



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CAMPUS V – MINISTRO ALCIDES CARNEIRO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ANTONIEL AUGUSTO SEVERO GOMES

**OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
DE XILANA DE SABUGO DE MILHO NO ESTADO DA PARAÍBA**

**JOÃO PESSOA – PB
2011**

ANTONIEL AUGUSTO SEVERO GOMES

OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE XILANA DE
SABUGO DE MILHO NO ESTADO DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Elquio Eleamen Oliveira

João Pessoa-PB
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL CAMPUS V – UEPB

G633o Gomes, Antoniel Augusto Severo.
Otimização da Técnica de Extração e Caracterização de Xilana de Sabugo de Milho no Estado da Paraíba / Antoniel Augusto Severo Gomes. – 2011.
37f.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Curso de Ciências Biológicas, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Elquio Eleamen Oliveira, Curso de Ciências Biológicas”.

1. Xilana. 2. Sabugo de Milho. 3. Extração Alcalina. I. Título.

ANTONIEL AUGUSTO SEVERO GOMES

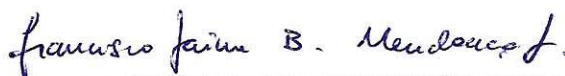
**OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE XILANA
DE SABUGO DE MILHO NO ESTADO DA PARAÍBA**

Aprovado em 25 de 11 de 2011

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Elquio Eleamen Oliveira
Orientador



Prof. Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça Júnior
Examinador



Henrique Rodrigues Marcelino
Examinador

DEDICATÓRIA

Aos meus progenitores, Antônio Gomes Basto e Rosilene Alves Severo, por constituírem meu alicerce psicológico, moral e afetivo desde minha existência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a familiares, essencialmente a meus pais, pelo apoio a meus estudos desde os primórdios.

A Elquio Eleamen por ser meu guia acadêmico ao longo da graduação e ser o principal influente deste trabalho.

A meus professores de graduação que, juntos, proporcionaram o desenvolvimento da minha experiência, cada um à sua maneira.

A meus companheiros de turma, em especial para Diego Dias e Juan Diego, pela companhia e trocas de experiências.

A minhas companheiras de laboratório, Camilla Aquino e Silvana Cartaxo, pelo auxílio, compreensão e apoio.

A todos que me impulsionaram positivamente ao longo desses anos de graduação.

RESUMO

A xilana é a principal hemicelulose na maioria das plantas, o terceiro polímero mais abundante na natureza e representa um terço da biomassa renovável na Terra (KAYSERILIOĞLU et al., 2003). Esta hemicelulose é um heteropolissacarídeo que apresenta como estrutura uma cadeia principal composta por resíduos de D-xilopirranose unidos por ligações $\beta(1\rightarrow4)$, apresentando ramificações compostas por outros açúcares, como ácido 4-O-metil-D-glicurônico, O-acetil-L-arabinose, L-arabinose e ácido D-glicorônico (GARCIA; GANTER; CARVALHO, 2000). Os sabugos de milho são relatados na literatura como material promissor para a extração de xilana (YANG et al., 2004). A xilana pode ser usada como aditivo na fabricação de papel (NÁTEROVÁ, 1986 apud HROMÁDKOVÁ; KOVÁČKOVÁ; EBRINGEROVÁ, 1999), na indústria farmacêutica, na produção de biofilmes e formas farmacêuticas de liberação controlada (KAYSERILIOĞLU et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi otimizar a técnica de extração xilana de sabugos de milho e caracterizá-la quimicamente. Os sabugos foram triturados nas granulometrias de 350, 800 e 1180 μm e 30 g de cada uma dessas frações foram utilizadas no processo de extração, que passou por uma extração aquosa, uma extração de deslignificação e uma final extração alcalina, seguida de lavagem metanol e álcool isopropílico. Por fim, a xilana foi seca à estufa (55°C), e pulverizada a cada 5 minutos, até a obtenção de um pó amarelado. Foram realizadas extrações sem a etapa de deslignificação e com substituição do metanol por etanol. Todas as amostras foram feitas em triplicata. Foi observada uma relação inversamente proporcional do rendimento com a granulometria com 12,46 \pm 2,65%, 9,30 \pm 1,51% e 7,78 \pm 1% para 350, 800 e 1180 μm , respectivamente. Este resultado mostra que quanto maior a superfície de contato do grão, maior ação dos compostos e melhor rendimento final. Para avaliação do efeito da concentração de NaOH foram utilizados três concentrações (1 M, 1,5 M e 2 M), utilizando granulometria de 800 μm . Foram obtidos rendimentos respectivos de 9,30 \pm 1,51%, 24,89 \pm 1,42% e 22,41 \pm 1,88%, mostrando que o aumento da alcalinidade do meio contribui para a extração de xilana, entretanto, existe um limiar de saturação, que, quando passado, o rendimento cai (NaOH 8%). A caracterização química mostrou-se eficiente na determinação da xilana. O aprimoramento da técnica mostrou uma melhora no rendimento final da xilana, o que torna uma alternativa viável para o destino dos sabugos de milho produzidos no Nordeste do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: xilana, sabugo de milho, extração alcalina.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
REVISÃO DA LITERATURA.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO 1	17
CONCLUSÃO	29
ANEXO.....	30

INTRODUÇÃO

A biomassa vegetal é composta principalmente por celulose, lignina e hemicelulose. Esta última representa de 10 a 40% da biomassa celulósica. A hemicelulose é um polímero constituído por pentoses e hexoses (EKEN-SARAÇOĞLU et al., 1998).

A xilana é a principal hemicelulose na maioria das plantas, o terceiro polímero mais abundante na natureza e representa um terço da biomassa renovável na Terra (KAYSERILIOĞLU et al., 2003). Esta hemicelulose é um heteropolissacarídeo que apresenta como estrutura uma cadeia principal composta por resíduos de D-xilopirranose unidos por ligações $\beta(1\rightarrow4)$, apresentando ramificações compostas por outros açúcares, como ácido 4-O-metil-D-glicurônico, O-acetil-L-arabinose, L-arabinose e ácido D-glicurônico (GARCIA; GANTER; CARVALHO, 2000). As substituições podem tornar a xilana insolúvel (Wis-X) ou solúvel em água (WS-X). A insolúvel apresenta baixa concentração de arabino-(4-O-metilglicuronato), a solúvel é composta por uma cadeia principal similar, compostas por arabinose, resíduos de ácido glicurônico, além de cadeias laterais de dissacarídeos como xilose, arabinose e galactose (EBRINGEROVÁ et al., 1998).

Sendo um polissacarídeo estrutural das plantas, a xilana pode ser encontrada numa gama de tecidos vegetais, como em palha de trigo, talos e espigas de milho, sorgo, cana de açúcar, cascas e árvores folhosas e resinosas (KAYSERILIOĞLU et al., 2003). Uma fonte para extração da xilana é o sabugo de milho, que possui de 15 – 30% de xilana (GARCIA; GANTER; CARVALHO, 2000) podendo chegar a até 40%, o mais elevado entre os subprodutos agrícolas (YANG et al., 2005). Segundo dados do IBGE (2010) o Brasil produziu 55.681.689 toneladas de milho, perdendo apenas para a cana-de-açúcar e soja, com 717.462.101 e 68.756.343 toneladas, respectivamente; a região Nordeste produziu no mesmo período 4.444.580 toneladas e a Paraíba produziu 11.507 toneladas. Estes sabugos são um importante subproduto de indústrias de processamento de milho e acabam não tendo uma utilização adequada, o que acarreta no acúmulo de resíduos, dificultando tanto seu armazenamento, quanto eliminação. Assim, é importante a prática de atividades que transformem estes resíduos em materiais de utilidade humana. (KATAPODIS; CHRISTAKOPOULOS, 2007).

Este heteropolissacarídeo pode ser aplicação na produção de filmes comestíveis, onde a xilana é associada à outros compostos, como proteínas, barateando o custo sem alterar as propriedades dos filmes. Estes filmes podem ser utilizados na indústria alimentícia, biossíntese de enxertos, suturas e produção de curativos e sistemas para liberação controlada de fármacos (KAYSERILIOĞLU et al., 2003).

Quando ligada a ácido glicurônico, a xilana pode apresentar atividade imunomodulatória e antitumoral. Arabinoglicuronoxilanas apresentam atividade imunoestimulante e 4-O-metilglicuronoxilana apresenta atividade antiinflamatória (EBRINGEROVÁ et al., 2002). Pode servir como aditivo na produção de papeis, em impressão têxtil e indústria farmacêutica (WANG; ZHANG, 2005; HROMÁDKOVÁ; KOVÁČKOVÁ; EBRINGEROVÁ, 1999).

Com a hidrólise da xilana pode-se formar polímeros menores chamados de xiloligossacarídeos. Estes apresentam funções tais como melhoramento da flora intestinal, retenção de água, ação na dieta como fibra. (YANG et al., 2005), redução do risco de câncer de cólon, usado também em ingredientes em alimentos, cosméticos, e produtos farmacêuticos e agrícolas (NACOS et al., 2006). Tendo em vista a quantidade de milho produzida no Brasil, que todo esse milho produzido gera resíduos e percebendo também o potencial acadêmico e econômico da xilana, este projeto visa desenvolver e aprimorar técnicas de extração deste polissacarídeo no Estado da Paraíba. Assim, o objetivo do trabalho foi realizar a técnica de extração alterando alguns parâmetros em busca de um melhor rendimento final da xilana, assim como sua caracterização química.

Segundo EBRINGEROVÁ et al. (1997), o componente de xilana de espigas de milho representa mais de 60% dos polissacarídeos da parede celular, compreendendo duas espécies estruturais β -(1 \rightarrow 4)-D-xilopiranas diferindo nos tipos e proporção de glicosil na cadeia lateral. Uma dessas é o arabinoglicuronoxilana pouco ramificada, que é principalmente insolúvel em água (Wis-X); a segunda é uma heteroxilana altamente ramificada e solúvel em água (Ws-X), que possui importantes atividades mitogênica e co-mitogênica (EBRINGEROVÁ; HROMÁDKOVÁ; KŘIBALOVÁ, 1995). A Ws-X pode ser útil também como um aditivo alimentar devido sua atividade emulsificante e capacidade de estabilizar espuma de proteína durante aquecimento (HROMÁDKOVÁ; KOVÁČKOVÁ; EBRINGEROVÁ, 1999). Além do mais, essa xilana solúvel apresentou propriedades reológicas úteis (EBRINGEROVÁ et al., 1992 apud EBRINGEROVÁ et al., 1998), bem como propriedades imunomoduladoras e é polidisperso assim como outros polissacarídeos (EBRINGEROVÁ et al., 1997). Logo, para uso clínico de polissacarídeos biologicamente ativos, a solubilidade em água, bem como a propriedade molecular são fatores importantes, e uma redução do comprimento da cadeia molecular é geralmente necessária (EBRINGEROVÁ et al., 1997).

