

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

**ESTUDO COMPARATIVO DO PRÉ-TRATAMENTO DA CASCA DE AVEIA  
BRANCA (AVENA SATIVA L.) NA OBTENÇÃO DE AÇÚCARES  
FERMENTESCÍVEIS ATRAVÉS DA HIDRÓLISE ÁCIDA E BÁSICA<sup>1</sup>  
COMPARATIVE STUDY OF THE WHITE OAT HULL (AVENA SATIVA L.)  
FOR THE ATTAINMENT OF FERMENTABLE SUGARS BY ACID AND BASIC  
HYDROLYSIS**

**Camila Hammarstrom Goi<sup>2</sup>, Nadine Rohl Kronbauer<sup>3</sup>, Fernanda Da Cunha  
Pereira<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Estudo vinculado a pesquisa Institucional “Desenvolvimento de alimentos sem glúten a partir de grãos cultivados na região noroeste do RS”, Grupo de pesquisa Alimentos e Nutrição da UNIJUI

<sup>2</sup> Aluna do curso de Graduação em Engenharia Química da UNIJUI, bolsista iniciação científica PROBIC/FAPERGS, camilahgoi@hotmail.com;

<sup>3</sup> - Aluna do curso de Graduação em Engenharia Química da UNIJUI, bolsista de iniciação científica PIBITI/UNIJUI, nadinekronbauer@hotmail.com;

<sup>4</sup> Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientadora, fernanda.cunha@unijui.edu.br.

## **INTRODUÇÃO**

A produção brasileira de aveia está concentrada nos estados do sul do país, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB a safra brasileira 2018/2019 foi de 375,6 mil hectares, o que representa uma produção de 876,5 mil toneladas, das quais 680,4 mil toneladas foram produzidas somente no estado do Rio Grande do Sul (CONAB, 2018). No processo de industrialização da aveia, devido às características da casca (ser resistente, fibrosa e cerosa), que a tornam indigerível pelos seres humanos, uma das etapas do processo consiste no descascamento, gerando resíduos que podem atingir 25 a 30% do peso do grão. Esse resíduo quando descartado, torna-se um poluente (KLAJN, 2011; TAMANINI *et al.*, 2004).

Entretanto, os resíduos agroindustriais têm possibilidade de serem aproveitados como biomassa, para a produção de biocombustíveis. A biomassa é composta basicamente por celulose, hemicelulose e lignina, constituindo uma estrutura chamada de *complexo lignocelulósico*. Em média, possui de 50 a 77% em massa de celulose e hemicelulose e de 5 a 25% em massa de lignina (MOHAN *et al.*, 2015). A estrutura bioquímica da lignina não está associada a moléculas de açúcar, não sendo de interesse para a produção de bioetanol.

Para se obter etanol a partir da biomassa lignocelulósica é necessário hidrolisar a celulose e hemicelulose, com o intuito de se obter açúcares fermentescíveis. Esta pode ser realizada utilizando ácidos, álcalis e enzimas. Os processos enzimáticos são os mais estudados devido à sua facilidade de hidrolisar as frações cristalinas da celulose, porém os tempos de processamento são altos e as enzimas ainda apresentam um custo relativamente elevado comparado a outros

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

tratamentos (NASCIMENTO, 2012). Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar a hidrólise utilizando ácido diluído e base diluída nas mesmas condições, avaliando o efeito destes na obtenção de açúcares fermentescíveis expressos em rendimento.

## METODOLOGIA

A biomassa utilizada foi a casca de aveia proveniente do município de Ijuí/ RS. A metodologia da hidrólise teve início com a preparação das amostras, que consistiu na secagem em estufa durante 24 h a uma temperatura de 105°C, seguida da moagem em um moinho de facas tipo Wiley, sendo o tamanho das partículas passante por peneira 20 *mesh*. As amostras de casca de aveia foram caracterizadas com relação ao teor de cinzas e de umidade, as quais foram realizadas com base na metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). A quantificação dos açúcares redutores (AR) das soluções de hidrolisado foi realizada conforme a metodologia de Miller (1959), utilizando ácido 3,5-dinitrosalicílico na reação com os açúcares redutores e associando-se à curva padrão de glicose previamente preparada, a partir de soluções de concentrações conhecidas e construída em espectrofotômetro no comprimento de onda de 540 nm.

