pH e teor de cinzas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a análise química quantitativa do bagaço de cevada para caracterizá-la como matéria-prima alternativa para a produção de painéis aglomerados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do bagaço de cevada foram fornecidas pela Cevatrans, distribuidora de resíduos da empresa AMBEV – Santa Catarina, situada na cidade de Lages, com coordenadas de latitude: 27° 49' 36" S e longitude: 50° 15' 51" W.

2.1 Padronização e climatização das partículas para análise química

Após o recebimento do bagaço de cevada, foi determinado o teor de umidade das partículas, sendo verificado que o material estava com 80% de umidade. Assim, para a classificação granulométrica as partículas foram secas em estufa de circulação forçada até umidade de 12%.

Posteriormente, o material seguiu para ser triturado em moinho de facas, modelo SOLAB 31, do Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas do Centro de Ciências Agroveterinárias CAV –UDESC. Para a padronização do tamanho das partículas utilizou-se peneiras de 40 e 60 Mesh. Após classificação, as partículas foram mantidas até massa constante em sala aclimatada, com umidade relativa de $60 \pm 5\%$ e temperatura de $20 \pm 3^\circ\text{C}$.

2.2 Análise Química

Para avaliar a composição química do bagaço de cevada foram empregadas as normas usualmente utilizadas para a madeira.

Foi determinado o teor de extrativos em: etanol-tolueno (1:2); etanol e água, sequencialmente em ordem de polaridade crescente. Ainda, foi determinado o teor de cinzas, lignina e holocelulose. Na Figura 1, está representada a sequência utilizada para as análises químicas realizadas no bagaço de cevada.

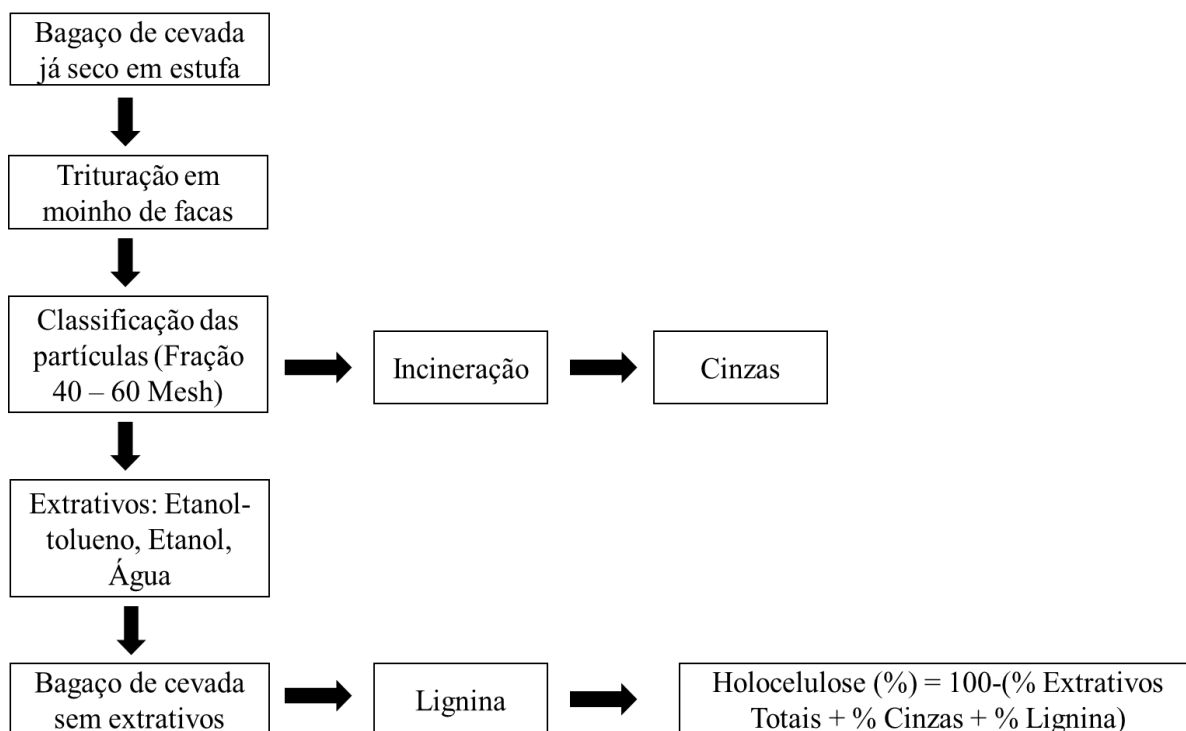


Figura 1. Sequência das análises química do bagaço de cevada



2.2.1 Extrativos em etanol-tolueno

Para a quantificação dos extrativos em etanol-tolueno utilizou-se a norma ASTM D-1107-94. Substituindo o benzeno pelo tolueno. Para análise utiliza-se 200 ml da solução de Etanol-tolueno, sendo duas partes de tolueno para cada parte de etanol.

