

Emprego de lignina do bagaço de cana-de-açúcar em cimento odontológico

Use of sugar cane bagasse lignin in dental cement

RESUMO

No Brasil, a cana-de-açúcar é destaque na atividade agrícola do país, a quantidade de bagaço gerada é elevada e grande parte não há destinação, permanecendo acumulado no pátio das usinas. Seu bagaço é rico em materiais lignocelulósicos, celulose, hemicelulose e lignina. A lignina é responsável por oferecer resistência à planta, sendo empregada em várias áreas, como em polímeros, fibras de carbono, entre outros. Aproveitando as características da lignina, averiguou sua contribuição no aumento da resistência a compressão do cimento odontológico, fabricado por uma indústria odontológica do Paraná. Avaliou-se quatro metodologias de extração da lignina do bagaço da cana-de-açúcar, as ligninas foram caracterizadas por espectroscopia vibracional de absorção na região do infravermelho, inferindo que a lignina extraída é do tipo G-S. Foi adicionada de 1 a 6% de lignina ao cimento odontológico e verificou sua influência na resistência à compressão. O tempo de presa do material, em média de 13 minutos, não sofreu alteração com a adição da lignina. O cimento com lignina apresentou aumento significativo da resistência a compressão com valores entre 23 e 26 MPa.

PALAVRAS-CHAVE: Bagaço. Cimento endodôntico. Compressão.

ABSTRACT

In Brazil, sugarcane is highlighted in the country's agricultural activity, the amount of bagasse generated is high and a large part is not destined, remaining accumulated in the mills' yards. Its bagasse is rich in lignocellulosic materials, cellulose, hemicellulose and lignin. Lignin is responsible for offering resistance to the plant, being used in several areas, such as in polymers, carbon fibers, among others. Taking advantage of the characteristics of lignin, he investigated its contribution in increasing the compressive strength of dental cement, manufactured by a dental industry in Paraná. Four methodologies for extracting lignin from sugarcane bagasse were evaluated. Lignins were characterized by vibrational absorption spectroscopy in the infrared region, inferring that the extracted lignin is of the G-S type. 1 to 6% lignin was added to the dental cement and verified its influence on the compressive strength. The setting time of the material, on average 13 minutes, did not change with the addition of lignin. Cement with lignin showed a significant increase in compressive strength with values between 23 and 26 MPa.

KEYWORDS: Bagasse. Endodontic cement. Compression.

João Victor Muriana Mendonça
joamuriana@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Priscila da Silva Brizzi
priscila.brizzi@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Jonatan Probst Hagedorn
jonatan.hagedorn@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Janksyn Bertozzi
janksynbertozzi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Alessandra Stevanato
stevanato@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 09 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Os cimentos endodônticos são utilizados pelos profissionais da odontologia para o selamento das comunicações do meio externo e interno do dente, sendo estes à base de hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio reage em contato com a água, umidade e temperatura da mucosa bucal, tornando-se rígido após determinado tempo e o mesmo torna-se permanente no local onde foi adicionado (CAMILLERI, 2007).

Pensando em aumentar a resistência à compressão do cimento de forma sustentável e renovável, admitiu-se escolher o bagaço da cana-de-açúcar, pois sua destinação é incerta após a extração de seu componente principal (GOSELINK *et al.*, 2004, KUMAR *et al.*, 2009, SETUA *et al.*, 2000).

O bagaço da cana-de-açúcar após a moagem nas destilarias, parte é destinada para alimentação da caldeira para geração de energia para o processo de obtenção do açúcar e do etanol, e outra pequena parte é destinada para geração de bioenergia, mas mesmo assim toneladas do bagaço continuam sem destinação e ficam empilhadas nos pátios das usinas, ocupando espaço, atraindo animais peçonhentos, etc (SANTOS *et al.*, 2011).

As fibras do bagaço são ricas em componentes lignocelulósicos, celulose, hemicelulose, pectinas, lignina, entre outras gomas. A lignina é a grande responsável em fornecer rigidez e resistência a planta. Hoje a lignina já é empregada em outros materiais com o intuito de aumentar a resistência, como em polímeros, fibras de carbono entre outros materiais (PANDEY *et al.*, 2000).