A análise da hidrólise total foi realizada de acordo com a metodologia de Dunning e Dallas (1949), fundamentada na sacarificação quantitativa dos polissacarídeos de vegetais, tornando possível expressar os resultados em termos de recuperação dos açúcares redutores. Primeiro, aproximadamente 2g de casca de aveia foram pesados e acondicionados em um béquer, onde foi adicionado 10 mL de ácido sulfúrico com teor de 72% (m/m). A mistura foi agitada continuamente com bastão de vidro em um banho maria a 50°C durante 7 minutos, nessa etapa, as fibras de celulose se rompem e formam oligômeros. Após transcorrido o tempo da etapa denominada de hidrólise total, adicionou-se 275 mL de água destilada e transferiu-se a mistura para um frasco Erlenmeyer de 500 mL. Ainda, a suspensão foi autoclavada a 121°C e 1 atm, durante 15 minutos, sendo posteriormente filtrada em filtro de pano e levada para um balão volumétrico de 500 mL, sendo o volume completado com água destilada (DUNNING e DALLAS, 1949). Os ensaios de hidrólise utilizando ácido ou base diluído com teor de 1% (v/v) em autoclave em um tempo de 40 minutos, a 121°C, foram realizados respeitando a relação sólido/líquido estabelecidas no planejamento experimental, expresso na Tabela 1.

Tabela 1. Delineamento composto central com dois níveis e triplicata do ponto central

Variável codificada	-1	0	1
Razão sólido/líquido (m/v)	1:10	1:15	1:20
Concentração de ácido ou base (%)	0,5	1	1,5

Fonte: Autoria Própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

A determinação da umidade nas amostras foi importante, pois assim foi possível calcular o teor de açúcares redutores em termos de biomassa seca. A casca de aveia apresentou uma umidade de  $9,75 \pm 0,02\%$  e cinzas de aproximadamente  $3,04 \pm 0,03\%$ . Gehlen *et al.* (2016), encontraram valores muito próximos para a umidade e cinzas, sendo esse  $9,08\%$  e  $2,94\%$ , respectivamente. A variação destes valores pode decorrer do tipo de armazenamento do resíduo, tempo de colheita e condição ou estágio de crescimento (JEFFRIES e JIN, 2000), mesmo com as variações de clima e armazenamento, os teores de umidade e de cinzas foram concordantes.

A Tabela 2 mostra o delineamento experimental realizado com todas as combinações entre os níveis e variáveis estudadas, bem como os resultados obtidos para a variável resposta. A faixa de concentração de trabalho foi definida com o intuito de se reduzir ao máximo a quantidade de reagente utilizado.

Tabela 2. Variáveis estudadas no planejamento experimental totalmente aleatorizada com duplicata de todos os pontos para hidrólise diluída utilizando casca de aveia.

Ensaio	Concentração (%)	Razão sólido/solvente R	Recuperação utilizando ácido (%)*	Recuperação utilizando base (%)*
1	0,5	1:10	67,60	1,25
2	0,5	1:20	69,11	1,22
3	1,5	1:10	76,50	3,94
4	1,5	1:20	77,13	3,54
5	1	1:15	77,31	0,84
6	1	1:15	78,22	0,90
7	1	1:15	78,72	1,07

Fonte: Autoria Própria.

\* razão entre AR da hidrólise diluída pela hidrólise total

É possível verificar recuperações semelhantes entre as condições que utilizaram 1% e 1,5% de ácido sulfúrico, obtendo-se um rendimento de aproximadamente 78% de açúcares redutores. Já para o hidróxido de sódio a melhor condição foi encontrada ao utilizar concentração de 1,5%, sendo obtido aproximadamente 4% de açúcares redutores. Também é possível observar que há pouca diferença entre os resultados dos ensaios 1 e 2, e entre os ensaios 3 e 4, com relação a variação da razão sólido/líquido, onde os valores encontrados foram próximos, indicando que o meio pode estar saturado de ácido.