A extração é feita através dos extratores Soxhlet, por aproximadamente 8 horas. A porcentagem dos extrativos é obtida pela Eq. (1).

$$Ee:t = [((Pf - Pi)) / 2] * 100 \quad (1)$$

Onde: $Ee:t$ = Extrativos em Etanol:Tolueno (% em relação a massa seca da amostra); Pf = Peso final do Balão Volumétrico (g); Pi = Peso inicial do balão Volumétrico (g).

2.2.2 Extrativos em etanol

A determinação da quantidade de extrativos em etanol foi realizada através da extração sucessiva nos extratores Soxhlet. Sendo utilizados 200 ml de etanol absoluto. Através da Eq. (2) foi possível determinar a porcentagem de extrativos em etanol presentes na madeira.

$$Ee = [((Pf - Pi)) / 2] * 100 \quad (2)$$

Onde: Ee = Extrativos em Etanol (% em relação a massa seca da amostra); Pf = Peso final do Balão Volumétrico (g); Pi = Peso inicial do balão Volumétrico (g).

2.2.3 Extrativos em água

Para os extrativos em água, utilizou-se 200 ml de água destilada. Determinou-se a porcentagem de extrativos através da Eq. (3).

$$Ea = [((Pf - Pi)) / 2] * 100 \quad (3)$$

Onde: Ea = Extrativos em Água (% em relação a massa seca da amostra); Pf = Peso final do Balão Volumétrico (g); Pi = Peso inicial do balão Volumétrico (g).

2.2.4 Extrativos em Totais

A porcentagem de extrativos totais é determinada através da Eq. (4).

$$Et = Ee:t + Ee + Ea \quad (4)$$

Onde: Et = Extrativos totais (% em relação a massa seca da amostra); $Ee:t$ = Extrativos em etanol tolueno (% em relação a massa seca da amostra); Ee = Extrativos em etanol (% em relação a massa seca da amostra); Ea = Extrativos em água (% em relação a massa seca da amostra).

2.2.5 Teor de lignina

Para a determinação do teor de lignina utilizou-se a norma TAPPI T222 OM-88. Inicialmente com a adição de 15 ml de ácido sulfúrico a 72% de concentração em 1 g de amostra sem extrativos, durante 2 horas. Após esse período, deve-se adicionar 460 ml de água destilada à amostra, e deixá-la em chapa de aquecimento durante 4 horas. Depois de 4 horas a amostra deve permanecer decantando até a filtragem em cadinhos de fundo poroso sintetizado.

A porcentagem de lignina foi determinada através da Eq. (5).

$$TL=(P_i-P_f)*100 \quad (5)$$

Onde: TL = Teor de lignina (% em relação a massa seca da amostra); P_i = Peso inicial do Cadinho Sintetizado (g); P_f = Peso final do Cadinho Sintetizado (g);

2.2.6 Teor de Cinzas

Para determinar o teor de cinzas, utilizou-se a norma TAPPI - T413, utilizando a mufla para incinerar 1g de amostra, até que a mesma esteja somente com compostos inorgânicos. A porcentagem de cinzas foi obtida através da Eq. (6)

$$TC=(P_f-P_i)*100 \quad (6)$$

Onde: TC = Teor de cinzas (% em relação a massa seca da amostra); P_f = Peso final do cadinho de cerâmica; P_i = Peso inicial do cadinho de cerâmica.

2.2.7 Teor de holocelulose

Para determinar a porcentagem de holocelulose, utilizou-se a Eq. (7).

$$H=100 - (ET + TL + TC) \quad (7)$$

Onde: H = Holocelulose (% em relação a massa seca da amostra); ET = Extrativos Totais (% em relação a massa seca da amostra); TL = Teor de Lignina (% em relação a massa seca da amostra); TC = Teor de Cinzas (% em relação a massa seca da amostra).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão apresentados os resultados obtidos na análise química. O teor médio para extrativos totais obtidos foi de 20,16 %, para holocelulose de 48,12%, para o teor de lignina de 27,85% e para o teor de cinzas 3,87 %.

