

## ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO NO PRÉ-TRATAMENTO ÁCIDO DAS RAMAS DA BATATA DOCE PARA A OBTENÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Lorrane Ribeiro de Souza<sup>1</sup>, Roze Anne Ferreira Lima<sup>2</sup>, Kallyana Moraes Carvalho Dominices<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – IFTO/Campus Paraíso do Tocantins. Bolsista s do PIBIC/IFTO. e-mail: <lollaribeiros@gmail.com>

<sup>2</sup>Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – IFTO/Campus Paraíso do Tocantins. Bolsista s do PIBIC/IFTO. e-mail: <rozeannefl@gmail.com>

<sup>3</sup>Professora Doutora do Eixo Tecnológico de Produção Alimentícia – IFTO/ Campus Paraíso do Tocantins. e-mail: <kallyana@ifto.edu.br>

**Resumo:** A busca por fontes limpas e renováveis de energia tem levado ao desenvolvimento de novas tecnologias alternativas, tais como o uso dos biocombustíveis. Uma alternativa para a produção de etanol de primeira e segunda geração é o uso de fontes amiláceas e materiais lignocelulósicos como fontes de carbono barato, renovável e sustentável. A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é considerada um substrato promissor para fermentação alcoólica, uma vez que apresenta elevados teores de amido, na faixa de 32 a 70%. Com isso, o objetivo deste trabalho foi produzir etanol de segunda geração proveniente da raiz e ramas da batata-doce da cultivar 'Duda'. Para a obtenção de etanol de segunda geração foi realizado um estudo da hidrólise ácida das ramas da batata-doce, com cargas de sólido de 20% (m/m)], nas concentrações de ácido sulfúrico [1, 1,5 e 2% (m/v)], nos tempos (0, 15, 30, e 60 minutos) fixando a temperatura em 121°C. Para o estudo da produção de etanol de primeira geração utilizando as raízes da batata-doce, foi realizado um planejamento experimental visando a otimização da etapa da hidrólise enzimática, após preparou-se a matéria prima para determinação do teor de umidade e matéria seca. Em seguida, fez-se o pré-tratamento ácido das ramas, a caracterização da parte líquida, e quantificação dos carboidratos respectivamente. Nas concentrações acida de 2 %(m/v) de ácido sulfúrico notou-se uma elevação nos níveis de glicose e xilose com teores de 3,8130 e 8,9745 g/L respectivamente, assim como o destaque para o tempo reacional entre 30 e 60 minutos.

**Palavras-chave:** ácido sulfúrico, batata-doce, etanol de segunda geração

### 1 INTRODUÇÃO

A busca por avanço tecnológico para a produção de biocombustíveis mais limpos, com objetivo de reduzir as emissões de gás carbônico, diretamente associado ao aquecimento global, e também alternativas ao petróleo. Os recursos disponíveis nos permitem procurar por outras fontes que possam aumentar a produção do etanol, já que temos a perspectiva de no futuro substituímos os derivados do petróleo por combustíveis renováveis, a exemplo do etanol, fonte de substituição dos combustíveis fósseis (FUJITA et al., 2016).

De forma resumida, o etanol é produzido por uma reação química chamada fermentação, que converte uma fonte de açúcar em álcool. Essa fonte de açúcar pode vir dos mais diferentes tipos de matérias primas, de onde ele pode estar presente em alta quantidade ou possui a necessidade de ser extraído (ANDRADE; FARIAS; MAUGERI, 2014).

A batata-doce (*Ipomoea batatas*), da família Convolvulacea, é uma hortaliça tuberosa, de fácil cultivo, rústica, de ampla adaptação, originária de regiões tropicais. Como fonte alternativa de bioener-

gia, apresenta uma ótima produção de biomassa para obtenção de álcool combustível, associada à rusticidade do plantio (FERRARI et al., 2013).

Para a obtenção destes materiais lignocelulósicos a álcool a partir da celulose requer pré-tratamento antes da hidrólise deste polissacarídeo ser realizada. O objetivo do pré-tratamento, nada mais é que remover a hemicelulose e a lignina, reduzir a cristalinidade da celulose e aumentar a porosidade dos materiais; além disso, deve evitar a degradação ou perda de carboidratos e a formação de bioprodutos que possam inibir os microrganismos fermentadores (CAVALAGLIO et al., 2016).

O pré-tratamento com ácido é considerando uma das técnicas mais importantes quando o objetivo de obter um alto rendimento de açúcares de materiais lignocelulósicos. Esse pré-tratamento é geralmente realizado usando ácidos minerais diluídos com concentrações que variam de 0,2 a 2,5% (GUEDES et al., 2010). No pré-tratamento ácido com soluções diluídas de ácido sulfúrico, promovem a decomposição da hemicelulose a determinadas temperaturas. A hemicelulose é separada da celulose e é recuperada na forma de xilose arabinose e outros monômeros. Desse processo se obtém a celulose mais a lignina (CASTRO, 2009).

