

ESTUDO DA CASCA DA BANANA VERDE PARA ELABORAÇÃO DE UM BIOMATERIAL CICATRIZANTE DE LESÕES DE PELE*

Elisângela da Silva Ferreira¹
Verônica Scarpini Cândido²
Alisson Clay Rios da Silva³
Sérgio Monteiro Neves⁴
Simone Patrícia Aranha da Paz⁵
Caio Cesar Amorim de Melo⁶

Resumo

A casca de banana verde, possui um efeito cicatrizante aparentemente devido aos taninos presentes na casca verde, pelas suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas. Este trabalho tem como objetivo estudar as propriedades microestruturais da casca da banana verde para fabricação de um biomaterial, devido seu efeito antibactericida e cicatrizante. As análises de DRX foram realizadas no difratômetro de raios-X do modelo X'Pert Pro 3 MPD (PW 3040/60) PANalytical e a espectroscopia na faixa do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) foi realizada utilizando-se um espectrômetro da marca Thermo Scientific, modelo Nicolet iS50. As amostras foram analisadas na região espectral do infravermelho médio (MIR – Middle Infrared), de 4.000 – 400 cm^{-1} . Os resultados evidenciados no DRX demonstraram que o material era amorfo e não apresentou picos e bandas. O FTIR permitiu a detecção de um maior conjunto de variáveis de bandas espectrais compreendidas no intervalo de aproximadamente 1600 a 753 cm^{-1} que sugere uma natureza orgânica. Após a caracterização da casca de banana pode-se inferir que este trabalho possibilitou conhecer os componentes do material e, com base em softwares e literatura disponível, permitiram sua comparação com outros estudos, redes de dados e fichas cristalográficas.

Palavras-chave: Banana; Biomaterial; Cicatrização; Lesões de Pele.

STUDY GREEN BANANA PEEL FOR THE ELABORATION OF A SKIN INJURY BIOMATERIAL

Abstract

The green banana peel has a healing effect apparently due to the tannins present in the green bark, due to its anti-inflammatory and antimicrobial properties. This work aims to study the microstructural properties of the green banana peel to make a biomaterial, due to its antibactericidal and healing effect. XRD analyzes were performed on the X'Pert Pro 3 MPD (PW 3040/60) PANalytical X-ray diffractometer and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) spectroscopy was performed using a spectrometer Thermo Scientific, model Nicolet iS50. The samples were analyzed in the medium infrared spectral region (MIR) of 4,000-400 cm^{-1} . The results evidenced in the XRD showed that the material was amorphous and did not show peaks and bands. The FTIR allowed the detection of a larger set of spectral band variables in the range of approximately 1600 to 753 cm^{-1} suggesting an organic nature. After the characterization of the banana peel, it can be inferred that this work allowed to know the components of the material and, based on softwares and available literature, allowed their comparison with other studies, data networks and crystallographic chips.

Keywords: Banana; Biomaterial; Healing; Skin Lesions.

¹ Enfermeira, mestre/doutoranda, docente, Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

² Bióloga, doutora, docente, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

³ Químico Industrial, doutor, docente, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

⁴ Engenheiro metalúrgico, doutor, docente, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Engenheira Química, doutora, docente, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

⁶ Engenheiro de Materiais, mestre/doutorando, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A casca de banana verde, possui um efeito cicatrizante aparentemente devido aos taninos presentes na casca verde, pelas suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas (LINO et al., 2011).

Muitas pessoas utilizam cascas de banana como medicação para problemas de pele, como alergias, contusões e irritação, além de tratar a acne, assaduras, irritação por picadas de mosquito, curar verrugas e reduzir rugas (KAMEL; EL-MESSIEH; SALEHB, 2017).

Para Maina, Heide e Shagal (2012), a casca de banana verde apresenta teores de carboidratos e umidades menores do que a casca do fruto maduro. Esses autores encontraram em seu trabalho que os teores dos componentes não essenciais, como taninos, oxalatos e fitatos são mais elevados na casca verde de banana quando comparados com a casca madura.

Em um estudo realizado por Atzingen et al. (2011), que avaliou o uso do gel da casca de banana verde no tratamento de feridas em ratos, observou que esse gel a 4% promoveu maior área de epitelização em feridas com cicatrização por segunda intenção, em relação ao gel nas outras concentrações testadas.