A xilana é conhecida por ocorrer em diversas variedades estruturais em plantas terrestres e até mesmo em tecidos vegetais diferentes dentro de uma planta. Pode ser encontrada em grandes quantidades de angiospermas folhosas (15-30% do conteúdo de parede celular) e em gimnospermas resinosas (7-12%), bem como em plantas anuais (<30%) (COLLINS; GERDAY; FELLER, 2005; HABIBI & VIGNON, 2005; GARCIA; GANTER; CARVALHO, 2000). Além do mais, a xilana pode ser extraída de diferentes produtos agrícolas incluindo a palha de trigo, caules e espiga de milho, sorgo e cana de açúcar, cascas e películas de amido, bem como de resíduos florestais e de polpas provenientes das folhosas e resinosas (KAYSERILIOĞLU et al., 2003).

A produção de xilana do sabugo de milho exige uma busca de tecnologias de extração economicamente e ecologicamente viáveis. Para este efeito, a aplicação de energia de ultrassom parece ser muito promissora, como foi concluído em estudos sobre a extração de proteínas, medicamentos compostos, chá sólidos, etc. (HROMÁDKOVÁ; KOVÁČKOVÁ; EBRINGEROVÁ, 1999). Em um estudo preliminar, foi mostrado que a ultrassom pode ser utilizada para aumentar a extração de polissacarídeos não celulósicos de casca de milho. EBRINGEROVÁ e HROMÁDKOVÁ (1997) comentam que a extração de polissacarídeos de

plantas tem demonstrado ser melhorada através da utilização de ultrassom, no caso da pectina, e que ultrassom de alta intensidade pode quebrar os polímeros. No trabalho publicado por EBRIGEROVÁ et al. 1998, o rendimento da xilana duplicou quando usado a ultrasonicação numa extração com NaOH 5%. Na extração utilizando NaOH a 1%, obteve rendimento 50% a mais que a extração clássica. Que pode ser explicado pelo fato de a sonicação promover quebra da parede celular e quebrando ligantes inter e intramoleculares da xilana.

KAYSERILIOĞLU et al. (2003) utilizaram para sua extração o material bruto moído, em seguida 2 g dessa amostra foi suspensa em 100 ml de água destilada e intumescida em 60°C por 16 h. A amostra intumescida foi filtrada e o sedimento foi agitado em uma solução 17 ml de 24% p/v KOH + 1% NaBH₄ por 3 h em temperatura ambiente. Em seguida, o material suspenso foi filtrado e o sobrenadante foi misturado com 5 ml de etanol frio e 0,5 ml de solução de ácido acético. Esta solução foi agitada por vários minutos e centrifugada a 8300 g por 20 min. O sedimento resultante foi utilizado como fonte de xilana. GARCIA et al. (2000), obtiveram amostras de xilana de espigas de milho moído após a extração aquosa, remoção de lipídeos e extração alcalina com NaOH 4%. O extrato alcalino foi neutralizado com ácido acético glacial. Nesta etapa, a primeira fração dessa hemicelulose, chamada xilana A, foi precipitada. A segunda fração deste polissacarídeo, denominado xilana B, foi isolada pela adição de álcool etílico. As duas frações foram lavadas exaustivamente com álcool etílico e seco sob vácuo (GARCIA; GANTER; CARVALHO, 2000).

HABIBI e VIGNON (2005), realizaram a extração da xilana através de uma sequência alcalina tendo como substrato o pó de pericarpo da semente dos frutos da *A. spinosa* após um tratamento de clareamento com hipoclorito de sódio, seguindo o método de Wise et al. (1946). A extração foi realizada à 80°C com solução alcalina de 0,1, 1 e 2 M. O extrato foi acidificado e o precipitado foi recuperado por centrifugação, obteve-se uma fração insolúvel em água. Os sobrenadantes resultantes para cada extrato foram precipitados com quatro volumes de etanol, onde o produto foi pouco solúvel em água.

WANG e ZHANG (2006), secaram o sabugo de milho moído, depois o mesmo foi pesado e dissolvido em determinadas quantidades de NaOH. Em seguida foi ajustado o pH para 5, então adicionado quatro volumes de etanol (95%, v/v) durante 12 h. Depois, foi centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos e o precipitado foi obtido através da filtração. Neste trabalho também foi analisado o efeito da concentração de NaOH na extração da xilana, que apresentaram diferentes eficiências na extração da xilana. Com o aumento da concentração de

NaOH, a partir de NaOH a 1,8 M, aumentava-se também a eficiência da extração da xilana até um pico e aumentando a concentração de NaOH para 2,5 M, a eficiência da extração da xilana sofreu um pequeno decaimento.

Há um interesse crescente na aplicação do potencial dos polímeros de xilana na área de alimentos como exemplo da utilização de heteroxilana de casca de milho como uma goma de novos alimentos, devido à sua propriedade emulsificante, estabilizante e espessante (EBRINGEROVÁ; HROMÁDKOVÁ, 1997). Em trabalhos anteriores, a xilana isolada de sabugo de milho demonstrou ser aplicáveis como aditivo na fabricação de papel, na impressão de têxteis (HROMÁDKOVÁ et al., 1999), na indústria farmacêutica com a produção de micro e nanopartículas para liberação controlada cólon-específica (NAGASHIMA et al., 2008; GARCIA et al., 2001) e, a xilana pode ser utilizada como aditivo na produção de filmes biodegradáveis de glúten de trigo e que as propriedades, como coesão e elasticidade, do filme não são prejudicadas e pode diminuir o custo para sua produção (KAYSERILIOĞLU et al., 2003).

A parede celular das plantas superiores, nas ervas em particular, representa uma potencial fonte de polissacarídeos farmacologicamente ativos. Em vários testes biológicos, somente algumas heteroxilanas ocorrem entre os numerosos polissacarídeos que apresentam atividades imunomoduladoras e antitumorais (EBRINGEROVÁ et al., 2002). Efeitos de imunoestimulação têm sido relatados para arabinoglicuronoxilanas (AGX) isoladas de *Echinacea purpurea*, *Eupatorium perfoliatum*, *Sabal serrulata* (EBRINGEROVÁ; HROMÁDKOVÁ; KŘIBALOVÁ 1995; EBRINGEROVÁ et al. 2002) e anti-inflamatório para o 4-O-metilglicuronoxilana (GX) de *Chamomilla recutita* e os ácidos, heteroxilanas altamente ramificado proveniente da espécie *Plantago* (EBRINGEROVÁ et al., 2002). Hemiceluloses ricas em xilana, isoladas de resíduos de plantas anuais, como folhas de bambu, talos de milho, palha de trigo, bem como de madeira têm sido relatadas para inibir significativamente o crescimento do Sarcoma-180 e outros tumores. Provavelmente devido à estimulação indireta do não acolhimento da defesa imunológica específica. A heteroxilana altamente ramificada a partir da casca de *Cinnaraomum cássia* era ativo na potencialização do sistema reticuloendotelial (EBRINGEROVÁ; HROMÁDKOVÁ; KŘIBALOVÁ, 1995). Este mesmo trabalho mostra diferentes fontes de heteroxilanas que apresentam diferentes atividades mitogênicas e co-mitogênicas, como a 4-O-metilglicuroxilana solúvel de madeira de faia e arabinoxilana solúvel e insolúvel do farelo de centeio que mostram atividades

similares. Embora a arabinoglicuronoxilana insolúvel de sabugo de milho tenha atividade inativa, a arabinoglicuroxilana da mesma fonte exibiu marcada potência de estimulação. Contudo, a atividade biológica das heteroxilanas é manifestada com altas doses.

Dada às diversas aplicações da xilana no meio acadêmico e econômico da xilana, o aprimoramento da técnica de extração deste polissacarídeo no Estado da Paraíba é de grande importância, uma vez que destina os resíduos gerados pela produção de milho no Brasil para outras vias que beneficiam o homem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLLINS, T.; GERDAY, C.; FELLER, G. Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. **FEMS Microbiology Reviews**. V. 29, p.3-23, 2005.

EBRINGEROVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, Z.; KŘIBALOVÁ, V. Structure and mitogenic activities of corn cob heteroxylan. **Int. J. Biol. Macromol.** V. 6, p.327-331, 1995.

EBRINGEROVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, Z. The effect of ultrasound on the structure and properties of the water-soluble corn hulls heteroxylan. **Ultrasonics Sonochemistry**. V. 4, p.305-309, 1997.

EBRINGEROVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, Z.; ALFÖDI, J.; HŘÍBALOVÁ, V. The immunological active xylan from ultrasound-treated corn cobs: extractability, structure and properties. **Carbohydrate Polymers**. V. 37, p. 231-239, 1998.

EBRINGEROVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, Z.; HŘÍBALOVÁ, V.; MASON, T. J. Effect of ultrasound on the immunogenic corn cob xylan. **Ultrasonics Sonochemistry**. V. 4, p. 311-315, 1997.

EBRINGEROVÁ, A.; KARDOŠOVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, Z.; MALOVÍKOVÁ, A.; HŘÍBALOVÁ, V. Immunomodulatory activity of acidic xylans in relation to their structural and molecular properties. **International Journal of Biological Macromolecules**. V. 30, p. 1-6, 2002.

EKEN-SARAÇOĞLU, N.; MUTLU, S. F.; DILMAÇ, G.; ÇAVUŞOĞLU, H. A comparative kinetic study of acidic hemicellulose hydrolysis in corn cob and sunflower seed hull. **Bioresource Technology**. V. 65, p. 29-33, 1998.

GARCIA, R. B.; GANTER, J. L. M. S.; CARVALHO, R. R. Solution properties of D-xylan from corn cobs. **European Polymer Journal**. V. 36, p. 783-787, 2000.

GARCIA, R. B.; NAGASHIMA JÚNIOR, T.; PRAXEDES, A. K. C.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L.; EGITO, S. T. Preparation of micro and nanoparticles from corn cobs xylan. **Polymer Bulletin**, V. 46, p. 371-379, 2001.

HABIBI, Y.; VIGNON, M. R. Isolation and characterization of xylans from seed pericarp of *Argania spinosa* fruit. **Carbohydrate Research**. V. 340, p. 1431-1436, 2005.

HROMÁDKOVÁ, Z.; KOVÁČIKOVÁ, J.; EBRINGEROVÁ, A. Study of classical and ultrasound-assisted extraction of the corn cob xylan. **Industrial Crops and Products**. V. 9, p. 101-109, 1999.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2010. Disponível em:
<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5D/2010/>. Acessado em: 14 out. 2011.