Este trabalho tem como finalidade o desenvolvimento do processo da produção de etanol de segunda geração a partir das ramas da batata-doce por meio de um pré-tratamento com ácido sulfúrico visando um processo sustentável de produção de etanol.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Matéria-prima**

Os As ramas de batata-doce utilizadas neste estudo foram provenientes do Centro Tecnológico Agroindustrial e Ambiental da Universidade Federal do Tocantins, no Campus de Palmas (Palmas – Tocantins, Brasil). A cultivar industrial utilizada no experimento foi a cultivar 'Duda' com colheita manual em Abril/2014, esta cultivar foi registrada pela Universidade Federal do Tocantins em 15/04/2008 no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento sob o número 22598.

### **2.2 Preparo da Matéria-prima e determinação do teor de umidade**

Inicialmente as ramas da batata doce foram previamente secas no sol e depois foram levadas para o laboratório para serem estudadas.

Para determinar o teor de umidade e a quantidade de matéria seca, as placas codificadas foram previamente secas em estufa (BIOPAR) a 105°C por 1 hora. Logo após com o auxílio de uma pinça foram colocadas no dessecador contendo sílica gel por 15 minutos para esfriar. Ainda utilizando uma pinça as placas foram retiradas do dessecador e pesadas na balança analítica (Model: BL-1200AS-BI). Pesou-se 5,00 g da amostra e foram colocadas em estufa a 105 °C por um período de 08 horas. Após

esse tempo as placas foram retiradas da estufa, e colocadas novamente no dessecador por 15 minutos para esfriar. Em seguida foram pesadas na balança analítica e foram feitos os cálculos de determinação de umidade.

As percentagens de umidade e quantidade de matéria seca foram calculadas conforme as fórmulas descritas abaixo.

$$\%Umidade = [(P_{final} - P_{placa}) / P_{amostra}] * 100 = MS = 100 - \%Umidade$$

Onde:

$P_{final}$ - Peso da amostra final.

$P_{placa}$ - Peso da placa.

$P_{amostra}$ - Peso da amostra.

MS- matéria seca

Os dados coletados da matéria seca e da umidade foram analisados em uma planilha do Excel para determinação da quantidade de sólidos.

### **2.3 Pré-tratamento ácido das ramas de batata doce**

Para o pré-tratamento ácido das ramas de batata doce pesou-se 21,86 g das mesmas em 9 frascos etiquetados. Logo, preparou-se 1,0 L de solução de  $H_2SO_4$  (ácido sulfúrico) na concentração de 1%, e adicionou-se 97,6 mL das soluções  $H_2SO_4$  em cada frasco, cada concentração foi repetida em 9 frascos com diferentes temperaturas. Em seguida, os diferentes frascos com a concentração de 1%, foram colocados no autoclave (MAX BIOMEDICAL) a temperatura de 121°C, e nas temperaturas de 90 °C e 100 °C foram para o Banho Maria onde permaneceram por 15, 30 e 60 minutos cada um deles, depois foram retirados e deixados resfriar. Após filtrou-se o conteúdo dos frascos em peneira com diâmetro de 450 mesh e retirou-se os licores, logo em seguida foi feita a caracterização da parte líquida de acordo com a metodologia de Sluiter et al (2008) e a quantificação dos carboidratos de celobiose, glicose, xilose e arabinose foram determinadas por meio de curvas de calibração obtidas por padrões analíticos. A curva foi construída utilizando soluções de concentrações conhecidas correlacionadas com suas respectivas áreas obtidas após a injeção no cromatógrafo líquido de alta eficiência da marca Shimadzu (LC 10Series Avp; desgaseificador: DGU-14<sup>a</sup>, integrador: CLASS LC-10) A detecção se deu em detector de índice de refração (Shimadzu, modelo RID- 10A). Uma alíquota de 20,0  $\mu$ L da amostra foi injetada manualmente (injetor Rheodyne - iL malha 20) e permeada por uma coluna Phenomenex Rezex ROA-OrganicAcid H<sup>+</sup> (300 x 7,8 mm) com conexão direta a cartucho de segurança Phenomenex Carbo-H (4 x 3 mm) preenchida com material semelhante ao da coluna principal.

Com esses resultados foi possível calcular a concentração desconhecida de açúcar em relação a área obtida da amostra expressa no cromatograma. Foram preparadas soluções padrões de concentração de celobiose, glicose, xilose e arabinose.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção deve descrever os objetos produzidos e suas características. Observou-se na Tabela 1, as concentrações de carboidratos glicose, arabinose, xilose e os produtos por degradação Furfural e 5-HMF (5-hidroxiacetilfurfural) quantificados após a hidrólise ácida das ramas da batata-doce nas concentrações de 1; 1,5 e 2 %(m/v) de ácido sulfúrico.

Tabela 1 – Concentrações de carboidratos (glicose, arabinose, xilose), produtos de degradação (furfural e 5-HMF) na hidrólise ácida das ramas com carga de sólidos (20 %m/m), tempo reacional (0, 15, 30, e 60 minutos), temperatura de 121 °C nas concentrações de 1, 1,5 e 2 %(m/v) de ácido sulfúrico.

