



## ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO SORGO SACARINO COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS INDUSTRIAIS SUSTENTÁVEIS

**RAMOS, Larissa Castor<sup>1\*</sup>; FARIAS, Isabella Santos<sup>2</sup>; GOUVEIA, Lucas Gabriel Teixeira<sup>2</sup>; SILVA, Daniel Pereira<sup>3</sup>; RUZENE, Denise Santos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Rede Nordeste de Biotecnologia RENORBIO-SE, Universidade Federal de Sergipe

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

\* email: lcr.vet@gmail.com

**Resumo:** *O Brasil é um país com grande área agrícola e com um clima privilegiado para o plantio de diversas culturas, dispendo por este motivo de uma grande variedade de produtos agrícolas cujo bioprocessamento de seus resíduos, na sua totalidade ou de forma parcial, é de grande interesse econômico e social. O desenvolvimento sustentável promove o crescimento econômico necessário, garantindo a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social da região. A importância da introdução de culturas agrícolas com características promissoras para o desenvolvimento sustentável deve ser estudada e aplicada para o crescimento socioeconômico regional. O Sorghum sp. é uma gramínea com inúmeros atributos biotecnológicos aplicáveis à produção de bioprodutos sustentáveis que podem ingressar em áreas industriais como farmacêuticas, energéticas, químicas, alimentícias e produção de papeis. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama relativo a utilização do sorgo sacarino como matéria-prima para bioprodutos industriais sustentáveis.*

**Palavras-chave:** *Sorgo sacarino, Bioprodutos, Sustentabilidade.*

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial tem provocado preocupação em buscar estratégias eficazes na produção de alimentos (ZHOU *et al.*, 2014). Além disso, outra preocupação é a necessidade de obtenção de combustíveis por fontes renováveis e com pouca, ou nenhuma, poluição ambiental.

Ao buscar alternativas possíveis para solucionar esses problemas relacionados a sustentabilidade, estudos com leguminosas e gramíneas têm sido muito frequentes (BETTS *et al.*, 2015, SAMBUSITI *et al.*, 2012).

Há ainda uma preocupação em relação à competição entre a produção de alimentos e combustíveis, dessa forma é interessante que sejam aproveitados resíduos de alimentos processados ou constituintes que não sejam utilizados para alimentação na produção de bioprodutos (SCORDIA *et al.*, 2013; SRIMACHAI *et al.*, 2014). A sustentabilidade está diretamente relacionada com o desenvolvimento socioeconômico e com respeito às limitações dos recursos naturais. Sendo assim, algumas mudanças são válidas para implementação de novas culturas e tecnologias para o desenvolvimento das atividades agrícolas, pecuárias e florestais (DIEP *et al.*, 2015).

O sorgo é uma dessas excelentes promessas sustentáveis a serem exploradas, por ser fonte de alimento animal e humano, e por seu resíduo poder ser aproveitado para produção de bioprodutos (SRIVASTAVA *et al.*, 2010). Vêm ganhando atenção especial como matéria-prima alternativa para produção de energia em diversos países, como China e Indonésia (KARTAWIRIA *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2015), devido à sua alta produção de biomassa para conversão em açúcar, inclusive para produção de bioenergia, já que ele pode ser cultivado no período de entressafra da cana-de-açúcar (CIFUENTES *et al.*, 2014; QI *et al.*, 2015; REGASSA e WORTMANN, 2014).

Além da produção de biocombustível, pode-se ampliar a aplicabilidade da sua celulose em uma via alternativa convertendo-a em caboximetilcelulose (CMC), que tem caráter hidrofílico e possui diversas aplicações industriais (alimentos, detergentes, cosméticos, farmacêuticos, têxteis, papel, adesivos, cerâmica) atuando como modificador de viscosidade, espessante e emulsificante (HALEEM *et al.*, 2014).

As principais vantagens da utilização de matérias primas agrícolas para produção de bioprodutos são: a sua disponibilidade, seu custo relativamente baixo e um perfil ambiental favorável. Assim, a conversão de produtos agrícolas em derivados celulósicos e em biomassa

tem sido relacionada a uma grande demanda de pesquisas (BISWAS *et al.*, 2014; DURÃES *et al.*, 2012; ZHANG *et al.*, 2015). Neste contexto, vale estudar a relação entre a produção de bioprodutos derivados do sorgo sacarino e a sua importância para o desenvolvimento sustentável na região, objetivo alvo deste trabalho.