Devido ao seu caráter aromático, a lignina pode ser separada por precipitação e utilizada como matéria-prima para obtenção de diversos produtos, tais como, fenóis, vanilina, agentes dispersantes, emulsificantes e quelantes, pesticidas, adesivos, aditivos para concreto, componentes de resinas, carvão vegetal, entre outros (QUINELATO, 2016).

Assim, a lignina pode ser empregada no cimento odontológico com o intuito de verificar o aumento de sua resistência à compressão, minimizando o risco de fratura do dente quando exposto a forças excessivas durante a mastigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram: cimento endodôntico comercial, já o bagaço da cana-de-açúcar utilizado nas extrações foi obtido em estabelecimentos de venda de caldo de cana da mesma cidade.

O bagaço da cana-de-açúcar foi triturado em um mixer, lavado e seco em estufa por 24 horas a 60 °C. Em seguida foram pesadas 10,0 g do bagaço seguida de hidrólise ácida: 300 mL de H₂SO₄ 30% (v/v), mantido sob aquecimento a 50 °C por 30 minutos. O bagaço hidrolisado foi lavado com água destilada até apresentar pH neutro.

Após a preparação do material, a extração da lignina do bagaço da cana-de-açúcar ocorreu utilizando o seguinte procedimento: o bagaço foi transferido para um balão de três bocas de fundo redondo, adicionou-se 300 mL de NaOH 0,1 mol/L à 50 °C por 30 minutos em um sistema de refluxo. Após esse tempo, a

solução foi filtrada e ao bagaço foram adicionados novamente 300 mL de NaOH 0,1 mol/L e o procedimento anterior foi repetido.

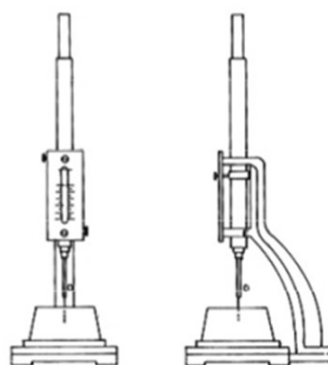
Após a secagem da lignina, as amostras foram analisadas por espectroscopia de absorção na região do infravermelho. As medidas de IV foram realizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, utilizando um espectrofotômetro FT-IR Spectrometer Spectrum Two, Perkin Elmer, acoplado ao acessório de Reflectância Total Atenuada (ATR/FTIR) sendo as medidas feitas no intervalo de 4000 a 400 cm^{-1} .

O efeito da adição da lignina no cimento odontológico foi avaliado pela análise de tempo de presa e resistência a compressão da mistura lignina + cimento odontológico em 6 concentrações diferentes.

Para análise de tempo de presa, a proporção citada anteriormente foi misturada e colocada em um disco de 3 mm de espessura e 10 de diâmetro. Ao iniciar a mistura lignina + cimento odontológico com a água o cronômetro foi disparado e com o auxílio de uma agulha de Vicat (Figura 1) determinou-se o tempo de presa da mistura. Para isso, após transcorrer 10 minutos do início da mistura, foi posicionada a agulha de Vicat sutilmente sobre a amostra em vários pontos a cada 30 segundos até que a superfície não fosse marcada (AGUIAR, 2008).

Para as análises das propriedades mecânicas e tempo de presa da mistura lignina + cimento odontológico, foram preparadas 3 repetições para cada porcentagem de lignina adicionadas ao cimento, totalizando 20 amostras. As proporções de lignina adicionadas foram de 1 a 6%. Para a análise de tempo de presa e resistência a compressão foram usadas 0,20 g de cimento odontológico + lignina e duas gotas de água.

Figura 1- Esquema Agulha de Vicat



Fonte: Adaptado de NBR NM-43 (2003).

A resistência a compressão foi determinada inicialmente misturando a proporção definida a água e disposta em um molde de 6 mm de altura e 4 mm de diâmetro, a mesma foi levada a estufa por 1 h à 37 °C e prensada entre dois discos de metal.