KATAPODIS, P.; CHRISTAKOPOULOS, P. Enzymic production of feruloyl xylo-oligosaccharides from corn cobs by a family 10 xylanase from *Thermoascus aurantiacus*. **LWT**. V. 41, p. 1239-1243, 2008.

KAYSERILIOĞLU, B. Ş.; BAKIR, U.; YILMAZ, L.; AKKAŞ, N. Use of xylan, an agricultural by-product, in wheat gluten based biodegradable films: mechanical, solubility and water vapor transfer rate properties. **Bioresource Technology**. V. 87, p. 239-246, 2003.

NAGASHIMA JÚNIOR, T.; OLIVEIRA, E. E.; SILVA, A. E.; MARCELINO, H. R.; GOMES, M. C. S.; AGUIAR, L. M.; ARAÚJO, I. B.; SOARES, L. A. L. OLIVEIRA, A. G.; EGITO, E. S. T. Influence of the lipophilic external phase composition on the preparation and characterization of xylan microcapsules – A technical note. **American Association of Pharmaceutical Scientists**, v. 9, n.3, Set. 2008.

SHALLOM, D.; SHOHAM, Y. Microbial Hemicellulose. **Current Opinion in Microbiology**, v. 6, p.219-228, 2003.

NACOS, M. K., KATAPODIS, P., PAPPAS, C., DAFERERA, D., TARANTILIS, P. A., CHRISTAKOPOULOS, P. & POLISSIOU, M. Kenaf xylan – A source of biologically active acidic oligosaccharides. **Carbohydrate Polymers**. V. 66, p. 126-134, 2006.

SILVA, S. S.; CARVALHO, R. R.; FONSECA, J. L. C.; GARCIA, R. B. Extração e caracterização de xilanas de sabugos de milho. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. p. 25-33, 1998.

WANG, Y.; ZHANG, J. A novel hybrid process, enhanced by ultrasonication for xylan extraction from corncobs and hydrolysis of xylan to xylose by xylanase. **Journal of Food Engineering**. V. 77, p. 140-145, 2006.

YANG, R.; XU, S.; WANG, Z.; YANG, W. Aqueous extraction of corncob xylan and production of xylooligosaccharides. **LWT**. V. 38, p. 677-682, 2005.

CAPÍTULO 1

OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE XILANA DE SABUGO DE MILHO NO ESTADO DA PARAÍBA

Antoniél Augusto Severo Gomes¹, Silvana Cartaxo da Costa², Camilla Aquino Azevedo de Lucena³, Elquio Eleamen Oliveira⁴

RESUMO—A xilana é um heteropolissacarídeo que apresenta como estrutura uma cadeia principal composta por resíduos de D-xilopiranosose unidos por ligações $\beta(1\rightarrow4)$, apresentando ramificações compostas por outros açúcares, como ácido 4-O-metil-D-glicurônico, O-acetil-L-arabinose, L-arabinose e ácido D-glicurônico (Garcia; Ganter; Carvalho, 2000). Os sabugos de milho são relatados na literatura como um dos materiais mais promissores para a produção de xilana (Yang et al., 2005), que pode ser usada como aditivo na fabricação de papel (Náterová, 1986 *apud* Hromádková; Kováčková; Ebringerová, 1999), na indústria farmacêutica, na produção de biofilmes e formas farmacêuticas de liberação controlada (Kayserilioğlu et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi otimizar a técnica de extração de xilana de sabugos de milho e caracterizá-la quimicamente. Foram feitas extrações de xilana em granulometrias de 350 μm , 800 μm e 1.180 μm , em NaOH 1 M, 1,5 M e 2 M, além de extrações sem a etapa de deslignificação e substituição do metanol por etanol. Todas as amostras foram feitas em triplicata. Foi observada uma relação inversamente proporcional entre rendimento e granulometria, com maior rendimento de $12,46\pm 2,65\%$ para 350 μm . NaOH 1,5M apresentou o maior rendimento, $24,89\pm 1,42\%$, a xilana sem deslignificação apresentou rendimento de $21,82\pm 3,13\%$ e o etanol mostrou-se eficiente na substituição pelo metanol, mantendo o rendimento. A caracterização química mostrou-se eficiente na determinação da xilana. O aprimoramento da técnica mostrou uma melhora no rendimento final da xilana, o que torna uma alternativa viável para o destino dos sabugos de milho produzidos no Nordeste do Brasil.

Unitermos: **Xilana, Extração alcalina, Sabugo de Milho.**

EXTRACTION'S OPTIMIZATION AND CHARACTERIZATION OF XYLAN FROM CORNCOB IN PARAÍBA STATE

ABSTRACT—Xylan is constituted of D-xylopyranose residues in the backbone $\beta(1\rightarrow4)$ linked with branches composed of other sugars, such as 4-O-methyl-D-glucuronic acid, O-acetyl-L-arabinose, L-arabinose and D-glucuronic acid (Garcia; Ganter; Carvalho, 2000). Corn cob has been frequently reported in the literature as one of the most promising materials for xylan production (Yang et al., 2005). The aim of this study was optimize the xylan's extraction from corn cob and characterize it chemically. Was extracted xylan at 350 μm , 800 μm and 1.180 μm particles size, NaOH 1 M, 1.5 M and 2 M besides extraction without delignification step and replacement of methanol with ethanol. All samples were done in triplicate. Was observed

¹ Biólogo bacharelado, CCBSA-UEPB, João Pessoa, Pb, Brasil, e-mail: antonielaugusto@hotmail.com;

² Bióloga bacharelada, CCBSA-UEPB, João Pessoa, Pb, Brasil, e-mail: silvana_cartaxo@hotmail.com;

³ Bióloga bacharelada, CCBSA-UEPB, João Pessoa, Pb, Brasil, e-mail: camilla_aquino@hotmail.com;

⁴ Prof. Dr. em farmácia, CCBSA-UEPB, João Pessoa, Pb, Brasil, e-mail: elquioeleamen@yahoo.com.br.

an inverse relationship between yield and particle size, with better yield of $12.46 \pm 2.65\%$ to $350 \mu\text{m}$. NaOH 1.5 M showed the highest yield, $24.89 \pm 1.42\%$, xylan showed no delignification yield $21.82 \pm 3.13\%$ and ethanol was efficient in the substitution by methanol, keeping yield. The chemical characterization was efficient to determinate xylan. The improvement of the technique showed better final yield, which makes it an alternative way to the use of corn residues produced in Northeast of Brazil.

Uniterms: **Xylan, Alkaline extraction, Corn Cobs.**

INTRODUÇÃO

A parede celular dos vegetais pode ser considerada um composto polimérico constituído, basicamente, por celulose, pectina, lignina e um grupo de polissacarídeos denominado hemicelulose (Whistler et al., 1953 *apud* Silva et al., 1998). A hemicelulose é um complexo de carboidratos poliméricos incluindo xilana, xiloglicana (heteropolímero de D-xilose e D-glicose), glicomanana (heteropolímero D-glicose e D-manose), galactoglicomanana (heteropolímero de D-galactose, D-glicose e a D-manose) e arabinogalactana (heteropolímero de D-galactose e arabinose) que se caracteriza pela sua insolubilidade em água e sua solubilidade em soluções alcalinas (Shallom & Shoham, 2003). A xilana é a principal hemicelulose na maioria das plantas, sendo um importante polissacarídeo estrutural nas células vegetais, e o terceiro polissacarídeo mais abundante na natureza, representando cerca de um terço de todo o carbono orgânico renovável na terra (Collins, Gerday; Feller, 2005); (Kayserilioğlu et al., 2003).

Este polissacarídeo é constituído de unidades D-xilopiranosose na cadeia principal ligada através de ligações glicosídicas $\beta(1\rightarrow4)$. A maioria das D-xilanas são heteroxilanas, possuindo outros açúcares nas cadeias laterais, tal como a ácido 4-O-metil-D-glicurônico, O-acetil-L-arabinose, L-arabinose e ácido D-glicurônico. Entre os grupos laterais de costume podemos encontrar grupos acetil, ácidos fenólicos, ácidos ferúlico e cumarínicos (Habibi & Vignon, 2005) e ainda apresentar cadeias laterais de dissacarídeos como 2-O- β -D-xilopiranosil-L-arabinose (Ebringerová, Hromádková, Křibalová, 1995).

A xilana é conhecida por ocorrer em diversas variedades estruturais em plantas terrestres e até mesmo em tecidos vegetais diferentes dentro de uma planta. (Habibi & Vignon, 2005). Pode ser encontrada em grandes quantidades de angiospermas folhosas (15-30% do conteúdo de parede celular) e em gimnospermas resinosas (7-12%), bem como em plantas anuais (<30%) (Collins, Gerday; Feller, 2005); (Habibi & Vignon, 2005); (Garcia; Ganter; Carvalho, 2000). Além do mais, pode ser extraída de diferentes produtos agrícolas incluindo a palha de trigo, caules e espiga de milho, sorgo e cana de açúcar, cascas e películas de amido, bem como de resíduos florestais e de polpas provenientes das folhosas e resinosas, em especial (Kayserilioğlu et al., 2003). Sendo um polissacarídeo estrutural das plantas, a xilana pode ser encontrada numa gama de tecidos vegetais, como em palha de trigo, talos e espigas de milho, sorgo, cana de açúcar e cascas de árvores folhosas e resinosas (Ebringerová & Heinze, 2000). Uma alternativa para extração da xilana é o sabugo de milho, que possui 15 – 30% de xilana (Garcia; Ganter; Carvalho, 2000) podendo chegar a até 40% (Yang et al., 2005).