Em um estudo realizado por Nakamura et al. (2018) com o objetivo de descrever alterações e traumas na pele do mamilo de mulheres que amamentam revelou que os principais sinais são eritema, inchaço, formação de bolhas, fissura e formação de crostas. A dor e o desconforto ocasionado por essas lesões podem ter importância no desmame precoce e faz-se necessário sua cicatrização rápida e eficaz.

O uso da casca de banana é uma prática realizada por nutrizes, tanto para prevenção quanto para o tratamento do trauma mamilar. Porém, pesquisas recentes esclarecem que essas substâncias podem trazer prejuízos à saúde da mãe e do bebê, devido à presença de toxinas próprias da fruta e possibilidade de contaminação com microorganismos presentes na casca do fruto (VAUCHER; DURMAN, 2005).

No entanto, estudos como o de Padilla-Camberos et al. (2016) demonstra a atividade cicatrizante e capacidade antioxidante do extrato da casca da banana, que contribui para acelerar o processo de cicatrização de feridas. Esses autores afirmam que a elaboração de biomateriais, mais especificamente para aplicação subcutânea, poderia ser uma boa alternativa para o tratamento de feridas.

Para tanto, o estudo das propriedades e caracterização da casca da banana faz-se necessária em diversas ocasiões, visto a importância em elaborar biomateriais livres de substâncias tóxicas, porém mantendo seus componentes bioativos, objetivando utilizá-los como cicatrizante de feridas.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo estudar as propriedades microestruturais da banana para fabricação de um biomaterial, devido seu efeito antibactericida e cicatrizante.

2 DESENVOLVIMENTO

As cascas das bananas, identificadas pelo nome científico de Musa, mais especificamente da espécie paradisíaca, no estágio verde (grau 1 de maturação), conhecida no Brasil como banana prata (Figura 1), foram adquiridas em uma loja comercial no município de Belém-Pará e utilizadas como material deste estudo.



Figura 1. Aspecto geral da banana antes da extração da casca.

As bananas verdes adquiridas foram processadas no mesmo dia, para evitar amadurecimento da fruta, selecionadas as que não apresentavam manchas ou danos físicos e lavadas em água corrente. O descascamento e corte foram feitos manualmente e resultaram em rodelas finas de aproximadamente 3mm para facilitar o processo de secagem. O material foi colocado em forno convencional a 180°C por 1h, conforme o estudo de Kamel, El Messieh e Saleh (2017), depois de tostadas e frias foi triturada e armazenada em recipiente plástico em temperatura ambiente (Figura 2).

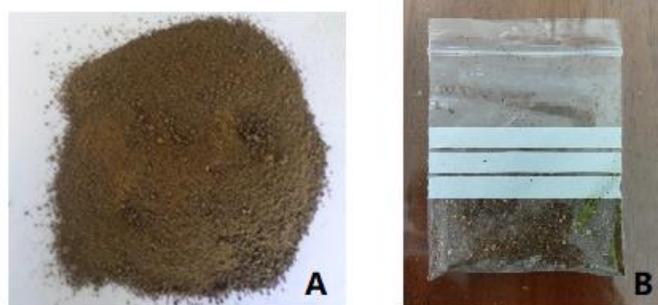


Figura 2. Farinha da casca da banana tostada e triturada (A) e armazenada (B).

A amostra bruta foi moída e utilizada a técnica de homogeneização e quarteamento.

Na etapa seguinte utilizou-se o equipamento Shatterbox, modelo 8515, para garantir que a amostra adquirisse granulometria menor. Antes de iniciar o processo, fez-se a limpeza do material que entrou em contato com a amostra para evitar que houvesse interferências (Figura 3A) e reduziu-a através do atrito gerando movimentos circulares de argolas e de um cilindro (Figura 3B), afim de garantir textura ideal para a realização da medida de DRX. Posteriormente, o material é colocado no porta-amostra do DRX de forma compacta e sem espaços vazios (Figura 3C).

