

AValiação DO POTENCIAL DO MANDACARU (*Cereus jamacaru*) PARA APLICAÇÃO EM PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS

Luana Maria de Queiroz Silva ¹
Bruno Rafael Pereira Nunes ²

RESUMO

O uso de matérias-primas renováveis vem crescendo cada vez mais, devido a busca por energia limpa. A biomassa lignocelulósica é uma fonte economicamente viável na qual a energia química pode ser liberada por meio de processos químicos e termoquímicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicabilidade da biomassa do mandacaru, proveniente da região do semiárido, como potencial matéria-prima na geração de bioprodutos e biocombustíveis. A determinação da composição da biomassa seca foi realizada calculando os teores de umidade, cinzas, extrativos, lignina e holocelulose (celulose + hemicelulose). O mandacaru seco apresentou um moderado teor de umidade, devido a grande quantidade de água que foi removida no processo de secagem. A quantidade de extrativos foi relativamente baixa, sendo observados 0,82% em massa. A quantidade de lignina foi considerável, tendo em vista que no caule encontra-se a resistência e durabilidade deste material. Além disso, 65,26% da massa é constituída por holocelulose, que pode ser submetida a diversos processos, proporcionando a obtenção de produtos de valor agregado. Após a realização das análises verificou-se que todas as frações constituintes podem ser aproveitadas, desde que sejam aplicadas técnicas que permitam a separação de cada uma delas. Assim o caule do mandacaru apresenta-se como uma alternativa para produção de produtos biotecnológicos.

Palavras-chave: Bioprocessos. Semiárido Brasileiro. Geração de Bioprodutos. Cactaceae

INTRODUÇÃO

Devido às limitações observadas atualmente no setor energético, cresce a busca por rotas alternativas para geração de químicos e obtenção de combustíveis. Dessa forma, a biomassa lignocelulósica surge como uma possível alternativa no desenvolvimento de produtos químicos, biocombustíveis e energia apresentando grande potencial para indústria química, petroquímica, farmacêutica, entre outras, gerando interesse tanto do ponto de vista tecnológico, quanto aos aspectos econômico e ambiental (VAZ JUNIOR, 2010). A aplicação destes materiais visa a produção de substâncias com alto valor comercial como, por exemplo, xilitol, etanol, hidroximetilfurfural e outros (FERRAZ, 2010).

¹ Graduada do Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, luanaqueiroz9@gmail;

² Doutor pelo Curso de Engenharia Química da UFCG, bruno.nunes@ufcg.edu.br;

A Caatinga apresenta um potencial pouco conhecido e grande parte do seu patrimônio biológico só pode ser encontrado no Brasil. Atualmente, existem muitas ações de pesquisa

com o objetivo de elucidar a riqueza do bioma e seu potencial econômico (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2016). As cactáceas tem sido bastante estudadas devido à sua composição química e estrutural, destacando-se por apresentarem componentes nutritivos e que podem ser usados para fins medicinais, como proteínas, amilose, ácido málico, resinas, vitaminas e celulose (ZARA *et al.*, 2012).

O mandacaru (*Cereus jamacaru.*) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família Cactaceae, podendo crescer em solos pedregosos. É encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA, 2009).

A aplicação de processos biotecnológicos surge como uma forma de aproveitar racionalmente as propriedades desse tipo de material, tendo em vista que ainda encontram poucas aplicações, e que a partir deste emprego podem ganhar valor de mercado. Assim, devido à larga disponibilidade e fácil obtenção justifica-se o desenvolvimento desse trabalho, contribuindo para o desenvolvimento biotecnológico no Cariri paraibano, aliado as atuais necessidades do uso de biomassas lignocelulósicas como possíveis fontes de energia e de bioprodutos.

Com isso, o objetivo geral deste trabalho foi a avaliação da aplicabilidade da biomassa do mandacaru como potencial matéria prima na geração de bioprodutos e biocombustíveis. Além disso, realizar a caracterização da biomassa, determinando os teores de lignina, umidade, extrativos e cinzas, determinar a quantidade de açúcares redutores presente no material e propor possíveis aplicações, visando a geração de produtos de valor agregado.

METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios da Unidade Acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos (UAEB) em parceria com o Laboratório de Solos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Sumé – PB.

A matéria-prima utilizada no trabalho foi o caule do mandacaru, coletado em uma propriedade rural na Cidade de Sumé. Após a coleta, foi realizada a lavagem do material em

água corrente para remover possíveis impurezas que pudessem contaminar as amostras. O material foi cortado, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Amostra do caule do Mandacaru cortado em rodela



Fonte: Registro do Autor (2019)

Em seguida o material foi submetido a secagem em estufa (MICROPROCESSADA DE CULTURA E BACTERIO, MODELO Q316M5 SEL. AUT. 110/220), conforme apresentado na Figura 2. A operação ocorreu sob temperatura constante de 60°C num período de 30 horas seguidas, para que ocorresse a remoção total de líquido dos materiais.

Figura 2 - Amostras de Mandacaru durante o processo de secagem



Fonte: Registro do Autor (2019)

Após a secagem, o material passou por um processo de moagem, utilizando moinho de facas tipo Willey macro – Tn650/1 com peneira, passando à forma de pó. A determinação da composição da biomassa seca foi realizada determinando os teores de umidade, cinzas, extrativos, lignina e holocelulose (celulose + hemicelulose), por diferença, de acordo com os procedimentos para análise lignocelulósica utilizados por Moraes, Rosa & Marconcini (2010). Para a determinação de açúcares redutores (AR), foi utilizado o método do DNS (Ácido 3,5-Dinitrosalicílico), aplicado por Maldonade *et al.* (2013).

DESENVOLVIMENTO

A vegetação da Caatinga apresenta características resistentes à seca. Segundo Nobel (1995), as cactáceas apresentam uma boa adaptação às condições do Semiárido brasileiro por serem vegetais classificados no grupo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas). Esse mecanismo confere alta eficiência no uso d'água. Os estômatos permanecem fechados durante o dia, para evitar a perda de água, e abertos durante a noite, para permitir a entrada de CO₂.

O Mandacaru é um cacto de porte arbóreo, podendo atingir até 10 metros, de tronco muito grosso e ramificado, atingindo até 30 centímetros de largura. Suas ramificações são cobertas de espinhos, como uma forma de defesa do mandacaru contra animais e também representa uma forma de evitar a perda de água. Porém, algumas espécies de cactos não possuem a presença de espinhos (SILVA *et al.*, 2018). Segundo Andrade *et al.* (2006), a espécie *Cereus jamacaru* tem várias utilizações em processos inflamatórios ocasionados por diferentes agentes, usados para o tratamento de problemas renais, e o xarope para o tratamento de tosse, bronquites e úlceras, além de apresentar grande potencial para o melhoramento genético e estudo e aproveitamento de sua biomassa.

A biomassa estoca energia na forma de energia química que pode ser liberada por processos químicos e termoquímicos. São considerados biomassa todas as matérias e resíduos oriundos de plantas e animais que tem carbono, hidrogênio e oxigênio como composição primária (SOUZA; SORDI; OLIVA, 2002).

Esses materiais são formados por estruturas duras e fibrosas, compostas pelos polissacarídeos celulose e hemicelulose, entremeados por outra macromolécula, formada por álcoois aromáticos, a lignina, aos quais se encontram unidos por ligações covalentes e de hidrogênio. Essa composição depende do vegetal de origem, da espécie da planta, da região de cultivo, idade e período do ano em que se realiza a colheita do material (HASSUANI, 2005).

O aproveitamento da biomassa pode ser realizando com a aplicação de processos de separação dos seus principais constituintes (MORAIS; ROSA; MARCONCINI, 2010). Os produtos podem ser energéticos incluindo o bioetanol e o biodiesel, ou químicos. A conversão é

realizada por meio de processos químicos, bioquímicos, enzimáticos ou mecânicos (ALVIM, et al 2014).