Este heteropolissacarídeo pode ser utilizado na produção de filmes biodegradáveis, que podem ser aplicados na indústria alimentícia, biossíntese de enxertos, suturas e produção de curativos e liberação controlada de fármacos (Kayserilioğlu et al., 2003); ainda na indústria

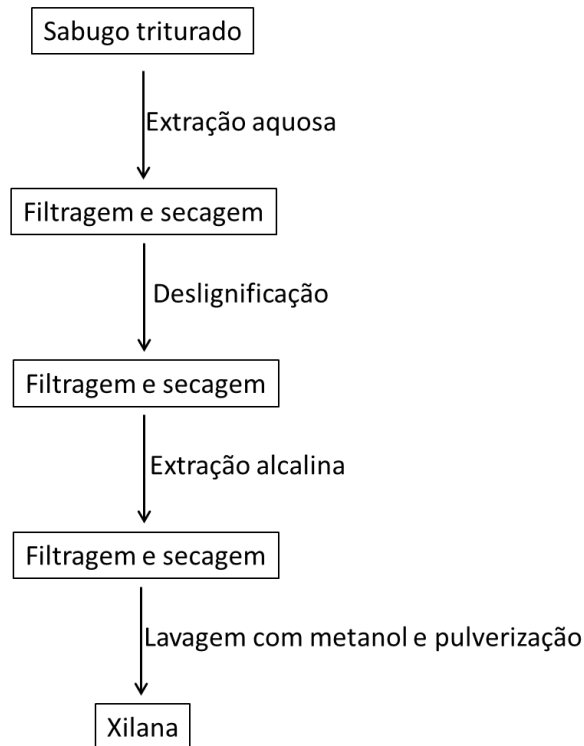
alimentícia pode também ser utilizado como adjuvante de novos alimentos, devido à sua propriedade emulsificante, estabilizante e espessante (Ebringerová & Hromádková, 1997) pode ainda servir como aditivo na fabricação de papel e impressão de têxteis (Hromádková et al., 1999) e na indústria farmacêutica na produção de micro e nanopartículas para liberação controlada cólon-específica (Nagashima et al., 2008); (Garcia et al., 2001). Quando ligada ao ácido glicurônico, a xilana pode apresentar atividade imunomodulatória e antitumoral. Arabinoglicuronoxilanas apresentam atividade imunoestimulante e 4-O-metilglicuronoxilana apresenta atividade antiinflamatória (Ebringerová et al., 2002). A parede celular das plantas superiores, nas ervas em particular, representa uma potencial fonte de polissacarídeos farmacologicamente ativos. Em vários testes biológicos, somente algumas heteroxilanas ocorrem entre os numerosos polissacarídeos que apresentam atividades imunomoduladoras e antitumorais (Ebringerová et al., 2002). Efeitos de imunoestimulação têm sido relatados para arabinoglicuronoxilanas isoladas de *Echinacea purpurea*, *Eupatorium perfoliatum*, *Sabal serrulata* (Ebringerová; Hromádková; Křibalová, 1995); (Ebringerová et al. 2002) e anti-inflamatório para o 4-O-metilglicuronoxilana de *Chamomilla recutita* (Ebringerová et al., 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar os parâmetros de obtenção de xilana a partir de sabugo de milho por extração alcalina e avaliar sua influência no rendimento e características do polímero obtido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sabugos de milho foram coletados na Casa do Sertão, localizada em João Pessoa, no período de 2010 a 2011. Em seguida os sabugos foram levados para o Laboratório de Síntese e Vetorização de Moléculas (LSVM), Campus V-UEPB, onde foram triturados para elaboração do trabalho.

Os sabugos foram secos e triturados em granulometrias de 350, 800 e 1180 μm . Na etapa de extração aquosa foi agitado 30 g de sabugo em 1 litro de água destilada por 24 h seguido de filtração, onde o resíduo filtrado foi levado à estufa para secagem por 48 h a 55°C. Em seguida, na etapa de deslignificação, foi adicionado hipoclorito de sódio (NaClO) a 1,3%, detergente e resíduo na proporção 200:5:10 e agitado por 1 h, seguido de nova filtração e secagem. A extração alcalina foi realizada com hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes concentrações (1 M, 1,5 M e 2 M) na proporção 1:10 do resíduo. A solução filtrada teve o pH neutralizado (pH = 7) com ácido acético e a xilana foi precipitada com metanol na proporção 1:1,5 de solução:metanol. Após isto a xilana foi lavada com quatro vezes com metanol e um de álcool isopropílico. Por fim, a xilana foi seca à estufa (55°C), e pulverizada a cada 5 minutos, até a obtenção de um pó amarelado. Paralelamente, foram realizadas extrações de xilana sem a etapa de deslignificação, para manter a lignina, e extrações de xilana substituindo o metanol por etanol. Todas as extrações foram realizadas em triplicata (Esquema 1).



Esquema 1. Esquema da técnica de extração de xilana.

Os espectros na região do infravermelho das xilanas extraídas através dos diferentes processos foram obtidos com um espectrofotômetro BRUKER IFS-66 em pastilhas de KBr.

Para a análise estatística foi realizado o teste t-student, pois as variáveis são normais, utilizando o programa BIOESTAT 5.0 (Ayres et al., 2007). Compararam-se as médias dos rendimentos encontrados para cada granulometria (350 μm , 800 μm , 1180 μm) e variação na concentração de NaOH (1 M, 1,5 M e 2 M), verificando se havia diferença significativa entre estes valores. O nível de significância utilizado foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A xilana apresentou-se como um pó fino e coloração opaca levemente amarelada, similarmente encontrado por Oliveira et al. (2010).

Nos ensaios granulométricos foi observada uma relação inversamente proporcional do rendimento com a granulometria com $12,46 \pm 2,19\%$, $9,30 \pm 1,51\%$ e $7,78 \pm 1\%$ para 350, 800 e 1180 μm , respectivamente, como demonstrado no Gráfico 1.

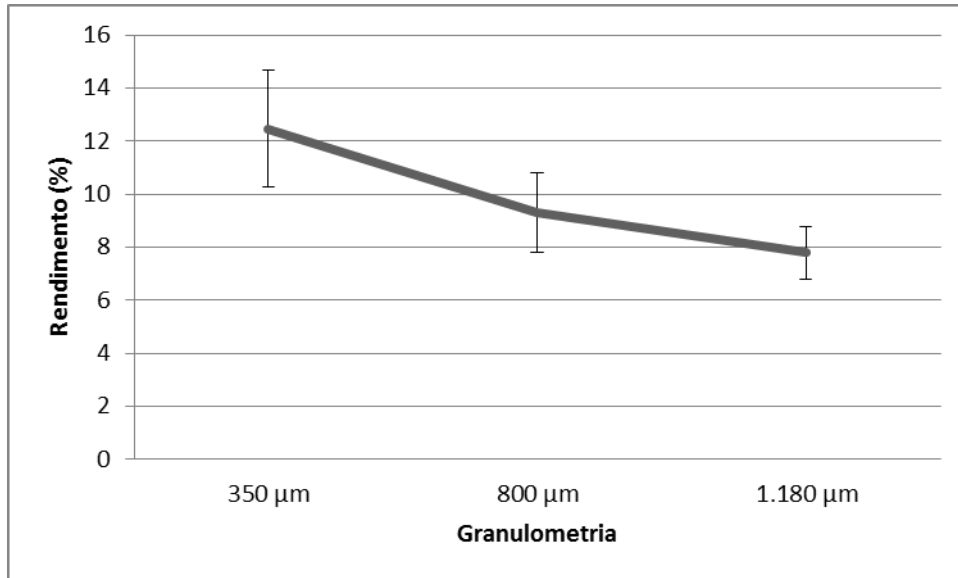


Gráfico 1. Médias dos rendimentos de xilana obtidos para as diferentes granulometrias.

Destaca-se o maior rendimento nesta análise, para granulometria de 350 μm , de 15%. Os dados mostram a maior ação dos compostos na superfície dos grânulos, onde uma maior superfície de contato resulta em um maior rendimento. Estes resultados são corroborados por Asep et al. (2008), que estudou a influência da granulometria no rendimento de grãos de cacau para produção de manteiga de cacau e também observou a relação inversamente proporcional, onde a menor granulometria estudada apresentou o maior rendimento e Gião et al. (2009) estudando a influencia da granulometria na extração de componentes antioxidantes observou maior rendimento para a menor granulometria. Ambos os trabalhos atribuíram esta relação à área superficial disponível para a ação dos compostos. Demais trabalhos encontraram resultados similares (Cares et al., 2010); (Papamichail; Louli; Magoulas, 2000); Sukandar, 2006).

Nos ensaios para concentrações de NaOH foi usada a granulometria de 800 μm (Gráfico 2).

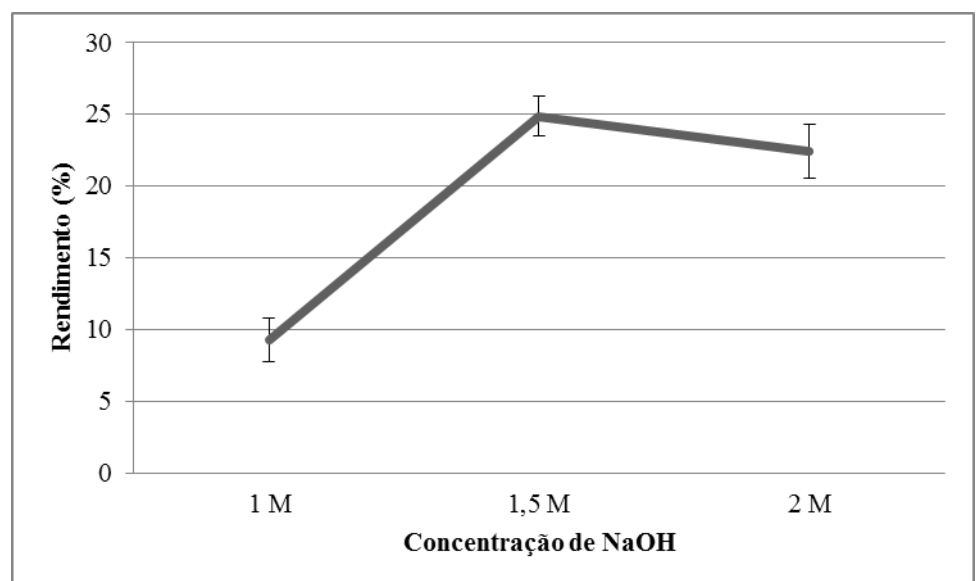


Gráfico 2. Médias dos rendimentos de xilana obtidos para as diferentes concentrações de NaOH para granulometria de 800 μm .

Para o NaOH 1 M o rendimento foi de $9,30 \pm 1,51\%$, para NaOH 1,5 M de $24,89 \pm 1,42\%$, e para NaOH 2 M de $22,41 \pm 1,88\%$. Isto mostra que o aumento da alcalinidade do meio ocasiona um aumento no rendimento da extração. Entretanto, existe um limiar de saturação, que, quando passado, o rendimento diminui (NaOH 1,5M). Whang & Zhang (2006) também estudaram a influência da concentração de NaOH na extração da xilana e observaram a presença de um limiar de extração, onde o ápice correspondia à concentração de 1,8 M. Este fato pode ser explicado pelo aumento da solubilidade da xilana em soluções com o pH mais elevado, porém a redução do rendimento em concentrações acima do linear pode ser explicada pela hidrólise básica do polímero.