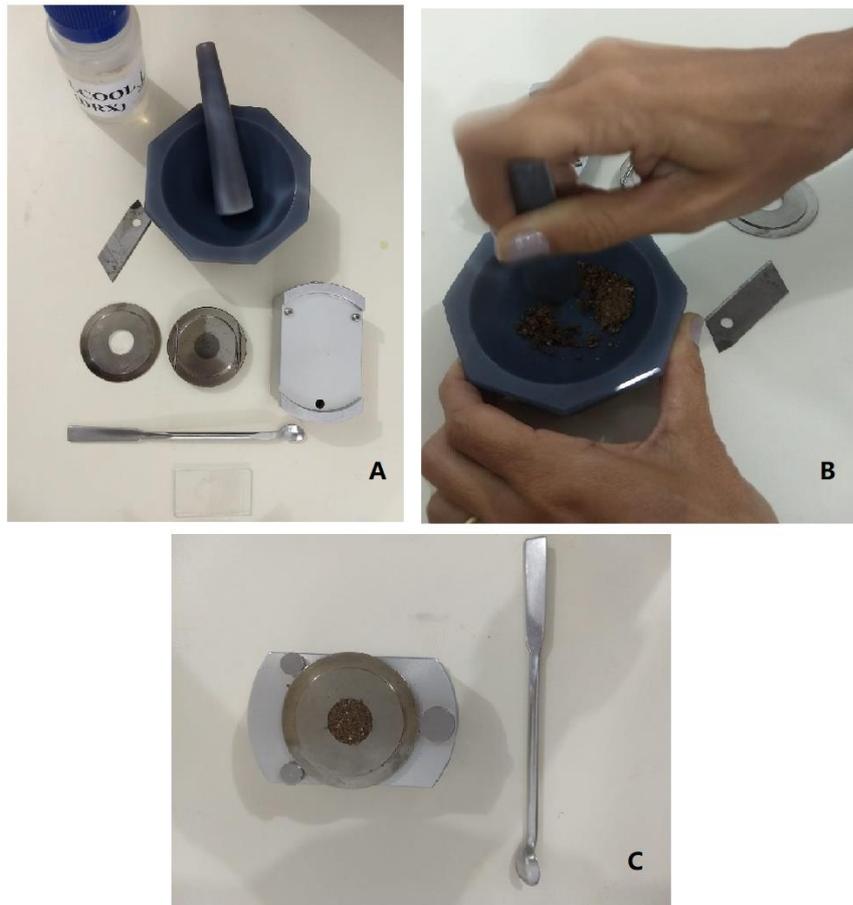


Figura 3. Pulverização e compactação da amostra: A – limpeza do material, B – Redução da granulometria da amostra, C – Disposição do material no porta amostra do DRX.

Neste estudo, as análises de DRX foram realizadas no difratômetro de raios-X do modelo X'Pert Pro 3 MPD (PW 3040/60) PANalytical, com goniômetro PW3050/60(θ - θ) (Figura 4) e com tubo de raios-X cerâmico de anodo de Cu ($K_{\alpha 1} = 1,540598 \text{ \AA}$) modelo PW3373/00, foco fino longo, filtro K_{β} de Ni, detector PIXCEL1D (*Real Time Multiple Scanning*) no modo *scanning*. Foram usadas as seguintes condições instrumentais: varredura 4° a 95° 2θ , 40 kV, 40 mA, passo $0,02^{\circ}$ em 2θ e tempo/passo de 27,5 s, fenda divergente $1/4^{\circ}$.



Figura 4. Difratorômetro de raios-X do modelo X'Pert Pro 3 MPD (PW 3040/60) PANalytical

Um banco de dados contendo informações cristalográficas básicas e algumas propriedades físicas de compostos cristalinos é mantido e continuam sendo atualizados pelo ICDD (*International Center for Diffraction Data*), com sede nos Estados Unidos da América – EUA. Atualmente são disponíveis informações referentes a mais de 70.000 compostos cristalinos, sendo que as mais importantes, para fins de identificação de um composto cristalino, são as distâncias interplanares e as intensidades difratadas normalizadas (relativas a 100%) para os vários planos (hkl) que difratam construtivamente os raios-X.

A análise qualitativa do DRX pode ser realizada através do software X'Pert Highscore Plus e base PDF2, no entanto, como não foi identificados picos no difratograma, não houve necessidade de utilização deste programa (Figura 5).

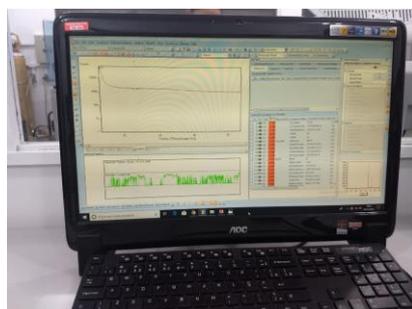


Figura 5. Software X'Pert Highscore Plus e base PDF2

A identificação dos grupos funcionais presentes na amostra foi realizada utilizando-se um espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier da marca Thermo Scientific, modelo Nicolet iS50 FTIR (Figura 6). As amostras foram analisadas na região espectral do infravermelho médio (MIR – Middle Infrared), de $4.000 - 400 \text{ cm}^{-1}$. As análises foram realizadas por reflectância total atenuada (ATR) empregando o módulo ATR iS50 com cristal de diamante, total de scans = 64 e resolução de 6 cm^{-1} .