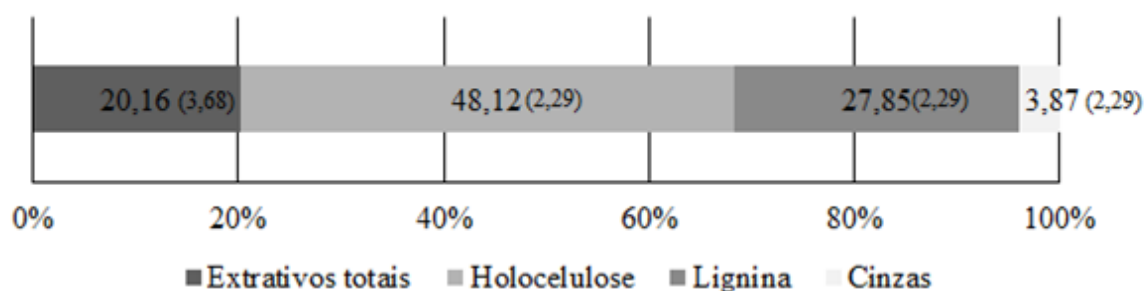


Figura 2. Composição química das partículas de cevada.

O teor médio de extrativos encontrado em etanol-tolueno (1:2) foi de 13,37 %, para etanol de 1,31%, e para água de 5,48%, para tanto, os extrativos totais foram de 20,16%. Estes valores são superiores ao encontrado por Meneses et al., (2013), o qual encontrou um teor de extrativos de 10,73%, em seu estudo também com bagaço de cevada.

O alto teor de extrativos é um fator limitante na produção de painéis aglomerados. Iwakiri (2005) destaca que para a produção de painéis são utilizadas madeiras com teores médios de extrativos que variam entre 5-30%. Porém, a alta quantidade de extrativos pode afetar as reações de polimerização do adesivo ou as reações entre adesivo e partículas (LIMA et al., 2007). De acordo com Cloutier (1998), as espécies com alto teor de extrativos são propensas a estouros do painel no final do ciclo de prensagem e podem interferir na cura do adesivo, além de proporcionar uma ligação de baixa resistência entre as partículas.

Para Albuquerque (2002), o alto teor de extrativos pode ocasionar uma mudança no pH da madeira, afetando o desenvolvimento da coesão, inibindo assim as reações de endurecimento do adesivo. Moslemi (1974) afirma ainda que o elevado teor destes componentes pode reduzir consideravelmente a resistência à adesão interna dos painéis produzidos, no entanto, pode também proporcionar um relativo aumento na resistência a umidade.

O teor de cinzas de 3,87% está semelhante ao encontrado por Santos et al. (2003) citado por Debiagi et al. (2012), o qual encontraram valores de 3,4% de cinzas. Já Mussatto et al. (2006), encontraram teor de cinzas de 4,6%, considerado dentro da faixa de materiais orgânicos (0,1 e 5,4%) indicado por Tsoumis (1991).

Iwakiri (2005) afirma que o conteúdo de cinzas na madeira encontra-se normalmente abaixo de 0,5%, valores os quais não afetariam diretamente a performance da ligação adesiva dos painéis aglomerados. Porém, o alto teor de cinzas (3,87%) encontrado para o bagaço de cevada neste estudo, além de influenciar na ligação adesiva, também pode influenciar no pH dos painéis, que deve situar-se na faixa de 3 a 6, o que prejudicaria a performance de resistência e coesão da linha de cola.

Por outro lado, o alto teor de lignina apresentado (27,85%) pode contribuir para melhorar a adesão entre as partículas dos painéis, consequentemente resultando em melhor colagem (JOSELEAU et al., 2004). Ainda, durante o processo de prensagem para a formação dos painéis altas temperaturas a plastificação da lignina, que atua como elemento aglomerante



das partículas lignocelulósicas, melhorando a adesão e, conseqüentemente a ligação interna dos painéis.

Outros autores também determinaram o teor de lignina do bagaço de cevada. Meneses et al., (2013) encontrou um teor de lignina de 19,40%, já Mello et al. (2013) um teor de 26,13 ± 3,15%, e também Mussatto, et al., (2006) um teor 27,8%, valor igual ao encontrado neste estudo.

Os altos teores de lignina também podem contribuir na melhoria das propriedades físicas dos painéis produzidos. Segundo Araújo Júnior (2014) na faixa de temperatura entre 180°C a 220°C, a lignina funde preenchendo os espaços vazios presentes na superfície e em toda extensão dos painéis, o que dificultará a entrada de água no material reduzindo assim as propriedades físicas de absorção de água e inchamento em espessura.

Segundo Sweet e Winandy (1999) maiores teores de lignina são desejáveis para a produção de painéis de madeira reconstituída por apresentarem estrutura muito condensada e aspecto irregular que propicia ao material alta rigidez, limitando o movimento paralelo à grã e aumentando a resistência mecânica a forças externas.