Habibi, Mahrouz, Vignon (2005) estudaram xilanas de endosperma do fruto de *Opuntia ficus-indica*, uma representante da família Cactaceae. Obtiveram duas frações de xilanas, a fração solúvel em meio alcalino quente (HASF) e a fração solúvel em meio alcalino frio (CASF). Esta última foi extraída por técnicas similares, com etapa de deslignificação, NaOH 0,5 M e lavagem com quatro lavagens de etanol, apresentando rendimento médio de 7%. Num outro trabalho, Habibi & Vignon (2005) estudou a extração de xilanas de pericarpo de sementes do fruto de *Argania spinosa*, uma Sapotaceae, onde seu rendimento médio foi de 2,8%, utilizando NaOH 0,5M. Neste mesmo trabalho foi encontrada outra similaridade, no qual as diferenças nas concentrações de NaOH alteraram o rendimento geral e a concentração maior estudada sofreu leve decréscimo no rendimento, indicando a saturação do meio extrator.

A substituição do etanol pelo metanol no processo extrativo utilizando NaOH 1 M e granulometria de 800 μm resultou num rendimento médio de $12,6 \pm 2,12\%$. Comparado às outras extrações, o rendimento não sofreu alteração, o que era esperado, uma vez que o etanol é utilizado para realizar a lavagem da xilana e retirada de impurezas. A xilana obtida das extrações sem realização da etapa de deslignificação mostrou resultado médio de $21,82 \pm 3,13\%$.

Os testes com NaOH 1,5 M apontaram o maior rendimento geral de 25,23%, resultado promissor quando comparado a outros trabalhos, como Silva et al. (1998), que obtiveram rendimento médio de 3,78%, utilizando métodos de extração semelhantes; Oliveira et al. (2010), que obtiveram rendimento médio de 11% utilizando técnicas de extração similares; Ebringerová & Hromádková (2002), utilizando NaOH 5% e sem realizar deslignificação, encontraram um rendimento médio de 28,8%; e Hromádková et al. (1999), também sem realizar deslignificação, conseguiu um rendimento médio de 18,9%.

As análises de espectroscopia na região do infravermelho foram obtidas para amostras de xilana padrão (NaOH 1M), maior rendimento, contendo lignina e lavada em etanol e os espectros podem ser vistos nas figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

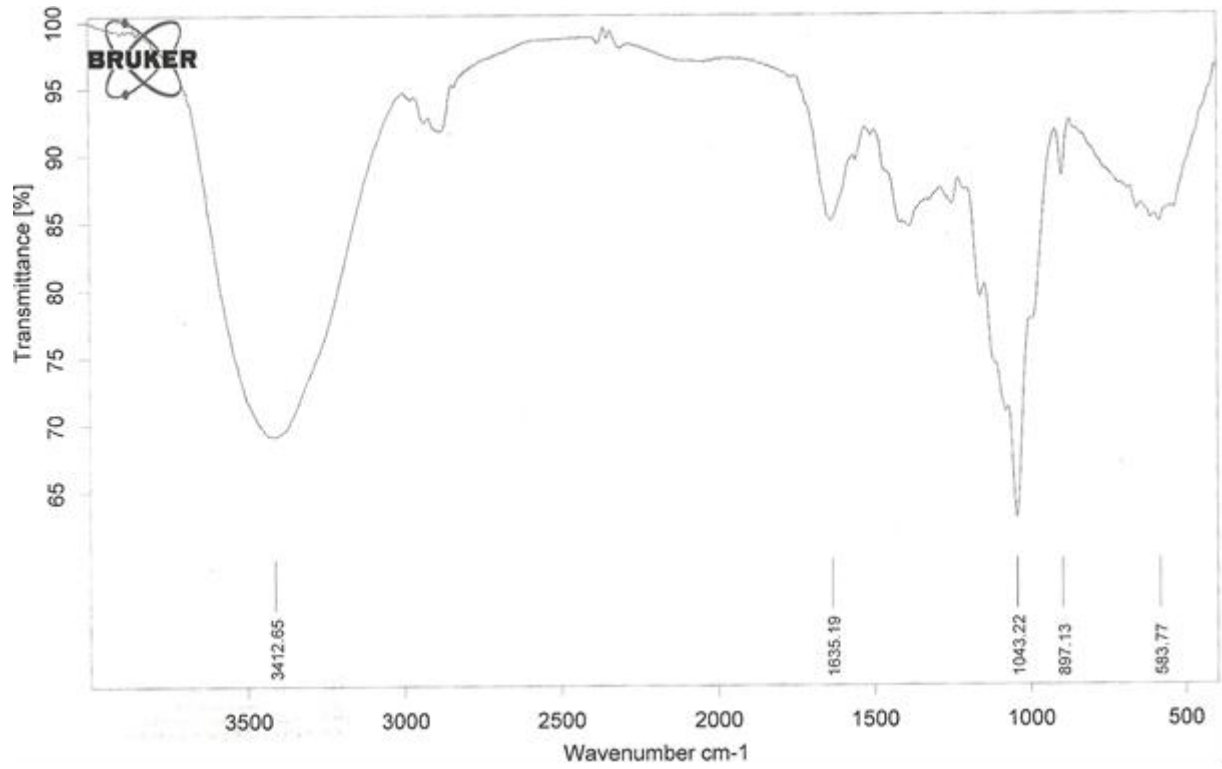


Figura 3. Espectroscopia na região do infravermelho da xilana padrão.

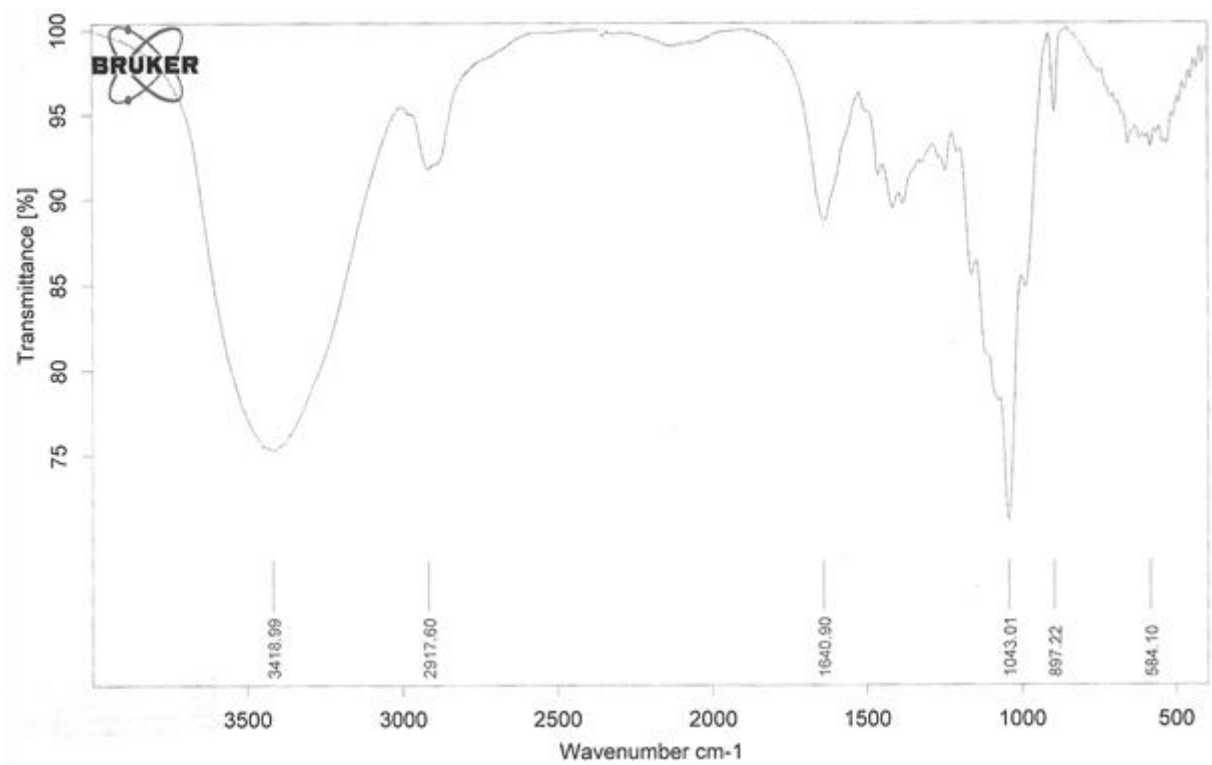


Figura 4. Espectroscopia na região do infravermelho da xilana de maior rendimento.

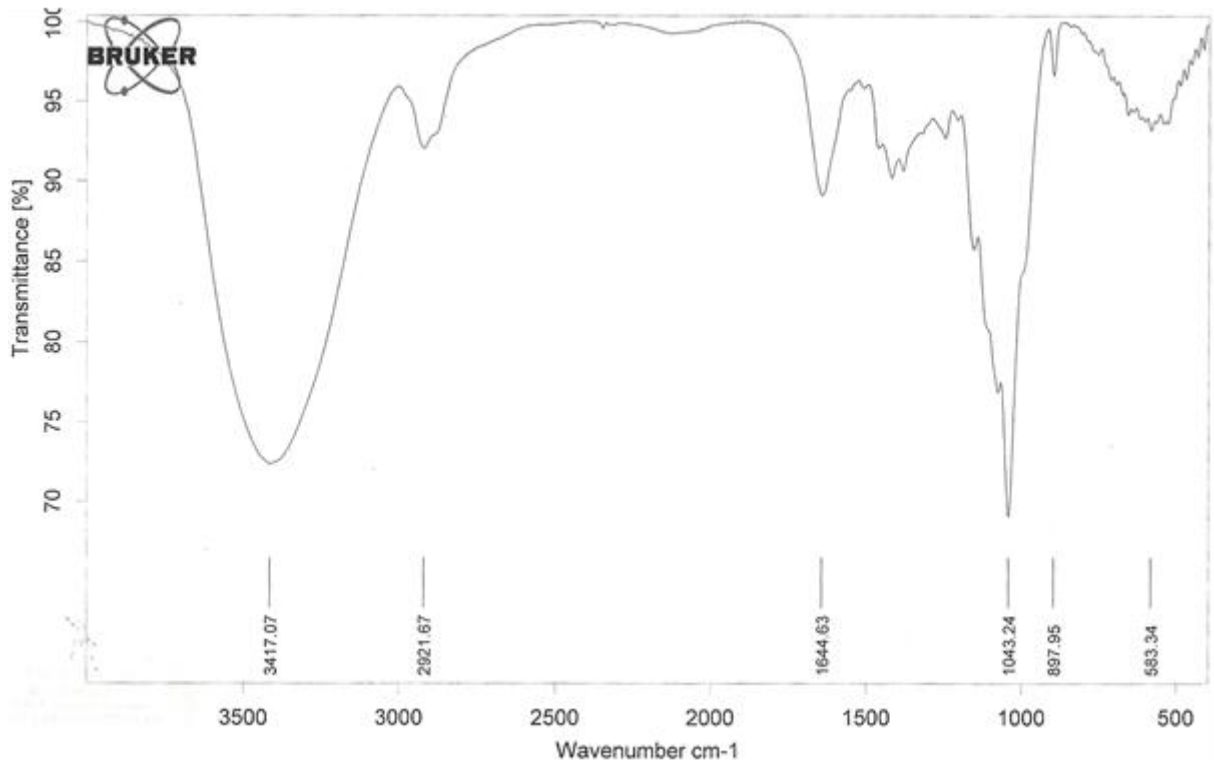


Figura 5. Espectroscopia na região do infravermelho da xilana mantendo a lignina.