Figura 6. Espectrômetro de infravermelho com transformada de Fourier da marca Thermo Scientific, modelo Nicolet iS50 FTIR

Os resultados evidenciados no difratograma de raios-X não demonstrou bandas ou picos definidos, decorrente da variedade de substâncias que constituem a casca da banana, demonstrando assim, que o material possui baixa organização estrutural, definido como amorfo, como demonstra-se na figura 7.

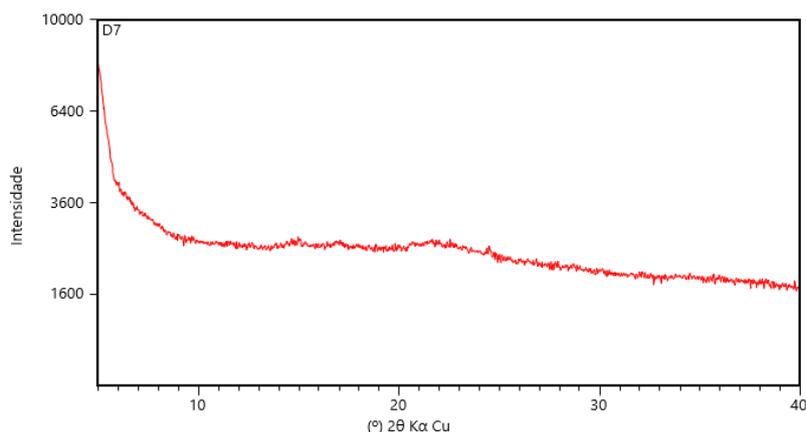


Figura 7. Difratograma de Raios-X da farinha da casca de banana.

Os resultados encontrados no estudo de Paniagua (2015), que estudou a casca da banana *in natura* e quimicamente modificada, demonstram banda larga próximo a 2θ igual a 20° . Este autor afirma que bandas pouco definidas e abundantes ruídos são característicos de materiais amorfos, onde o estado desarranjado das moléculas produzem bandas dispersas, discordando com o resultado do difratograma do presente estudo, que não apresentou bandas definidas.

Em um estudo realizado com as fibras *in natura* e lavadas com água destilada, mostrou que para a fibra *in natura* obteve-se 21,4% de grau de cristalinidade, enquanto que para a fibra lavada foi obtido 33,3 % de cristalinidade, ou seja, o tratamento com água destilada melhorou o grau de cristalinidade da fibra em 11,9%. Esse aumento da cristalinidade se deve a remoção das substâncias solúveis em água que foram retiradas durante o processo de lavagem, pois os picos da fibra lavada foram mais definidos e intensos quando comparados à fibra *in natura*, isto indica que a lavagem conseguiu remover solúveis em água, permitindo

melhor empacotamento das microfibrilas de celulose e melhorando o grau de cristalinidade (WHATACHI, 2011).

No estudo de Sousa (2015) identificou-se dois picos no difratograma ($2\theta = 16^\circ$ e $2\theta = 22^\circ$), característicos de fibras lignocelulósicas. Para ele, em sistemas sólidos constituindo uma molécula de celulose, o arranjo das cadeias moleculares pode apresentar-se pela agregação completamente isotrópica e amorfa de cadeias orientadas e encurvadas aleatoriamente e um estado de perfeita ordem tridimensional, onde as cadeias se encontram paralelamente umas às outras, formando uma rede espacial regular.

Em algumas regiões nas fibras de celulose há um arranjo ordenado das cadeias moleculares que difratam raios-X coerentemente, caracterizando-se em regiões cristalinas da celulose (SOUSA, 2015), o que não se evidenciou no presente estudo.

A espectroscopia do infravermelho da amostra da farinha da casca da banana verde, na região entre $4000-400\text{cm}^{-1}$, foi obtida por absorvância e encontra-se apresentada na figura 8.