Baptista, *et al.* (2018), citaram estudos aplicando um processo catalítico para a produção de tetrahydrofurano. Neste processo, há uma conversão da biomassa lignocelulósica em ácido levulínico, o qual pode ser aplicado em poliamidas, borrachas e produtos farmacêuticos, incluindo a substituição direta de derivados petroquímicos como o tetrahydrofurano.

Li *et al.* (2018) destacaram em seu estudo que outro produto químico que pode ser obtido a partir dos açúcares provenientes da biomassa, o furfural tem atraído o interesse de pesquisadores, podendo ser utilizado na plataforma química como produtor de plásticos, adesivos, lubrificantes e atuar como um aditivo direto em misturas de combustíveis.

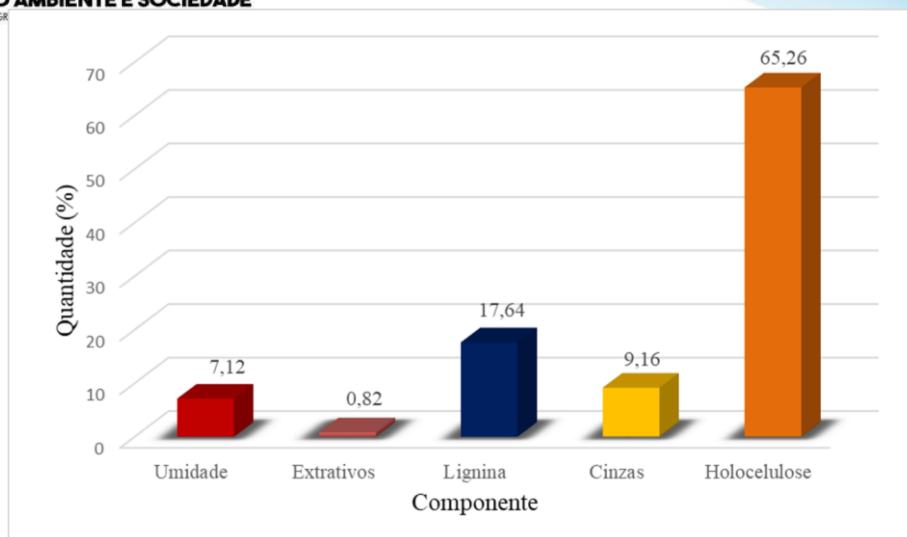
Em relação a fração lignina, Chio;Sain;Qin (2019) mostraram que tratando-se da valorização da lignina, a pirólise é o método mais eficaz para sua conversão em óleo bruto para a geração de energia e que em biorrefinarias, o processo de organosolv apresenta-se como promissor devido a sua capacidade de produzir lignina a partir da biomassa com a mais alta pureza permanecendo a maior parte do resíduo de celulose para a produção de etanol.

Ainda podem ser obtidos, a partir da celulose, a glicose, com todos os seus derivados (etanol, ácidos orgânicos e solventes orgânicos) e também podem ser extraídos nanocristais, utilizáveis no preparo de compósitos, como plásticos, filmes, membranas e implantes médicos; no preparo de géis e espumas e no reforço de papéis e derivados. A partir da hemicelulose, é possível obter ácido levulínico, um precursor de solventes, lubrificantes, entre outros produtos químicos. Pode-se obter da lignina gomas vegetais para a produção de espessantes, adesivos, emulsificantes, estabilizantes e outros produtos químicos, como precursores de polímeros (MORAIS; ROSA; MARCONCINI, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a determinação da composição, os dados referentes a umidade, extrativos, lignina, cinzas e holocelulose, para a biomassa estudada, podem ser visualizados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Composição Lignocelulósica do caule do madacaru



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Analisando os resultados apresentados no Gráfico 1, é possível observar que o teor de umidade é considerado moderado, uma vez que as amostras foram submetidas a um processamento prévio, incluindo etapas de secagem e moagem. Esse processamento pode ser vantajoso para algumas aplicações, como processos de queima visando a geração de energia e gás, uma vez que o poder calorífico de matérias-primas lignocelulósicas geralmente seguem comportamentos inversamente proporcionais ao teor de água presente nos mesmos (SOUZA, et al., 2012).