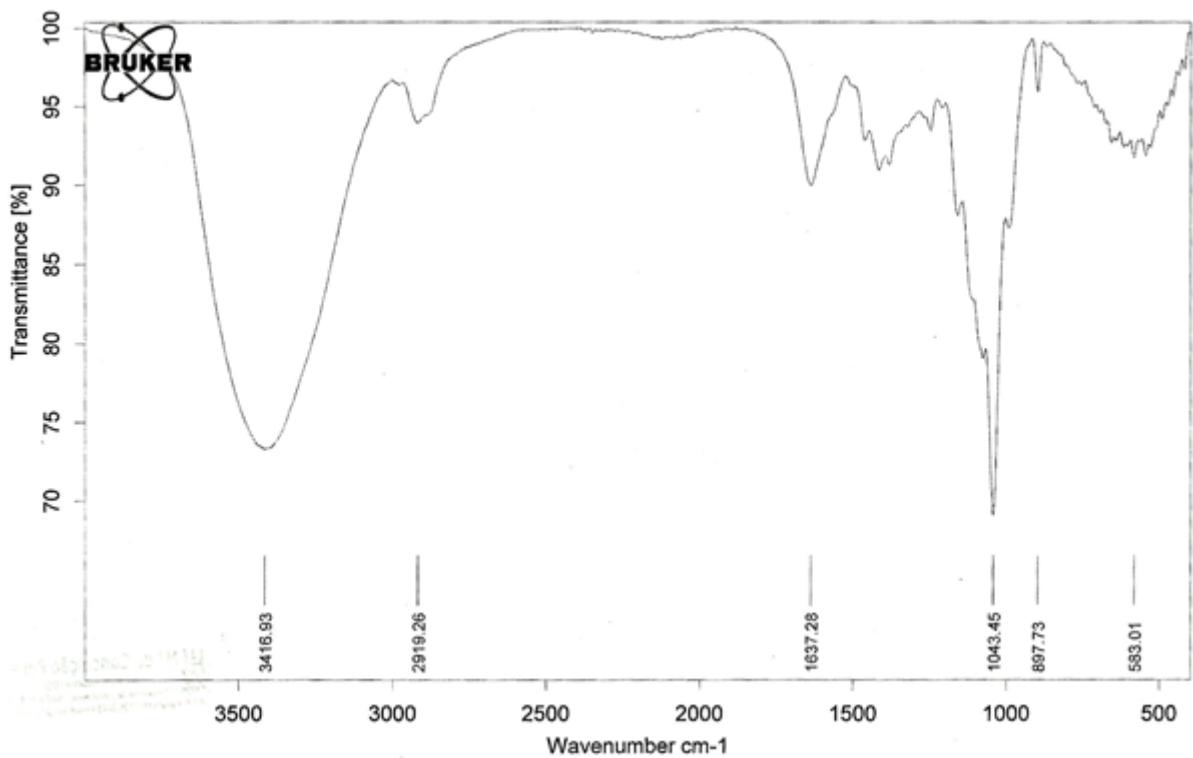


Figura 6. Espectroscopia na região do infravermelho da xilana lavada com etanol.

Os espectros não mostraram diferença entre si e foram observadas bandas de absorção nas regiões 3416 cm^{-1} , 2919 cm^{-1} , 1637 cm^{-1} , 1043 cm^{-1} , 897 cm^{-1} e 583 cm^{-1} , característicos

de hemiceluloses como xilana (Sun et al., 2004); (Sun et al., 2011); (Oliveira et al., 2010); (Silveira, 2010); (Silva, 2009).

O pico 3416 cm^{-1} corresponde a deformação axial dos grupos OH ligados aos anéis da cadeia principal, o pico 2919 cm^{-1} foi atribuído à deformação axial do grupo CH presentes na cadeia, o pico referente a 1637 cm^{-1} foi atribuído à sobreposição da deformação axial da água residual e grupos carboxila ionizados (Kačuráková et al., 1999); (Silva et al., 1998);. A região que determina a presença de ligações glicosídicas $\beta(1\rightarrow4)$ foi observada no pico de valor 1043 cm^{-1} , também responsável pela correspondência de vibrações glicosídicas, deformação angular C-OH e deformação axial CO e C-O-C (Silva et al., 1998). O pico 897 cm^{-1} foi atribuído à deformação angular CH do carbono anomérico e o pico 583 cm^{-1} foi atribuído à deformação angular do radical OH (Kačuráková et al., 1999); (Kačuráková et al., 2000); (Silva et al., 1998); (Chaa et al., 2008). Dois picos comuns na literatura se apresentaram pouco evidentes nos resultados deste trabalho, os picos na região de 1375 cm^{-1} e 1160 cm^{-1} que são correspondentes à deformação angular de CH e pontes glicosídicas de C-O-C, características de celulose e hemiceluloses (Silva, 2009), (Kačuráková et al., 1999); (Kačuráková et al., 2000).

Dois picos merecem destaque na análise: 1043 cm^{-1} e 897 cm^{-1} . O primeiro distingue xilanas de plantas, que apresentam ligações $\beta(1\rightarrow4)$ glicosídicas, de algas, com ligações $\beta(1\rightarrow3)$ glicosídicas com pico na região 1660 cm^{-1} e ainda informa posições dominantes das β -ligações na cadeia principal; o segundo pico determina o carbono anomérico de ligações β -glicosídicas de açúcares, onde ambos os picos são característicos da xilana de sabugo de milho (Kačuráková; Wilson, 2001); (Kačuráková et al., 2000; Kačuráková et al., 1999). NACOS et al (2006) reforçam a importância deste pico e CHAA et al (2008) coloca que estes picos confirmam polissacarídeos com unidades de xilose da cadeia principal ligadas em $\beta(1\rightarrow4)$.

A análise referente à amostra de xilana lavada com etanol mostrou que o etanol pode ser uma alternativa viável na sua respectiva etapa, uma vez que não apresentou agentes contaminantes, normalmente encontrados na faixa espectral de $1700\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$ (Kačuráková et al., 1999), e também por apresentar baixa toxicidade e baixo custo financeiro, quando comparado ao metanol. Já a amostra de xilana contendo lignina não evidenciou suas bandas características (Lau & Ibrahim, 1992), devido possivelmente à sobreposição dos picos correspondentes aos da xilana (Silva et al., 1998).

O test-t para as granulometrias mostrou diferença significativa apenas entre as classes extremas, 350 e $1180\text{ }\mu\text{m}$ com $p = 0,0284$ e significativo valor de $t = 3,35$. Para as concentrações de NaOH, os testes apresentaram diferenças significativas para 1 M e 2 M ($p < 0,0001$; $t = 13,05$) e para 1 M e 2 M ($p = 0,0007$; $t = 9,42$).

CONCLUSÕES

As diferentes extrações estudadas neste trabalho mostraram-se satisfatórias na extração da xilana e geraram resultados importantes no melhoramento da técnica de extração para o aumento do rendimento final obtido e barateamento do custo.

O estudo dos parâmetros da técnica de extração apontou a granulometria de $350\text{ }\mu\text{m}$ e a concentração da fase alcalina de $1,5\text{ M}$ com os melhores rendimentos, com valores de $12,46\%$ e $24,89\%$, respectivamente.

A espectroscopia de infravermelho mostrou que o material extraído é, de fato, a xilana e a substituição do metanol por etanol se mostrou uma alternativa viável, uma vez que não foi encontrado sinais de contaminação da amostra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asep, E. K.; Jinap, S.; Tan, T. J.; Russly, A. R.; Harcharan, S.; Nazimah, S. A. H. (2008). The effects of particle size, fermentation and roasting of cocoa nibs on supercritical fluid extraction of cocoa butter. *Journal of Food Engineering*, 85: 450-458.
- Ayres, M.; Ayres Jr, M.; Ayres, D. L. & Santos A. S. (2007). *BioEstat: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Bio-Médicas*. Versão 5.0, Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Pará, Brasil.
- Cares, M. G.; Vargas, Y.; Gaete, L.; Sainz, J.; Alarcón, J. (2010). Ultrasonically assisted Extraction of bioactive principles from *Quillaja Saonaria Molina*. *Physics Procedia*, 3: 169-178.
- Chaa, L.; Joly, N.; Lequart, V.; Faugeron, C.; Mollet, J. C.; Martin, P.; Morvan, H. (2008). Isolation, characterization and valorization of hemicelluloses from *Aristida pungens* leaves as biomaterial. *Carbohydrates Polymers*, 74: 597-602.
- Collins, T.; Gerday, C.; Feller, G. (2004). Xylanases, xylanase families and extremophilic xylanases. *FEMS Microbiology Reviews*, 29: 3-23.
- Ebringerová, A.; Hromádková, Z.; Křibalová, V. (1995). Structure and mitogenic activities of corn cob heteroxylan. *Int. J. Biol. Macromol.*, 6: 327-331.
- Ebringerová, A. & Hromádková, Z. (1997). The effect of ultrasound on the structure and properties of the water-soluble corn hulls heteroxylan. *Ultrasonics Sonochemistry*, 4: 305-309.
- Ebringerová, A.; Kardošová, A.; Hromádková, Z.; Malovíková, A.; Hřibalová, V. (2002). Immunomodulatory activity of acidic xylans in relation to their structural and molecular properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 30:1-6.
- Garcia, R. B.; Ganter, J. L. M. S.; Carvalho, R. R. (2000). Solution properties of D-xylan from corn cobs. *European Polymer Journal*, 36: 783-787.
- Garcia, R. B.; Nagashima Júnior, T.; Praxedes, A. K. C.; Raffin, F. N.; Moura, T. F. A. L.; Egito, S. T. (2001). Preparation of micro and nanoparticles from corn cobs xylan. *Polymer Bulletin*, 46: 371-379.
- Gião, M. S.; Pereira, C. I.; Fonseca, S. C.; Pintado, M. E.; Malcata, F. X. (2009). Effect of particle size upon the extent of extraction of antioxidant power from the plants *Agrimonia eupatoria*, *Salvia* sp. and *Satureja Montana*. *Food Chemistry*, 117: 412-416.
- Habibi, Y. & Vignon, M. R. (2005). Isolation and characterization of xylans from seed pericarp of *Argania spinosa* fruit. *Carbohydrate Research*, 340: 1431-436.