O baixo rendimento utilizando base pode se dar ao fato da base agir indiretamente sobre a biomassa, causando inchaço. Com este, a superfície da biomassa aumenta, facilitando a migração da água para dentro do material. A água atua rompendo a ligação de hidrogênio entre a hemicelulose e a lignina-carboidrato, causando efeito de diminuição da cristalinidade e a ruptura da lignina através da quebra das ligações aril-éter. A eficiência da base depende da quantidade de lignina presente nos materiais (NASCIMENTO, 2011), tudo indica que pode ter ocorrido uma maior degradação da lignina formando outros compostos, por isso a quantidade de açúcares

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

reduzidos quantificados pelo método DNS foi pequena comparado ao do ácido.

Santos *et al.* (2014), estudaram o pré-tratamento ácido da palha de milho para a obtenção de etanol de segunda geração, variando tempo, temperatura e concentração de ácido sulfúrico e uma razão sólido/líquido de 1:10 (m/v). Os melhores rendimentos de açúcares encontrados foram nas condições de 15 min, 120°C e 0,5% de ácido sulfúrico obtendo um rendimento de 50,9%. Para o presente trabalho foi possível obter um rendimento de 78%, este valor superior pode ser devido à quantidade de grãos junto com a casca. Ao iniciar o trabalho optou-se por utilizar o resíduo da maneira que foi recebido. Através de análise da superfície de resposta, os autores evidenciaram que concentrações elevadas de ácido podem ocasionar a formação de produtos inibidores que são responsáveis pela degradação do material lignocelulósico, e conseqüentemente dos açúcares presentes na estrutura. O tempo apresentou menor efeito no sistema, porém quando combinado com a temperatura e/ou concentração de ácido sulfúrico indica que se deve trabalhar com menores valores para se obter maiores rendimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidrólise diluída para o tratamento de biomassa lignocelulósica tem se mostrado uma tecnologia interessante. Ao realizarmos a hidrólise ácida da casca de aveia utilizando ácido sulfúrico, os resultados foram satisfatórios apresentando recuperação de 78% de açúcares redutores, quando utilizado concentração de 1% de ácido sulfúrico e razão sólido/líquido de 1:15 (m/v). Os resultados obtidos para a hidrólise básica diluída demonstraram ser pouco eficientes em virtude da interação da base com a biomassa, não sendo seu uso considerado atrativo.

**Palavras-Chaves:** Resíduos Lignocelulósicos; Bioprocesso; Engenharia Química;

**Keywords:** Lignocellulosic Residues; Bioprocess; Chemical Engineering;

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do estado do Rio Grande do Sul pelo apoio financeiro ao projeto e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pela bolsa PROBIC concedida.

## REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro 2013** / Companhia Nacional de Abastecimento. - Brasília: Conab, 2013.

DUNNING, J.W.; DALLAS, D. E. **Analytical procedures for control of saccharification**

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

**process.** *Analytical Chemistry*. 21 (6) p. 727-729, 1949.

GEHLEN, G. S. *et al.* **Caracterização de casca de aveia, caroço de azeitona e caroço de pêssogo para fins energéticos.** 7 Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 27-28.

JEFFRIES, T.W.; JIN, Y.S. **Metabolic engineering for improved fermentation of pentoses by yeasts.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.63, n.5, p.495-509, 2000.

KLAJN, V. M. **Efeitos do processamento hidrotérmico em escala industrial sobre parâmetros de composição química, estabilidade conservativa e atividade antioxidante em aveia.** 2011. 98 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar.** *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n.3, p. 426-428, 1959.

MOHAN, D.; BANERJEE, T.; GOUD, V. V. **Hydrolysis of bamboo biomass by subcritical water treatment.** *Bioresource Technology*, v. 191, p. 244-252, 2015.

NASCIMENTO, V. M. **Pré-tratamento alcalino (NaOH) do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol e obtenção de cilo oligômeros.** 2011. 136p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

NASCIMENTO, R. B. **Contribuição ao desenvolvimento de processos químicos incentivados por micro-ondas para hidrólise em alta pressão de bagaço de cana.** 2012. 162 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá. São Caetano do Sul, 2012.

SANTOS, F. A. *et al.* **Otimização do pré-tratamento hidrotérmico da palha de cana-de-açúcar visando à produção de etanol celulósico.** *Química Nova*, v. 37, n.1, p. 56-62, 2014.

TAMANINI, C. *et al.* **Avaliação química da casca de aveia para aproveitamento em processos biotecnológicos.** ICTR 2004 - Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, p. 2048-2057, 2004.