Yang *et al.* (2015), afirmam que elevadas quantidades de água, sugerem que estas matérias-primas, na forma *in natura*, podem ser adequadas para aplicação no processo de catálise em fase aquosa, desenvolvido em recentes estudos, para conversão direta de celulose e hemicelulose em ácido levulínico e ácido lático, respectivamente.

Em relação aos extrativos, os valores encontrados foram baixos, sendo alcançados apenas 0,82% da massa avaliada. Outros estudos realizados com o fruto do mandacaru apresentaram valores de até 60,35% de extrativos. Segundo Moraes, Rosa & Marconcini (2010), dentre os extrativos incluem-se compostos de baixa ou média massa molecular, incluindo uma grande variedade de moléculas, sendo solúveis em solventes orgânicos, os ácidos ou ésteres graxos, álcoois de cadeia longa, ceras, resinas, esteroides, compostos nitrogenados, fenólicos e glicosídeos, sendo que no caule a quantidade destes compostos é reduzida, principalmente devido a grande quantidade de água armazenada no caule deste tipo de planta.

O teor de cinzas encontrado no caule do mandacaru, comprova a presença de componentes específicos da matéria mineral da amostra, como o cálcio, potássio, sódio, magnésio entre outros, sendo observados 9,16% deste constituinte. Segundo Yang *et al.* (2015), este teor de cinzas poderia causar problemas de corrosão em equipamentos durante o processamento destes materiais, entretanto, esses elementos, que seriam resíduos dos bioprocessos, poderiam ser aplicados como fertilizante.

O mandacaru apresentou uma quantidade de lignina considerável, sendo este resultado esperado uma vez que no caule encontra-se a resistência e durabilidade do material.. A lignina presente no mandacaru, após um processo de separação dos componentes, pode ser aplicada na geração de diversos produtos, como dispersantes, polímeros biodegradáveis, resinas fenólicas, na constituição de protetores contra os raios UV e na produção de energia (CHIO; SAIN; QIN, 2019).

As quantidades de holocelulose, que corresponde as frações celulose e hemicelulose, presente nesta biomassa foi bastante significativa, sendo observado 65,26%. Conseqüentemente, o caule do mandacaru apresenta potencial para aplicações em processos de hidrólise, visando a obtenção dos mais variados produtos, sejam químicos ou farmacêuticos. Além disso, a produção de açúcares provenientes da biomassa lignocelulósica apresenta um grande potencial para suprir a demanda de energia limpa, uma vez que através da sacarificação da celulose em glicose, obtém-se o principal substrato na produção biológica de etanol (ORTEGA; BUSTO; MATEOS, 2001).

Em relação ao teor de açúcares redutores, foi observado um valor médio de 0,51 mg.mL⁻¹, o que é considerado um teor relativamente baixo. Um dos fatores que pode estar relacionado é a grande quantidade de água que o Mandacaru apresenta, sendo inviável o seu uso direto em processos fermentativos, que necessitam de uma considerável quantidade de açúcar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização das análises verificou-se que para cada fração constituinte estudada é possível realizar processos que permitirão o aproveitamento da biomassa para a obtenção de produtos químicos e de biocombustíveis com alto valor agregado, mostrando assim, a riqueza que pode ser encontrada no semiárido nordestino. Por se tratar de uma biomassa lignocelulósica, a questão ambiental também é levada em consideração, sendo uma matériaprima de fácil acesso e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

ALVIM, J.C. et al. Biorrefinarias: Conceitos, classificação, matérias primas e produtos. **Journal of Bioenergy and Food Science**. Macapá, v.1, n. 3, p. 61-77, out./dez. 2014.

ANDRADE, C.T.S., MARQUES, J.G.W, ZAPPI, D.C., Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos, **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.8, n.3, p.36-42, 2006.