- Habibi, Y.; Mahrouz, M.; Vignon, M. R. (2005). D-Xylans from seed endosperm of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *C. R. Chimie*, 8: 1123-1128.
- Hromádková, Z.; Kováčková, J.; Ebringerová, A. (1999). Study of classical and ultrasound-assisted extraction of the corn cob xylan. *Industrial Crops and Products*, 9: 101-109.
- Kačuráková, M., Wilson, R. H. (2001). Developments in mid-infrared FT-IR spectroscopy of selected carbohydrates. *Carbohydrate Polymers*, 44: 291-303.
- Kačuráková, M.; Capek, P.; Sasinková, V.; Wellner, N.; Ebringerová, A. (2000). FT-IR study of plant cell wall model compounds: pectic polysaccharides and hemicelluloses. *Carbohydrate Polymers*, 43(2): 195-203.
- Shallom, D.; Shoham, Y. (2006). Microbial Hemicellulose. *Current Opinion in Microbiology*, 6: 219-228.
- Kačuráková, M.; Wellner, N.; Ebringerová, A.; Hromádková, Z.; Wilson, R. H.; Belton, P. S. (1999). Characterisation of xylan-type polysaccharides and associated cell wall components by FT-IR and FT-Raman spectroscopies. *Food Hydrocolloids*, 13(1): 35-41.
- Kaysirilioğlu, B. Ş.; Bakir, U.; Yilmaz, L.; Akkaş, N. (2003). Use of xylan, an agricultural by-product, in wheat gluten based biodegradable films: mechanical, solubility and water vapor transfer rate properties. *Bioresource Technology*, 87: 239-246.
- Lau, S. & Ibrahim, R. (1992). FT-IR Spectroscopic Studies on Lignin from Some Tropical Woods and Rattan. *Pertanika*, 14: 75-81.
- Nacos, M. K.; Katapodis, P.; Pappas, C.; Daferera, D.; Tarantilis, P. A.; Christakopoulos, P.; Polissiou, M. (2006). Kenaf xylan – A source of biologically active acidic oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 66: 126-134.
- Nagashima Júnior, T.; Oliveira, E. E.; Silva, A. E.; Marcelino, H. R.; Gomes, M. C. S.; Aguiar, L. M.; Araújo, I. B.; Soares, L. A. L.; Oliveira, A. G.; Egito, E. S. T. (2008). Influence of the lipophilic external phase composition on the preparation and characterization of xylan microcapsules – A technical note. *American Association of Pharmaceutical Scientists*, 9(3):814-817. 2008.
- Oliveira, E. E.; Silva, A. E.; Júnior, T. N.; Gomes, M. C. S.; Aguiar, L. M.; Marcelino, H. R.; Araújo, I. B.; Bayer, M. P.; Ricardo, N. M. P. S.; Oliveira, A. G.; Egito, E. S. T. (2010). Xylan from corn cobs, a promising polymer for drug delivery: Production and characterization. *Bioresource Technology*, 101: 5402-5406.
- Papamichail, I.; Louli, V.; Magoulas, K. (2000). Supercritical fluid extraction of celery seed oil. *Supercritical Fluids*, 18: 213-226.
- Silva, A. E. (2009). *Micropartículas Poliméricas à Base de Xilana e Eudragit® S-100 Contendo Mesalazina Visando à Liberação Cólon-Específica*, 85p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

- Silva, S. S.; Carvalho, R. R.; Fonseca, J. L. C.; Garcia, R. B. (1998). Extração e Caracterização de Xilanas de Sabugos de Milho. *Polímeros: Ciência E Tecnologia*, 8(2): 25-33.
- Silveira, R. S. M. (2010). *Atividades Biológicas De Xilana De Sabugo De Milho*, 84p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Sukandar, S.; Yasuda, K.; Tanaka, M.; Aoyama, I. (2006). Metals Leachability From Medical Waste Incinerator Fly Ash: A Case Study On Particle Size Comparison. *Environmental Pollution*, 144: 726-735.
- Sun, J. X.; Sun, X. F.; Sun, R. C.; Su, Y. Q. (2004). Fractional Extraction and Structural Characterization of Sugarcane Bagasse Hemicelluloses. *Carbohydrate Polymers*, 56(2): 195-204.
- Sun, Y. C.; Wen, J. L.; Xu, F.; Sun, R. C. (2011). Organosolv- and Alkali-Soluble Hemicelluloses Degraded from *Tamarix Austromongolica*: Characterization of Physicochemical, Structural Features and Thermal Stability. *Polymer Degradation And Stability*, 96:1478-1488.
- Wang, Y. & Zhang, J. (2006). A Novel Hybrid Process, Enhanced by Ultrasonication for Xylan Extraction from Corncobs and Hydrolysis of Xylan to Xylose by Xylanase. *Journal Of Food Engineering*, 77: 140-145.
- Yang, R.; Xu, S.; Wang, Z.; Yang, W. (2005). Aqueous Extraction of Corncob Xylan and Production of Xylooligosacharides. *LWT*. 38: 677-682.

CONCLUSÃO

As diferentes extrações estudadas neste trabalho mostraram-se satisfatórias na extração da xilana e geraram resultados importantes no melhoramento da técnica de extração para o aumento do rendimento final obtido e barateamento do custo.

O estudo dos parâmetros da técnica de extração apontou a granulometria de 350 μm e a concentração da fase alcalina de 1,5 M com os melhores rendimentos, com valores de 12,46% e 24,89%, respectivamente.

A espectroscopia de infravermelho mostrou que o material extraído é, de fato, a xilana e a substituição do metanol por etanol se mostrou uma alternativa viável, uma vez que não foi encontrado sinais de contaminação da amostra.

ANEXO



<http://eduep.uepb.edu.br/biofar>

ISSN 1983-4209



Revista de Biologia e Farmácia
Journal of Biology and Drugstore
ISSN 1983-4209

SOBRE A REVISTA

- É um periódico trimestral, oficial da Universidade Estadual da Paraíba, editado pelos Departamentos de Biologia e Farmácia.
- Funciona com a coordenação de um Editor e vários Editores Associados, todos prestando serviços gratuitamente.
- Tem por objetivo publicar trabalhos científicos originais em português, inglês ou espanhol, que contribuam para o desenvolvimento das Ciências Agrárias, Biológicas e Farmacêuticas, no âmbito nacional e internacional.
- A abreviatura do título da Revista de Biologia e Farmácia é BioFar, que deve ser usada em bibliografias, notas de rodapé e em referências e legendas bibliográficas.

ENDEREÇO PARA ENCAMINHAMENTO.

e-mail: biofar@uepb.edu.br

DATAS DE PUBLICAÇÃO

1º trimestre	Março
2º trimestre	Junho
3º trimestre	Setembro
4º trimestre	Dezembro

INSTRUÇÕES AOS AUTORES E POLÍTICA EDITORIAL

- Os artigos submetidos à revista poderão ser encaminhados em português, inglês, ou espanhol, devem ser inéditos, sendo vedada sua apresentação simultânea em outro periódico, tanto do texto, quanto de figuras ou tabelas, quer na íntegra ou parcialmente, excetuando-se resumos ou relatórios preliminares publicados em anais de reuniões científicas.
- Os dados, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) autor (es).
- A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso pela revista. Contudo, o EDITOR, com assistência da Comissão Editorial e dos Assessores Científicos, reservar-se-á o direito de sugerir ou solicitar modificações aconselháveis ou necessárias.
- A qualificação do trabalho será atestada por, no mínimo, dois consultores, indicados pelo Editor Chefe e/ou Comissão Editorial.
- Cada artigo pode ter no máximo 6 autores;

© Revista Brasileira de Biologia e Farmácia - BioFar

Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Biologia. Av. Juvêncio Arruda, S/N, CCBS, Bodocongó, Campina Grande – PB. Cep: 58.109-753 – BRASIL. biofar@uepb.edu.br

- Cada autor poderá enviar no máximo dois artigos por número de revista como autor principal;
- O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico.
- Se o artigo for aceito para publicação, o (s) autor (es) deverá (ão) enviar o mesmo, com as correções sugeridas pelos revisores ou, se for o caso, justificativas do não-atendimento das sugestões, em correspondência anexa. Deverão acompanhar o artigo definitivo figuras e quadros impressos de boa qualidade (nome do arquivo e software utilizado).
- Ao submeter um artigo, o (s) autor (es) deve (m) concordar que os artigos publicados serão de propriedade da Revista, vedada tanto a reprodução, mesmo que parcial em outros periódicos, como a tradução para outro idioma sem a autorização do Conselho de Editores.
- Os artigos serão publicados conforme a ordem de aprovação.
- Toda correspondência com a BioFar deverá ser feita preferivelmente via internet. Portanto, o trabalho deverá ser encaminhado eletronicamente ao EDITOR através do endereço eletrônico da Revista.

INSTRUÇÕES BÁSICAS

- A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão.
- O texto não deve exceder um total de 20 páginas, e apresentar no mínimo 5 páginas, incluindo figuras e tabelas.
- Os trabalhos deverão ser enviados on-line, digitados em espaço simples. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos.
- Usar **negrito** nas cortinas, títulos e subtítulos.
- Usar *itálico* apenas para nomes científicos, nomes dos autores na identificação dos mesmos no início dos textos ou palavras e expressões em latim.
- Preparar todo o artigo com numeração sequencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; ou editor de texto para Linux; Margens de 2 cm e Papel A4.
- As páginas ordenadas em texto, tabelas e figuras serão numeradas seguidamente.
- A redação dos trabalhos deverá apresentar concisão, objetividade e clareza, com a linguagem no passado impessoal; no texto, os sinais de chamadas para as notas de rodapé serão números arábicos colocados sobrescritos, após a palavra ou a frase que motivou a nota; a numeração será uma só e em números contínuos; as notas serão colocadas ao pé da página em que estiver o respectivo sinal de chamada.
- A nomenclatura científica deve ser citada segundo os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais em cada área.

© Revista Brasileira de Biologia e Farmácia - BioFar

Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Biologia. Av. Juvêncio Arruda, S/N, CCBS, Bodocongó, Campina Grande – PB. Cep: 58.109-753 – BRASIL. biofar@uepb.edu.br

- Unidades e medidas devem seguir o Sistema Internacional.
- Siglas e abreviaturas dos nomes de instituições, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, serão colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso;
- Notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas).
- Notas científicas e revisões bibliográficas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos.
- Pesquisas quando participação de humanos e/ou animais de laboratório deve ser aprovada pelo conselho de Ética institucional.
- Na pesquisa quando utilizar coleta, determinação e/ou identificação de plantas, referir o herbário onde está depositada e o número da exsicata.

PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS

1. Título e Subtítulo

- Deve ser conciso, informativo, estar de acordo com o conteúdo do trabalho; escrito em Fonte Times New Roman; Fonte Tamanho 12; Espaço simples, caixa alta, negrito, na parte superior da página; centralizado.
- Ao utilizar no título nome da(s) espécie(s), optar pelo nome científico.
- A mesma norma se estende ao título em inglês, porém não negrito.

2. Autor (es)

- O nome e os sobrenomes devem aparecer por extenso logo abaixo do título, em itálico, alinhado a esquerda, precedido um número Arábico, sobrescrito, que indica filiação institucional dos autores uma linha abaixo do título.

3. Filiação Institucional dos Autores

- Adicionar em forma de nota de rodapé da primeira página, através de chamadas apropriadas, em fonte tamanho 10.
- Deverá constar a formação, instituição de procedência, incluindo cidade, estado e país, endereço eletrônico de todos os participantes do artigo.
- Deverá ser feita menção ao patrocinador, caso tenha havido subvenção à execução do trabalho, citar se for o caso, monografia, dissertação ou tese do primeiro autor ou trabalho apresentado em Reuniões Científicas.

4. Resumo

- Deve ser localizado uma linha abaixo dos autores.
- Deverá apresentar concisamente o trabalho destacando as informações de maior importância, expondo objetivo, metodologia, resultados e conclusões. Não serão permitidos parágrafos, bem

como a apresentação de dados em colunas ou em quadros e a inclusão de citações bibliográficas. Máximo de 250 palavras.

5. Unitermos:

- Deverão estar uma linha abaixo do resumo.
- São importantes para localizar e valorizar o artigo em questão.
- Deverão identificar/representar o conteúdo do artigo. Deverão vir separados por vírgula com a primeira letra em maiúscula, em negrito e não podem estar contidas no título do artigo. Limite máximo de 5 (cinco) palavras.

6. Abstract

- Os trabalhos redigidos nas línguas Portuguesa e Espanhola devem vir acompanhados também da versão do resumo para a língua Inglesa. Os trabalhos redigidos na língua Inglesa devem vir acompanhados da versão do resumo para a língua Portuguesa. O Abstract deve ser encabeçado por versão do título (centralizado) e negrito, duas linhas abaixo do Unitermos.

7. Uniterms:

- Em inglês. Mesmas considerações de formato redigido em português.

8. Texto:

- Iniciar na mesma página onde está o resumo, duas linhas abaixo dos Uniterms;
- Corpo do texto digitado em Times New Roman, 12, Não Negrito, Espaçamento simples, Justificado, colocando sequencialmente: Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências.
- Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente.
- Citar resumos ou anais somente em caráter excepcional, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos.
- Citar números e unidades da seguinte forma: Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.

8.1. Introdução

- Deverá estabelecer com clareza o objetivo do trabalho e sua relação com outros trabalhos na mesma área. Extensas revisões da literatura deverão ser substituídas por referências a publicações mais recentes, onde estas revisões tenham sido apresentadas e estejam disponíveis.

8.2. Material e Métodos:

- A descrição dos materiais e dos métodos usados deverá ser breve, porém suficientemente clara para perfeita compreensão e reprodução do trabalho. Considerar local e período da realização do estudo, processos e técnicas já publicados, a menos que tenham sido extensamente modificados, deverão ser referenciados por citação. As análises estatísticas deverão ser igualmente referenciadas.

8.3. Resultados e Discussão:

- Os resultados deverão ser apresentados, sempre que possível, ser acompanhados de tabelas e figuras adequadas.
- A discussão deverá ser restrita ao significado dos dados obtidos e resultados alcançados, evitando-se inferências não baseadas nos mesmos. Opcionalmente, Resultados e Discussão poderão ser apresentados separadamente. Extraindo as conclusões e indicando os caminhos para novas pesquisas.

8.4. Tabelas e Figuras:

- As figuras devem ser enviadas nos formatos: GIF ou JPEG. No caso de desenhos, mapas, imagens e fotografias enviá-las em alta qualidade.
- Evitar abreviações (exceto para unidades).
- Todas as tabelas e figuras deverão ser mencionadas no texto;
- O tipo e o tamanho da fonte no título e na legenda deverão ser os mesmos utilizados no texto, internamente poderá ser utilizada fonte Tamanho 12 ou menor, desde que seja legível.
- Deverão ser numerados consecutivamente em algarismos arábicos.
- Deverão ser auto-explicativas e concisas.
- Deverão ser inseridas no texto, logo após sua citação no corpo do trabalho.

8.4.1. Tabelas:

- O título deve estar localizado na parte superior das mesmas.
- Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.
- Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar no(s) rodapé(s), a direita, da(s) página(s) "(cont.)" e na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da(s) página(s), à esquerda.
- As legendas deverão ser claras, concisas, sem abreviaturas.

8.4.2. Figuras

- O título deve estar localizado na parte inferior das mesmas.
- Utilizar escala para indicar tamanho.
- As fotografias e imagens aparecerão como figuras no formato final do artigo e seguirão a numeração sequencial.

- As fotografias e imagens deverão ser de boa qualidade.
- As legendas deverão ser claras, concisas, sem abreviaturas.

8.5. Conclusão:

- Deve ser concisa, fundamentada nos resultados e discussão, contendo deduções lógicas e correspondentes aos objetivos propostos.

8.6. Agradecimentos:

- Este item é opcional e deverá vir antes das Referências. Contribuições de pessoas que prestaram colaboração intelectual ao trabalho como assessoria científica, revisão crítica da pesquisa, coleta de dados, entre outras, mas que não preencham os requisitos para participar de autoria devem constar dos "Agradecimentos" desde que haja permissão expressa dos nomeados. Também podem constar desta parte, agradecimentos a instituições pelo apoio econômico, material ou outros.

8.7. CITAÇÃO:

- No início da citação: Ex. Dantas (2002), Dantas (2002, 2007), Felismino (2002a, b), Dantas & Felismino (2008), Dantas, Felismino, Dantas (2007) e Chaves et al. (2008).
- No final da citação: Ex. (Dantas, 2002); (Dantas, 2002, 2007); (Felismino, 2002a, b); (Dantas & Felismino, 2008); (Dantas; Felismino; Dantas, 2007); (Chaves et al., 2008).
- Citação textual: colocar, também, a página. Ex. (Chaves et al., 2008, p.25)
- Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (Dantas, dados não publicados)
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação.

8.8. Referências

As Referências serão ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do primeiro autor, em caixa baixa e em ordem crescente de data de publicação, seguindo as recomendações:

- Fazer referências a todos os autores;
- Justificado a esquerda;
- Os títulos, periódicos, anais, deve ser destacados em itálico;

Devem-se levar em consideração as seguintes ocorrências:

8.8.1. Revista:

- Será utilizada a abreviatura do periódico destacado em itálico. Caso a abreviatura autorizada de um determinado periódico não puder ser localizada, deve-se citar o periódico sem abreviatura.
- Biasi, L.A.; Falco, M.C.; Rodriguez, A.P.M.; Mendes, B.M.J. (2000). Organogenesis from intermodal segments of yellow passion fruit. *Sci Agric.*, 57: 661-665.

- Celotto, A.C.; Nazario, D.Z.; Spessoto, M.A.; Martins, C.H.G.; Cunha, W.R. (2003). Evaluation of the in vitro antimicrobial activity of crude extracts of three *Miconia* species. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34(4):339-340.

8.8.2. Livro:

- Dantas, I.C.; Felismino, D.C.; Silva, S.M.; Chaves, T.P. (2010). *Manual de Arborização Urbana*. 1. ed. Campina Grande: EDUEPB.
- MacMahon, G.; Pugh, T.F. (1970). *Epidemiology: principles and methods*. 1. ed. Boston: Little, Brown & Co.

8.8.3. Capítulo de livro:

- Chaves, T.P.; Dantas, I.C.; Felismino, D.C. (2007). Lamberdor. In: Dantas, I.C. (Org.). *O raizeiro*. 1.ed. Campina Grande: EDUEP. cap.7, p.433-451.

8.8.4. Monografias, Dissertações e Teses:

- Dantas, V.S. (2006). *Análise das garrafadas indicadas e comercializadas pelos raizeiros na cidade de Campina Grande-PB*. 46p. (Monografia Especialização em Educação Ambiental) – Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB.
- Dantas, I.C. (2002). *O raizeiro e suas raízes: um novo olhar sobre o saber popular*. Campina Grande-PB, 134p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Estadual da Paraíba.
- Felismino, D.C. (2006). *Avaliação morfológica e histológica da resposta morfogênica in vitro de segmentos hipocotiledonares de maracujazeiro influenciada pela posição, orientação e polaridade*. Viçosa-MG, 112p. Tese de Doutorado - Programa de Pós- Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

8.8.5. Eventos (considerados em parte)

- Dantas, I.C.; Felismino, D.C.; Chaves, T.P.; Dantas, G.S.; Dantas, V.S. (2000). A cura das doenças específicas da mulher através do emprego da fitoterapia na cidade de Campina Grande-PB. *XVI Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil*. Recife-PE, Brasil. p.110-112.

8.8.6. Formato documento eletrônico

- Cameiro, S.M.T.P.G.; Pignoni, E.; Gomes, J.C. 2008. Efeito do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no controle da mancha angular do feijoeiro. *Rev. Bras. de Plantas Mediciniais*. (online). 10(3). - http://www.ibb.unesp.br/servicos/publicacoes/rbpm/HTML/sumarios_v10_n3_2008.htm. Acesso em: 4 de outubro 2008.
- Yamashita, F.; Tonzar, A.C.; Fernandes, J.G.; Moriya, S.; Benassi, M. de T. (2001). Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. *Rev. Bras. Frutic.* [online]. 23(2):288-292. - <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v23n2/7967.pdf>. Acesso em: 4 de abril de 2008.
- Boletim da Biblioteca Virtual de Saúde Reprodutiva (2003). *Aconselhamento genético*. - <http://www.bibcir.fsp.usp.br>. Acessado em 4 de abril de 2008.
- Taylor, L. (s.d.). *Rain-tree*. - <http://www.rain-tree.com/plant.htm>. Acesso em: 4 de abril de 2008.

OBS:

- As orientações explicitadas nessas instruções deverão ser seguidas plenamente pelo(s) autor(es), caso o artigo não esteja de acordo, na sua totalidade ou em parte, serão devolvidos e perderão a prioridade da ordem sequencial de publicação.
- Detalhes para a elaboração do artigo encontram-se no modelo de formatação de trabalho a seguir. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

Ver artigo do volume mais recente.

<http://eduep.uepb.edu.br/biofar/>