Transcorrido 1 h, o corpo de prova foi retirado do molde e submerso em água, o mesmo foi levado à estufa à 37 °C por 24 horas. Após esse tempo, o corpo de prova foi submetido ao teste de resistência a compressão conforme ADA 96:2012, utilizando uma Máquina Universal de Ensaio, de marca Kratos,

como carga de 500 Kgf e velocidade 1 mm min⁻¹, a resistência é determinada através da Eq. (1):

$$c = \frac{\pi p}{4(d^2)} \quad (1)$$

Onde:

p = força máxima aplicada

d = diâmetro do corpo de prova

c = resistência a compressão em MPa

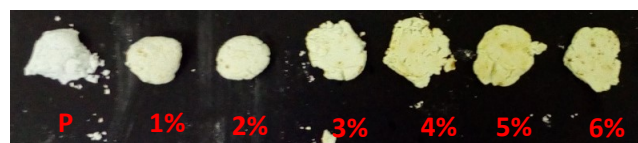
RESULTADOS

De acordo com os espectros de IV, obtidos pelas diferentes extrações da lignina do bagaço de cana-de-açúcar, observaram-se bandas características da lignina. Uma ampla banda de absorção em 3353 cm⁻¹ devido a vibrações do estiramento O-H em grupos aromáticos e alifáticos. As bandas a 2927 e 2844 cm⁻¹ são características de estiramentos assimétricos e simétricos C-H nos grupos metil e metileno.

Foi possível confirmar a presença de um grupo fenol, observando a larga banda de O-H e a presença do pico de alta intensidade absorvido em 1120 cm⁻¹. Segundo Barbosa (2008), uma absorção máxima em aproximadamente a 1124 cm⁻¹ indica a presença de lignina guaiacila-seringila (G-S). A banda absorvida em 830 cm⁻¹ indicou a presença de grupo C-H aromáticos.

Após a análise dos IVs, fez-se a adição da lignina ao cimento endodôntico e observou-se uma alteração em sua coloração, como ilustrado na Figura 2. Esta diferença de cor pode ser atribuída às características da lignina, por se tratar de uma degradação natural quando em contato com a luz e oxigênio. Mori et al., 2004, conclui que a lignina sofre oxidação com a luz, causando escurecimento da madeira.

Figura 2- Influência na coloração do cimento odontológico comercial à adição de diferentes porcentagens de lignina

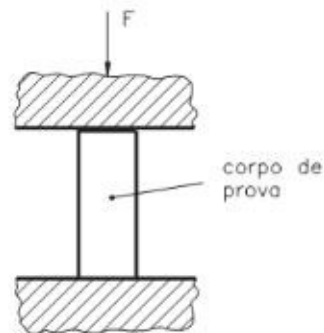


Fonte: Arquivo próprio (2019).

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Os ensaios de compressão foram usados principalmente quando se deseja conhecer o comportamento de um material submetido a deformações grandes e permanentes, como ocorre em aplicações de fabricação, ou quando o material é frágil sob tração. Os corpos de prova são submetidos a uma força axial para dentro (Figura 3), distribuída de modo uniforme em toda seção transversal do corpo de prova (DALCIN, 2007).

Figura 3- Aplicação de força sob um corpo de prova



Fonte: Adaptado de Dalcin (2007).

O processo de endurecimento do cimento endodôntico é descrito como uma reação de hidratação de seus silicatos sendo o Ca_2SiO_4 o responsável pelo desenvolvimento da resistência mecânica.

Neste processo, ocorre inicialmente a dissolução de íons a partir do material anidro que induz a formação do hidrato de silicato de cálcio (C-S-H) e hidróxido de cálcio (CH), resultando na cristalização dos hidratos com uma estrutura emaranhada que confere resistência ao material (OLIVEIRA, et.al., 2011).

O fabricante do cimento endodôntico prevê uma resistência a compressão de 40 MPa após 24 h. De acordo com a orientação da bula, corpos de provas foram feitos em formato cilíndrico de dimensões $20 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de altura x $15 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de diâmetro, em seguida, foram emergidos em água a 37°C por 24 h e submetidos à compressão na máquina universal de ensaios (Tabela 1).

TEMPO DE PRESA

O tempo de presa para os cimentos odontológicos, não devem ser prolongados e muito rápidos, pois a dentista precisa de tempo suficiente para misturar corretamente o cimento com a água e levar até o canal a ser preenchido do paciente. Analisando os dados, pode-se concluir que a adição da lignina não alterou o tempo de presa do cimento quando comparado com o tempo de presa do cimento odontológico comercial (Tabela 1).

O cimento endodôntico é composto de baixa concentração de plastificante, apresentando baixa solubilidade em água o que possivelmente retarda a hidratação do cimento e conseqüentemente sua resistência à compressão.