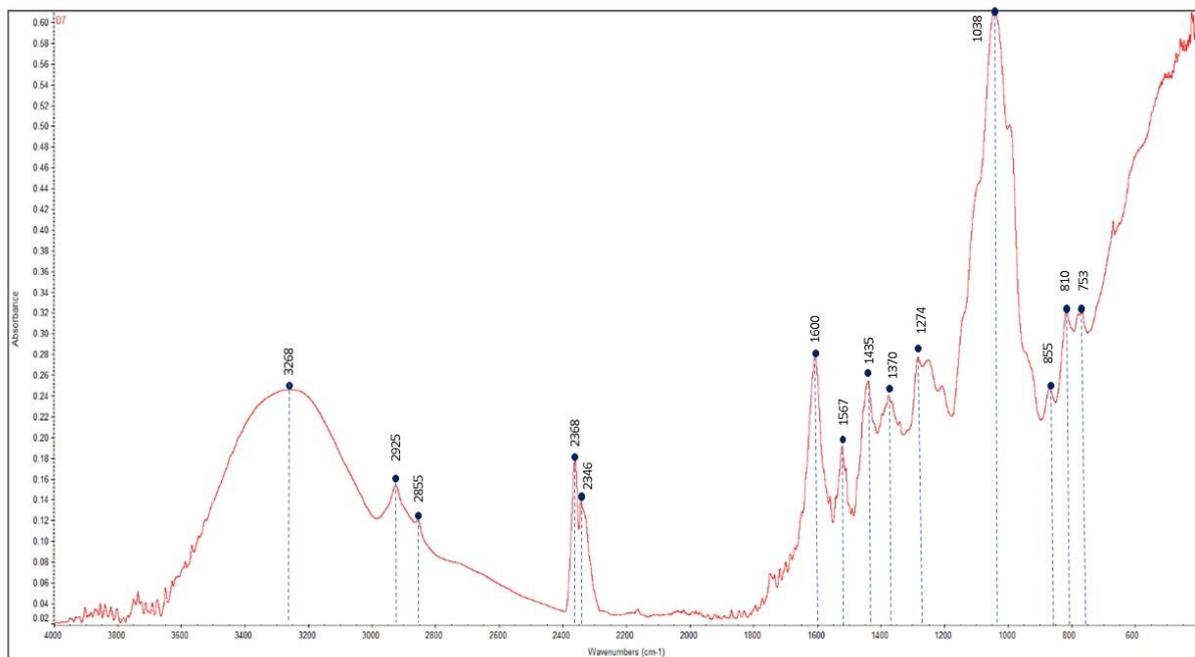


Figura 8. Espectro de infravermelho da farinha da casca de banana verde na região de $4000-400\text{cm}^{-1}$.

A análise visual dos espectros de FTIR permitiu a detecção de um maior conjunto de variáveis de bandas espectrais compreendidas no intervalo de aproximadamente 1600 a 753cm^{-1} que sugere uma natureza orgânica. Os grupos funcionais encontrados estão próximos aos espectros da banda de valor máximo aproximadamente 3268cm^{-1} e absorvância de 0,61 atribuídos ao estiramento vibracional dos grupos $-\text{O}-\text{H}$, característicos da celulose, de acordo com os estudos de Cruz (2009) e Boniolo (2008).

Os dados obtidos no presente trabalho, mostraram comportamento semelhante aos resultados obtidos por esses autores, com diferenças na intensidade dos picos, sugerindo a presença de grupos funcionais como: celulose, lignina, ácido péptico, ácidos orgânicos pequenos, ésteres amilícos e proteínas.

Thomas et al. (2015) realizou o FTIR da casca de banana natural e demonstrou resultados semelhantes a este. Conforme esses autores, as bandas na região de aproximadamente 3268 cm^{-1} indicam a presença de um estiramento de grupos hidroxila fortes. A banda aproximadamente 2925 cm^{-1} é atribuída ao alongamento da C-H. A faixa de aproximadamente 1370 cm^{-1} é atribuída à flexão de -C-H e a banda a aproximadamente 1274 cm^{-1} corresponde ao alongamento do C-O (banda de lignina) e a banda a aproximadamente 1038 cm^{-1} representa o alongamento de C-O.

Na região de aproximadamente 2925, 2855, 2368 e 2346 cm^{-1} atribuídas a estiramento de -C-H referindo-se a presença de celulose e hemicelulose, presentes em cascas e bagaços de vários frutos. A banda em aproximadamente 1600 cm^{-1} é atribuída às vibrações de estiramento -COO ou C-O de estéres e do anel benzênico das ligninas, assim como a banda próxima a 1567 cm^{-1} . As bandas em 855 a 753 cm^{-1} podem ser atribuídas a deformação de aminas, como pode ser observado na figura 1.