BAPTISTA, S.L. et al. Xylitol production from lignocellulosic whole slurry corn cob by engineered industrial *Saccharomyces cerevisiae* PE-2. **Bioresource Technology**, v. 267, 481–491, 2018.

CHIO, C.; SAIN, M.; QIN, W.; Lignin utilization: A review of lignin depolymerization from various aspects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 107, 232–249, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada, 2019.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. Simpósio do Bioma Caatinga (1. : 2016 : Petrolina, PE): **Anais do I Simpósio do Bioma Caatinga**; editores: Lúcia Helena Piedade Kiill; Diogo Denardi Porto. Petrolina : Embrapa Semiárido. 171 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 277). Petrolina – PE, 2016.

FERRAZ, F.O., Influência de diferentes métodos de destoxificação sobre a composição e fermentabilidade do hidrolisado do bagaço de cana-de-açúcar à xilitol e etanol. **Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de Lorena**, Universidade de São Paulo, Lorena, 2010.

HASSUANI, S.J. Resíduos agrícolas – palha. In: **Curso Internacional: “Energia na Indústria de Açúcar e Alcool”**, Piracicaba. São Paulo: CTC – Copersucar. Brasil, 2005.

LI, X., LIU, Q., SI, C., LU, L., LUO, C., GU, X., ... LU, X. Green and efficient production of furfural from corn cob over H-ZSM-5 using γ -valerolactone as solvent. **Industrial Crops & Products** 120, 343–350, Tianjin University, China, 2018.

MALDONADE, I. R.; DE CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. Protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Somogyi-Nelson. **Embrapa Hortaliças Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2013.

MORAIS, J.P.S.; ROSA, M.F.; MARCONCINI, J.M. **Procedimentos para análise lignocelulósica**. 54 p. (Embrapa Algodão: Documentos, 236). Campina Grande- PB, 2010.

NOBEL, P. S. Recent ecophysiological advances for opuntia ficus-indica and other cacti. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE PROFESSIONAL ASSOCIATION FOR CACTUS DEVELOPMENT**, 1., 1995, San Antonio. Proceedings. Dallas: Professional Association for Cactus Development, 1995. p. 1-11.

ORTEGA, N.; BUSTO, M. D.; MATEOS, M.P. Kinetics of cellulose saccharification by *Trichoderma reesei* cellulases. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 47, p. 7-14, 2001.

SILVA, L. R. da; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de “Mandacaru”. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 199-205, abr./jun. 2009.

SILVA, M.C.N.; RODRIGUES, F.W.A.; VIEIRA, D. V.; Uso etnobotânico do Mandacaru (*cereus jamacaru de. Candolle*) x biologia da conservação: percepção ambiental dos moradores de uma comunidade rural do sertão Pernambucano. **Congresso Internacional de Ciências Agrárias – COINTER**, João Pessoa – PB, 2018.

SOUZA, M.M., et al., Estimativa de poder calorífico e caracterização para uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus taeda*. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 42, n.2, p. 325-334, abr./jun. 2012.

SOUZA, S. N. M; SORDI, A.; OLIVA, C. A. Potencial de energia Primária de Resíduos Vegetais no Paraná. In **4º Encontro de Energia no Meio Rural**. 2002.

VAZ JUNIOR, S. **Uso dos coprodutos e resíduos de biomassa para obtenção de produtos químicos renováveis**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. 4 p. il. color. (Embrapa Agroenergia. Circular técnica, 002).

YANG, L.; LU, M.; CARL, S.; MAYER, J. A.; CUSHMAN, J. C.; TIAN, E.; LIN, H. Biomass characterization of Agave and Opuntia as potential biofuel feedstocks. **biomass and bioenergy**, V. 76 os. 43 e 53, 2015.

ZARA, F.R.; THOMAZINI, M.H.; LENZ, G.F.; Estudo da Eficiência de Polímero Natural Extraído do Cacto Mandacaru (*Cereus Jamacaru*) como Auxiliar nos Processos de Coagulação e Floculação no Tratamento de Água. REA – **Revista de estudos ambientais (Online)** v. 14, n. 2esp, p. 75-83, 2012