O teste de Tukey nível de 5% de significância foi utilizado para comparar as médias de cada análise, podendo verificar que os dados não apresentaram diferença estatística entre as marcas comerciais e a mistura entre o cimento e a adição de lignina.

Tabela 1 – Valores de média e desvio padrão para os testes de resistência a compressão (MPa) e tempo de presa (min) calculados para a amostra de cimento comercial e para as misturas de cimento comercial e porcentagens distintas de lignina

| Amostras | Resistência a compressão (Mpa) | Tempo de presa (min) |
|-------------------|--------------------------------|----------------------|
| Cimento comercial | 5,98 ± 0,64 | 13,70 ± 0,37 |
| 1 | 24,01 ± 0,71 | 13,46 ± 0,07 |
| % Lignina | 25,01 ± 0,27 | 13,69 ± 0,36 |
| inserida no | 25,54 ± 0,17 | 13,66 ± 0,30 |
| cimento | 25,71 ± 0,11 | 13,67 ± 0,39 |
| comercial | 25,67 ± 0,04 | 13,73 ± 0,36 |
| 6 | 25,81 ± 0,05 | 13,53 ± 0,07 |

Fonte: Autoria própria (2019).

CONCLUSÕES PARCIAIS

O presente estudo possibilitou propor uma alternativa de extração da lignina da cana-de-açúcar, uma fonte renovável abundante no Brasil na qual é muito gerada na fabricação de açúcar e álcool. Foi possível identificar que a lignina obtida é do tipo G-S através da espectroscopia vibracional na região do infravermelho comparando as bandas características com estudos já existentes.

A lignina foi adicionada ao cimento no intuito de verificar alterações nas principais características do cimento comercial não apresentou alterações no tempo de presa.

Quando comparado com a resistência à compressão do cimento endodôntico comercial, em que apresentou 5 MPa, na mistura (lignina + cimento) houve um aumento significativo em sua resistência a compressão.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. A.; SILVEIRA, M. R.; RITTER, D. E.; LOCKS, A.; CALVO, M. C. M. Avaliação das propriedades mecânicas de quatro cimentos de ionômero de vidro convencionais utilizados na cimentação de bandas ortodônticas. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 13, n. 3, p. 104-111, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM-43: Cimento Portland – Determinação da pasta de consistência normal. **NBR NM-43**. Rio de Janeiro, 2003.

BARBOSA, L. C. A.; MALTHA, C. R. A.; SILVA, V. L.; COLODETTE, J. L. Determinação da relação siringila/guaiacila da lignina em madeiras de eucalipto por pirólise acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (pi-cg/em). **Quim. Nova**, v. 31, n. 8, p. 2035-2041, 2008.

CAMILLERI, J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. **J. Int. Endod.**, v. 40, p. 462, 2007.

DALCIN, G. B. **Ensaio dos Materiais**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, 2007.

GOSELINK, R.J. et al. Co-ordination network for lignin – standardisation, production and applications adapted to market requirements (EUROLIGNIN). **Ind. Crop. Prod.**, v. 20, p.21–129, 2004.

KUMAR, M. N. S. et al. Lignin and its applications with polymers. **J Biobased Mater Bioenergy**, v. 3, n. 1, p. 1-24, 2009.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A., LIMA, J. T., TRUGILHO, P. F., OLIVEIRA, A. C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2004.

OLIVEIRA, I. R.; PANDOLFELLI, V. C. Propriedades e bioatividade de um cimento endodôntico à base de aluminato de cálcio. **Cerâmica**, v. 57, p. 364-370, 2011.

PANDEY, A. SOCCOL, C. R. NIGAM, P. SOCCOL, V. T. Potencial biotecnológico de resíduos agroindustriais. I: bagaço de cana. **Bioresource technology**, v. 74 n. 1, p. 69-80, 2000.

QUINELATO, C. **Métodos de extração da lignina do bagaço da cana-de-açúcar da região noroeste do Estado de São Paulo**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, 2016.

SANTOS, M. L., LIMA, O. NASSAR, E. J., CIUFFI, K. J. CALEFI, P. S. Estudo das condições de estocagem do bagaço de cana-de-açúcar por análise térmica. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 507-511, 2011.

SETUA, D. K. et al. Lignin reinforced rubber composites. **Polym Compos**, v. 21, p. 988– 95, 2000.