Carga de Sólidos (% m/m)	Tempo (min)	Concentração Ácida (%m/v)	Temperatura (°C)	Glicose (g/L)	Arabinose (g/L)	Xilose (g/L)	Furfural (g/L)	5-HMF (g/L)
20	0	1%	121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	15	1%	121	1,1674	0,3738	6,2461	0,2279	0,6502
	30	1%	121	2,5433	2,5528	7,8834	0,1740	0,3419
	60	1%	121	2,3965	2,0876	7,7530	0,2134	0,6036
20	0	1,5%	121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	15	1,5%	121	2,2998	0,9330	4,5297	0,3224	0,5341
	30	1,5%	121	2,1931	0,6618	5,8509	0,2594	0,5040
	60	1,5%	121	2,9422	1,1156	6,8625	0,4532	0,5714
20	0	2%	121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	15	2%	121	3,3094	0,9107	8,9745	0,3422	0,6274
	30	2%	121	3,4202	0,9690	6,0757	0,3185	0,5641
	60	2%	121	3,8130	1,0985	6,8213	0,5444	0,6357

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

Na carga de sólido de 20 %(m/m) as maiores concentrações de glicose foram no tempo racional de 60 minutos na concentração de 2% com teores de 3,8130 g/L. Portanto quanto maior for o tempo e a concentração de ácido sulfúrico maior será também a conversão de D-glicose. Os teores de arabinose mais altos foi no tempo de 30 minutos na concentração de 1% com teor de 2,5528 g/L. Felipe (2010) estudou o bioetanol de cana-de-açúcar e concluiu que, a formação de arabinose é mais influenciada pela concentração do ácido que pela temperatura. Já os maiores valores para a xilose foi no tempo de 15 minutos na concentração de 2% com teor de 8,974g/L. Quanto maior o tempo de reação o

rendimento de xilose obtido na pré-hidrólise diminui, devido a exposição prolongada a altas temperaturas e acidez que causam a formação de ácidos orgânicos furfurais.

A máxima concentração do inibidor furfural foi no tempo de 60 minutos na concentração ácida de 2% com teor de 0,5444 g/L. Isso indica que para ter uma boa concentração do inibidor furfural é mais aplicável uma maior concentração ácida em um tempo maior. Porém esses resultados foram menores comparado com os outros trabalhos, já do inibidor 5-HMF foi entre os tempos de 0 e 20 minutos na concentração ácida de 1 % com teor de 0,6274 g/L. Isso indica que para ter uma boa concentração do inibidor 5-HMF é mais aplicável uma maior concentração ácida em um tempo menor.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ramas da batata-doce de acordo com a sua composição apresentou índices elevados de D-glicose e D-xilose, componente expressivo para a produção de etanol de segunda geração. Possui também menores teores de furfural e 5-HMF em relação a outros materiais destinados a produção de etanol lignocelulósico.

Com a investigação dos efeitos das condições operacionais do processo de hidrólise ácida das ramas pode-se definir o melhor ponto na faixa. O ponto considerado ótimo da hidrólise ácida das ramas foi na concentração de  $H_2SO_4$  a 2,21 % (m/v) e no tempo de 61,82 min, onde se obteve os maiores níveis de glicose e xilose.

Com isso foi possível investigar avaliar e otimizar a viabilidade da produção de etanol de segunda geração a partir da hidrólise ácida das raízes da batata-doce.

#### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R.R.; FARIAS, D.; MAUGERI, F. Kinetic Modeling of Ethanol Production by *Scheffersomyces stipitis* from xylose. **Appl. Biochem. Biotechnol**, 2016.
- CAVALAGLIO, G.; GELOSIA, M.; INGLES, D.; POMPILI, E.; D'ANTONIO, S.; COTANA, F. Response surface methodology for the optimization of cellulosic ethanol production from *Phragmites australis* through pre-saccharification a. **Industrial Crops and Products**, n. 83, p. 431-437, 2016.
- CASTRO, I. P. M. **Uso do soro de queijo na potencialização da produção convencional de etanol a partir de duas cultivares industriais de batatadoce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. [s.l.] Universidade Federal do Tocantins, 2009.
- FELIPE, M. G. A. **Bioetanol de cana-de-açúcar para produtividade e sustentabilidade**. Cap. 3 p. 4, São Paulo, 2010.
- FERRARI, M. D.; GUIGOU, M.; LAREO, C. Energy consumption evaluation of fuel bioethanol production from sweet potato. **Bioresource Technology**, n. 136, p. 377-384, 2013.
- GUEDES, B. L. C.; ADÃO, C. D.; QUESSADA, P. T.; BORSATO, D.; GALÃO, F. O. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 781-786, 2010.



FUJITA, T.; NAKAO, E.; TAKEUCHI, M.; TANIMURA, A.; ANDO, A.; KISHINO, S.; KIKUKAWA, H.; SWHIMA, J.; OGAWA, J.; SHIMIZU, S. Characterization of starch-accumulating duckweeds, *Wolffia globosa*, as renewable carbon source for bioethanol production. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, n. 6, p. 123-127, 2016.