De acordo com Boniolo (2008), os principais grupos funcionais presentes na casca da banana são O-H, C-H, C=O e C-O, apresentados nas bandas de adsorção 3439, 2933, 1741 e 1053 cm^{-1} , respectivamente.

Este estudo mostrou incoerência quanto aos encontrados nos resultados dos DRX de pesquisas semelhantes. Este fato pode estar relacionado ao modo de preparo da amostra, visto que no presente estudo, a lavagem e secagem da casca da banana não seguiu o método apresentado pelas publicações e estudos realizados, o que pode ter influenciado na ausência de picos de cristalinidade característico da celulose, demonstrando a importância desta etapa da metodologia.

Entretanto, como este preparo da amostra não tem influência na caracterização por FTIR, este estudo coincidiu com os estudos semelhantes realizados, visto que manteve a presença de grupos funcionais detectáveis na casca da banana.

3 CONCLUSÃO

Nesse trabalho, foram realizadas as análises de DRX e FTIR da casca da banana verde e sua interpretação possibilitou conhecer os componentes do material e, com base em softwares e literatura disponível, permitiram sua comparação com outros estudos, redes de dados e fichas cristalográficas. Além disso, demonstrou a importância do uso de técnicas e método com respaldo científico no preparo do material em laboratório.

Os resultados deste estudo servirão como base para o desenvolvimento de biomaterial específico para uso e auxílio na cicatrização de lesões de pele.

REFERÊNCIAS

- 1 ANJOS, M. J. **Análise de Solos Agrícolas por Fluorescência de Raios-X por dispersão em Energia**. Tese de D.Sc.. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.
- 2 BONIOLO, M. R. **Biossorção de Urânio nas Cascas de Banana**, Dissertação de Mestrado, IPEN, 2008.
- 3 CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- 4 HOLLER, F. JAMES; SKOOG, DOUGLAS A.; CROUCH, STANLEY R. **Princípios de análise instrumental**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2000. 1055 p.

- 5 LINO, P. B. et al. Evaluation of post-surgical healing in rats using a topical preparation based on extract of *Musa sapientum* epicarp. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21, n. 3, p. 491-496, maio/jun. 2011.
- 6 MAINA, H. M.; HEIDI, E.S.; SHAGAL, M. H. Analytical screening of nutritional and nonessential components in unripe and ripe fruits of banana (*Musa sapientum*). **International Journal of Medicinal Plant Research**, v. 1, n. 3, p. 20-25, Aug., 2012.
- 7 PANIAGUA, CLEISEANO EMANUEL DA SILVA. **O uso da farinha da casca de banana in natura e quimicamente modificada com tiosemicarbazida na adsorção de arsênio, antimônio e selênio**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- 8 SOUSA, P. A. R.. **Avaliação da adsorção de contaminantes emergentes pela Casca de Banana e Folhas da *Typha Angustifolia* L.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Programa de Pós-Graduação em Química, Catalão, 2015.
- 9 THOMAS, M. G.; ABRAHAM, E.; JYOTISHKUMAR, P.; MARIA, H. J.; POTHEN, L. A.; THOMAS, S. Nanocelluloses from jute fibers and their nanocomposites with natural rubber: Preparation and characterization. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 81, p. 768-777, 2015.
- 10 WATASHI, C. Y. **Preparação e caracterização da casca de banana prata particulada para aplicação com reforço em compósito de matriz de PEAD**. Trabalho de Graduação em Engenharia de Materiais - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, 2011.
- 11 ATZINGENI, D. A.; GRAGNANI, A.; VEIGA, D. F.; ABLAI, L. E. F.; MENDONÇA, A. R. A.; DE PAULAV, C. A.; JULIANO, Y.; CORREA, J. C.; FARIA, M. R.; FERREIRA, L. M. Gel from unripe *Musa sapientum* peel to repair surgical wounds in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira** - Vol. 26 (5) 2011 – 379.
- 12 KAMEL, N. A.; EL-MESSIEH, S. L. A.; SALEHB, N.. Chitosan/banana peel powder nanocomposites for wound dressing application: Preparation and characterization. **Materials Science and Engineering C** 72 (2017) 543–550.
- 13 NAKAMURA, M.; ASAKA, Y.; OGAWARA, T.; YOROZU, Y. Nipple Skin Trauma in Breastfeeding Women During Postpartum Week One. **Breastfeeding Medicine** Volume 13, Number 7, 2018.
- 14 VAUCHER AL, DURMAN S. Amamentação: crenças e mitos. **Rev Eletr Enferm.** 2005;7(2):207-14.