## **2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Devido à necessidade de conciliação entre um crescimento econômico duradouro e a manutenção dos recursos naturais com preservação ambiental, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável (HÁK *et al.*, 2016). Esse conceito estabelece meios para associar as metas socioeconômicas com as preocupações ambientais, podendo ser administrada como ferramenta na diversificação agrícola auxiliando a melhoria dos meios de subsistência (BIGGS *et al.*, 2015).

Para abranger os três pilares do desenvolvimento sustentável (economia, sociedade e ambiente) há uma preocupação dos países em atingir a necessidade de uma sustentabilidade energética devido à dependência estabelecida por fontes de energia não renováveis (IDDRISU e BHATTACHARYYA, 2015). O governo Brasileiro instituiu um Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS) como ferramenta para quebrar paradigmas na produção e consumo de produtos sustentáveis. O desafio, então, é disseminar planos e projetos que auxiliem a sociedade na implementação de novas práticas sustentáveis (BRASIL, 2014).

## **3. AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

Em um contexto agrícola, a interligação entre produção de energia, alimentos e economia de água é algo de fundamental importância e preocupação (BIGGS *et al.*, 2015). Pesquisas estão sendo realizadas, com base em avanços biotecnológicos, com o intuito de auxiliar soluções para o fornecimento suficiente de alimentos, biocombustíveis e outros bioprodutos de maneira que o impacto ambiental seja minimizado a partir da introdução de uma agricultura sustentável (CHEN e ZHANG, 2015; WANG *et al.*, 2015).

A implantação de sistemas agrícolas cujas culturas sejam resistentes às variações climáticas e possam servir de variantes para outras culturas tradicionais podem ser de bastante valia como base de matéria prima para novas biorrefinarias. Produtos com bioetanol, cereais, amido,

carboximetilcelulose e bioóleos podem ser desenvolvidos a partir da biomassa dessas culturas e, além disso, seus resíduos podem ser tratados e fornecidos para alimentação animal (CHEN e ZHANG, 2015; GUPTA e VERMA, 2015; HALEEM *et al.*, 2014).

#### 4. BIOPRODUTOS DO SORGO SACARINO

O sorgo pertence à família das *Poaceae* e possui um ciclo relativamente curto com duração de aproximadamente 4 meses (DURÃES *et al.*, 2012). Sorgo é uma cultura de origem tropical, portanto, prefere clima quente para poder expressar seu potencial, sendo cultivado em regiões com temperatura média superior a 20°C. Dessa forma, por ter uma via fotossintética altamente eficiente, possui boa adaptabilidade às diversificações climáticas e diversos tipos de solos. Sendo, então, considerada a quinta cultura cerealífera mais importante, a seguir ao trigo, arroz, milho e cevada (ALMODARES e HADI, 2009; DYKES *et al.*, 2014; DURÃES *et al.*, 2012).

O *Sorghum spp.* assim como outros cereais, possui em sua composição uma predominância de carboidratos, onde pode-se encontrar cerca de 55 a 75% de amido em seus grãos (BETTS *et al.*, 2015; MORAES *et al.*, 2015). Além disso, em seu bagaço a concentração de celulose varia entre 27-48%, de hemicelulose entre 19-24% e de lignina entre 9-32%. Isso possibilita a produção de diversos bioprodutos derivados da sua biomassa (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

A extração de bioprodutos derivados de resíduos agroindustriais, assim como no sorgo, requer a utilização de alguns pré-tratamentos como por exemplo: quebra da lignina, hidrólise química e enzimática da celulose e hemicelulose, processo organossolv e utilização de líquidos iônicos. Os tratamentos desses resíduos possuem um custo relativamente alto, o que tem proporcionado o esforço de diversos pesquisadores para desenvolver um processo de beneficiamento economicamente viável (ASGHER *et al.*, 2014; BISWAS *et al.*, 2014; HALEEM *et al.*, 2014; ISHOLA *et al.*, 2014; McINTOSH *et al.*, 2014).

Regassa e Wortman (2014) afirmam que o sorgo sacarino pode atuar na produção de bioetanol tanto com a extração e fermentação de carboidratos do seu suco como da fermentação de seu bagaço. Além de ratificar sua participação na produção de coprodutos para produção de papel, alimentação humana e animal, adubação de solo e bioóleos. Dessa forma, toda cultura é utilizada o que gera pouco ou nenhum dejetos afirmando a sua promissora vida sustentável no meio ambiente.