CONCLUSÕES

O bagaço de cevada pode ser considerado como material alternativo para a produção de painéis aglomerados, porém o alto teor de cinzas e de extrativos, pode influenciar negativamente nas propriedades físicas e mecânicas desses painéis. Por outro lado, o alto teor de lignina encontrado, pode influenciar positivamente.

Para confirmar a potencialidade do uso do bagaço de cevada como matéria prima alternativa para a produção de painéis aglomerados, será necessário avaliar as propriedades físicas e mecânicas dos painéis produzidos, além de um estudo da viabilidade econômica da sua utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo Camargo de. Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados. 150 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. (ASTM D –1107). Standard test method for alcohol-benzene solubility of wood. Annual Book of ASTM standards: wood. Philadelphia: v.0410, 1994. p. 189-190.

ARAÚJO JÚNIOR, C.P. de. Painéis de fibras elaborados a partir da casca do coco verde sem adição de resinas aglutinantes. 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Materiais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.



CERVBRASIL. Indústria cervejeira está conectada com o desenvolvimento do país, 2014. Disponível em: <http://cervbrasil.org.br/2014/04/a-cerveja-como-contribuicao-economica/>. Acesso em: 05 jun. 15.

CLOUTIER, A. Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties and uses. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD PRODUCTS OF HIGH TECHNOLOGY, 1. 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SIF, 1998. p. 173-185.

CORDEIRO, L.G. Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos. 2011. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

DEBIAGI, F.; IVANO, L.R.P.F.M.; NASCIMENTO, P.H.A.; MALI, S. Embalagens biodegradáveis de amido reforçadas com fibras lignocelulósicas provenientes de resíduos agroindustriais. BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY REPORTS, v.1, n.2, p. 57 - 67, 2012. Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/download/14334/12352> Acesso em: 14/03/15.

FREITAS, G. L. S. Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada e no bagaço de brassagem. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

IWAKIRI, S. Painéis de Madeira reconstituída. FUPEF. Curitiba, 2005, 247p

JOSELEAU, J. P. et al. Detection in situ and characterization of lignin in the Glayer of tension wood fibres of *Populus deltoids*. *Planta*, Berlin, v.219, n. 2, p. 338-345, Apr. 2004.

LIMA, C. et al., Características anatômicas e química da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 2, p. 123-129, 2007.

MELLO, L.R.P.F.; VERGÍLIO, R.M.; MALI, S. Caracterização Química e Funcional do Resíduo Fibroso da Indústria Cervejeira. In: Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia, 3. 2013, Londrina. Anais...Londrina, 2013. p.191-194. Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/viewFile/15746/12938>> Acesso em: 25/05/15.

MENDES, R.F.; MENDES, L.M.; ABRANCHES, R.A.S.; DOS SANTOS, R.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, J.B. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. *SCIENTIA FORESTALIS*, v.38, n. 86, p. 285-295, 2010.

MENESES, N. G. T.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J. A.; MUSSATTO, S. I. Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. *Separation and Purification Technology*, v. 108, p. 152–158, 2013.

MOSLEMI, A. A. Particleboard. London: Southern Illinois University Press, 1974. 245 p.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers'spent grains: generation, Characteristics and potencias applications. *Journal of Central Science*. v. 4, p. 1-14, 2006.



PIERRE, F. C.; BALLARIN, A. W.; PALMA, H. L. Caracterização física de painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis* com adição de resíduos industriais madeireiros. CERNE, v.20, n.2, p. 321-328, 2014.

REINOLD, M.R. A Cervejaria e o meio ambiente. In: Manual prático de cervejaria, 1a. Edição. São Paulo: ADEN – Editora e Comunicações Ltda. p.163-197, 1997.

SILVA, M. R. da; FIORELLI, J.; NASCIMENTO, M.F. do; LAHR F. A. R.; SALVASTANO JUNIOR, H. Painéis sustentáveis a base de fibra de malva, madeira termoretificada e bagaço de cana-de-açúcar. In: Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 1. 2014, Guimarães, Portugal. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31159/1/1959-Volume%202.pdf>> Acesso em: 20/05/2015.

SINDICERV Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/clipping/04/sindicerv3004.pdf>> Acesso em: 17/05/2015.

SWEET, M. S.; WINANDY, J. E. The influence of degree of polymerization (DP) of cellulose and hemicellulose on the strength loss of fire-retardant-treated wood. Holzforschung, Berlin, v. 53, n. 3, p. 311-317, 1999.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). Atlanta TAPPI Press, 1993.

TSOUMIS, G. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. New York: Chapman & Hall, 1991. p. 309-339.