Outra variante importante para introdução do sorgo como alternativa sustentável é o fato desta cultura poder ser utilizada no período de entressafra da cana-de-açúcar, fato importante

para diminuição da monocultura de algumas regiões, enquanto que requer uma necessidade muito menor de recursos hídricos para o seu desenvolvimento estabelecendo um uso mais eficiente e renovável da terra e seus nutrientes (CIFUENTES *et al.*, 2014).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do conceito deste trabalho, foi possível perceber que a cultura agrícola do sorgo pode integrar como um adjuvante promissor ao desenvolvimento sustentável do país por apresentar características favoráveis à produção de bioprodutos. Esse atenuante pode ser comprovado pela sua composição química que revela índices favoráveis de polímeros como amido, celulose e hemicelulose.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem ao apoio do CNPq, CAPES e FAPITEC/SE, bem como do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI/UFS) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFS) da Universidade Federal de Sergipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMODARES, A.; HADI, M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. *Afr. J. Agric. Res.*, v.4, p.772–780, 2009.

ASGHER, M.; BASHIR, F.; IQBAL, H. M. A comprehensive ligninolytic pre-treatment approach from lignocellulose green biotechnology to produce bio-ethanol. *Chemical engineering research and design*, v.92, p.1571-1578, 2014.

BETTS, N.S.; FOX, G.P.; KELLY, A.M.; CRICKSHANK, A.W.; LAHNSTEIN, J.; HENDERSON, M.; JORDAN, D.R.; BURTON, R.A. Non-cellulosic cell wall polysaccharides are subject to genotype x environment effects in sorghum (*Sorghum bicolor*) grain. *Journal of Cereal Science*, v.63, p.64-71, 2015.

BIGGS, E. M.; BRUCE, E.; BORUFF, B.; DUNCAN, J.M.A.; HORSLEY, J.; PAULI, N.; McNEILL, K.; NEEF, A.; OGTROP, F.V.; CURNOW, J.; HAWOTH, B.; DUCE, S.; IMANARI, Y. Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods. *Environmental Science & Policy*, v.54, p.389–397, 2015.

BISWAS, A.; KIM, S.; SELLING, G.W.; CHENG, H.N. Conversion of agricultural residues to carboxymethylcellulose and carboxymethylcellulose acetate. *Industrial Crops and Products*, v.60, p.259–265, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de ação para produção e consumo sustentáveis - PPCS: Relatório do primeiro ciclo de implementação. Brasília: MMA, 2014.

CHEN, H-G; ZHANG, Y-H. P. New biorefineries and sustainable agriculture: Increased food, biofuels, and ecosystem security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.47, p.117–132, 2015.

CIFUENTES, R.; BRESSANI, R.; ROLZ, C. The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein. *Energy for Sustainable Development*, v.21, p.13-19, 2014.

DIEP, N. Q.; SAKANISHI, K.; NAKAGOSHI, N.; FUJIMOTO, S.; MINOWA, T. Potential for rice straw ethanol production in the Mekong Delta, Vietnam. *Renewable Energy*, v.74, p.456-463, 2015.

DYKES, L.; HOFFMANN JR, L.; PORTILLO-RODRIGUEZ, O.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Prediction of total phenols, condensed tannins, and 3-deoxyanthocyanidins in sorghum grain using near-infrared (NIR) spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, v. 60, p.138-142, 2014.

DURÃES, F. O. M; MAY, A.; PARRELLA, R.A.C. Sistema agroindustrial do sorgo sacarino no Brasil e a participação público privada: oportunidades, perspectivas e desafios. *Documentos 138*, Embrapa, ISSN 1518-4277, 2012.

GUIMARÃES, C. C.; SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, R. A. C.; SENA, M. M. Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass. *Microchemical Journal*, v.117, p.194-201, 2014.

GUPTA, A.; VERMA, J. P. Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.41, p.550–567, 2015.

HÁK, T.; SKOVÁ, S. J.; MOLDAN, B. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, v.60, p.565–573, 2016.

HALEEM, M.; SHAHID, M.; TAHIR, M. A. Synthesis of carboxymethyl cellulose from waste of cotton ginning industry. *Carbohydrate Polymers*, v.113, p.249-255, 2014.

IDDRISU, I.; BHATTACHARYYA, S. Sustainable energy development index: a multi-dimensional indicator for measuring sustainable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.50, p.513–530, 2015.

ISHOLA, M. M.; ISROI; TEHERZADEH, M.J. Effect of fungal and phosphoric acid pretreatment on ethanol production from oil palm empty fruit bunches (OPEFB). *Bioresource Technology*, v.165, p.9-12, 2014.

KARTAWIRIA, I.S.; SYAMSU, K.; NOOR, E.; SA'ID, G. Sorghum stalk juice pre-treatment method for bioethanol fermentation process. *Energy Procedia*, v.65, p.140-145, 2015.

MCINTOSH, S.; VANCOV, T.; PALMER, J.; MORRIS, S. Ethanol production from cotton gin trash using optimised dilute acid and whole slurry fermentation processes. *Bioresource Technology*, v.173, p.42-51, 2014.

MORAES, E.A.; MARINELI, R.S.; LENQUISTE, S.A.; STEEL, C.J.; MENEZES, C.B.; QUEIROZ, V.A.V.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Sorghum flour fractions: Correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index. *Food Chemistry*, v.180, p.116-123, 2015.

QI, C.; YADAMA, V.; GUO, K.; WOLCOTT, M.P. Thermal stability evaluation of sweet sorghum fiber and degradation simulation during hot pressing of sweet sorghum–thermoplastic composite panels. *Industrial Crops and Products*, v.69, p.335-343, 2015.

REGASSA, T.H.; WORTMANN, C.S. Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review. *Biomass and Bioenergy*, v.64, p.348-355, 2014.

SAMBUSITI, C.; FICARA, E.; MALPEI, F.; STEYER, J.P.; CARRÈRE, H. Influence of alkaline pre-treatment conditions on structural features and methane production from ensiled sorghum forage. *Chemical Engineering Journal*, v.211-212, p.488-492, 2012.

SCORDIA, D.; COSENTINO, S. L.; JEFFRIES, T. W. Effectiveness of dilute oxalic acid pretreatment of *Miscanthus X giganteus* biomass for ethanol production. *Biomass and bioenergy*, v.59, p.540-548, 2013.

SRIMACHAI, T., THONGLIMP, V., O-THONG, S. Ethanol and methane production from oil palm frond by two stage SSF. *Energy Procedia*, v.52, p.352-361, 2014.

SRIVASTAVA, A.; KUMAR, S. N.; AGGARWAL, P. K. Assessment on vulnerability of sorghum to climate change in India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.138, p.160-169, 2010.

WANG, M.; PAN, X.; XIA, X.; XI, B.; WANG, L. Environmental sustainability of bioethanol produced from sweet sorghum stem on saline-alkali land. *Bioresource Technology*, v.187, p.113-119, 2015.

ZHANG, Q.; ZHANG, P.; PEI, Z. J.; XU, F.; WANG, D.; VADLANI, P. Effects of ultrasonic vibration-assisted pelleting on chemical composition and sugar yield of corn stover and sorghum stalk. *Renewable Energy*, v.76, p.160-166, 2015.

ZHOU, S.; WEIMER, P.J.; HATFIELD, R.D.; RUNGE, T.M.; DIGMAN, M. Improving ethanol production from alfalfa stems via ambient-temperature acid pretreatment and washing. *Bioresource Technology*, v.170, p.286-292, 2014.

# STUDY THE USE OF SWEET SORGHUM AS RAW MATERIAL FOR SUSTAINABLE INDUSTRIAL BIOPRODUCTS

**RAMOS, Larissa Castor<sup>1\*</sup>; FARIAS, Isabella Santos<sup>2</sup>; GOUVEIA, Lucas Gabriel Teixeira<sup>2</sup>; SILVA, Daniel Pereira<sup>3</sup>; RUZENE, Denise Santos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Rede Nordeste de Biotecnologia RENORBIO-SE, Universidade Federal de Sergipe

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe

\* email: lcr.vet@gmail.com

**Abstract:** *Brazil is a country with large agricultural area and an ideal climate for growing different crops, providing for this reason a wide range of agricultural products whose bioprocessing of waste materials, in whole or in part, it is of great interest economic and social. Sustainable development promotes needed economic growth, ensuring the preservation of the environment and social development of the region. The importance of the introduction of crops with promising characteristics for sustainable development should be studied and applied to the regional socioeconomic growth. Sorghum sp. it is a grass with numerous biotechnological attributes for the production of sustainable bioproducts that can enter in industrial areas as pharmaceutical, energy, chemical, food and production roles. Within this context, the aim of this paper is to present an overview on the use of sweet sorghum as raw material for sustainable industrial bioproducts.*

**Keywords:** *Sweet sorghum, Bioproducts, Sustainability.*