

ISSN 2236-0476

## HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO EFLUENTE GERADO NA PRODUÇÃO DE PAPEL VIA FARELO DE ARROZ

**Rachel de Moura Nunes<sup>1</sup>, Emerson Adriano Guarda<sup>2</sup>, Adão Lincon Bezerra Montel<sup>3</sup>,  
Dener Alves Souza<sup>4</sup> e Patrícia Martins Guarda<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, rachelnunes@uft.edu.br, <sup>2</sup>Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, emersonprof@uft.edu.br, <sup>3</sup>Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, montel@uft.edu.br, <sup>4</sup>Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, dener\_alv@hotmail.com, <sup>5</sup>Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Tocantins, patriciaguarda@uft.edu.br

### Introdução

Em função das medidas ambientais, novas fontes de celulose estão sendo testadas, fontes essas chamadas de materiais lignocelulósicos, que representam a fração mais expressiva da biomassa vegetal, a maior fonte de compostos orgânicos da biosfera, termo usualmente empregado para designar matéria orgânica produzida, tanto pelas espécies vegetais, como por seus resíduos, tais como: florestas, produtos agrícolas, gramíneas com alto rendimento em fibras (bambu, sisal, juta, rami), resíduos agroindustriais (bagaço de cana de açúcar, palha de milho, palha de arroz) (CASTRO, 2009; CARVALHO et al, 2010).

As busca por fibras alternativas surge do interesse de aliar o aproveitamento dos resíduos agrícolas à produção de celulose, tanto no contexto da produção industrial quanto na manufatura artesanal de papel (PIMENTEL, 2010). Por ser uma matéria-prima fibrosa o farelo de arroz, do ponto de vista tecnológico, é passível de ser utilizado na produção de celulose.

Algumas aplicações desse resíduo, como para nutrição animal, extração de proteína para uso alimentício e emulsificante, já são utilizadas como formas de valorização. Este trabalho tem como objetivo testar o potencial de produção de açúcar redutor do efluente gerado na utilização do farelo de arroz como fonte de celulose para produção de papel.

Durante o processo produtivo de papel são gerados resíduos líquidos e sólidos ambos com necessidade de adequações por apresentarem compostos tóxicos e acima do limite permitido pela legislação ambiental.

Grande quantidade de efluente é gerada devido à necessidade de lavagem da polpa. O tratamento mais comum para o efluente é o biológico, através de lagoas de aeração, para degradar os compostos orgânicos solúveis por bactérias aeróbias, solucionando parte dos problemas de poluição (SANTOS et al, 2001).

Melo et al (2010) menciona a existência de empresas que realizam o processo kraft de recuperação, no qual é processado o licor negro fraco e são regenerados os produtos químicos de cozimento (SENAI-CETCEP, 2007). Além disso, a redução de consumo de energia também pode ser viabilizada pela incineração dos compostos orgânicos contidos no licor negro via queima na caldeira de recuperação.

A composição do licor negro depende do tipo de processo de polpação utilizado, principalmente por causa das diferentes reações que ocorrem em cada um deles. Depende

ISSN 2236-0476

também das condições de cozimento da polpa e da espécie de madeira utilizada. (SENAI-CETCEP, 2007, apud MELO et al, 2010).

Melo destaca como propriedades mais importantes do licor negro a composição química, viscosidade, densidade, calor específico e tensão superficial, todas dependentes da temperatura e dos sólidos contidos no licor (SENAI-CETCEP, 2007), e algumas também dependentes da composição específicas dos sólidos devido ao tipo de polpa produzida.

O efluente em estudo originou-se da polpação celulósica do farelo de arroz, processo que utiliza de metodologia simples para confecção de papel a partir de fibras vegetais não lenhosas, a qual consiste no cozimento da matéria-prima em solução alcalina, com o objetivo de deslignificar a mesma, obtendo assim a parte sólida, ou seja a polpa celulósica.

A metodologia foi adequada para a produção de papel via farelo de arroz, embora gerou, durante o processo, uma grande quantidade de efluente líquido, licor negro, resíduo esse que poderia ser também objeto de estudo para valoração e diminuição de possíveis impactos ambientais.

As substâncias neste licor negro derivam de duas fontes diferentes: do farelo e do licor de cozimento. Os materiais orgânicos são provenientes dos extrativos, da lignina e da fração de carboidratos, principalmente hemiceluloses e parte da celulose (MELO et al 2010).

Dentre a fração de carboidratos presente no licor negro, podemos citar o amido, pois o mesmo é convencionalmente isolado por método alcalino, de acordo com Lundubwong e Seib (2000), a utilização tanto de álcali como de detergentes aniônicos resulta em amido com alta pureza (ZAVAREZE et al., 2009).

Uma alternativa de transformação de resíduos amiláceos em coproduto é a produção de etanol a partir de resíduos agroindustriais, que além de reduzir os impactos ambientais desta atividade, ainda aumenta a produção da indústria alcooleira.

Este amido não é passível de fermentação pela levedura alcoólica e necessita de transformação a mono e dissacarídeos fermentáveis que podem ser obtidas via ácida ou enzimas amilases, processo denominado hidrólise, etapa imprescindível à formação de açúcar redutor requerida à fermentação (BRINGHENTI; CABELLO, 2005).

No processo por conversão enzimática, utilizam-se duas enzimas, uma para a liquefação e outra para a sacarificação do amido. A liquefação é catalisada por uma enzima que hidrolisará o amido em dextrinas e polímeros menores promovendo a liquefação do meio, ou seja, removendo a viscosidade. Na segunda etapa, é utilizada uma enzima sacarificante que completará a hidrólise, transformando a suspensão de amido liquefeito em açúcares, produzindo glicose. A natureza, a dosagem, a temperatura, o pH e o tempo de ação desta enzima influenciam na composição final da solução após a sacarificação (apud BRINGHENTI, 2004).

### **Material e Métodos**

Amostras de farelo de arroz foram obtidas em uma empresa tocantinense de beneficiamento de arroz.

A metodologia utilizada para preparo da polpa celulósica segue Santos e Ceccantini (2004). Cerca de 50 g da amostra e 250 mL de hidróxido de sódio (10%) foram misturados. Aqueceu-se a mistura (100 °C), deixando 30 minutos em fervura, em seguida filtra-se a

ISSN 2236-0476

amostra. O sólido recolhido foi lavado com água até pH neutro. O líquido de lavagem foi guardado.

O filtrado armazenado passou por hidrólise enzimática e a quantificação de açúcar redutor no licor foi realizada por Ácido 3,5-dinitrosalicílico - DNS (MILLER, 1959), cujo princípio consiste em, em meio básico e a temperatura elevada, o ácido 3,5-dinitrosalicílico passar a 3-amino-5-nitrosalicílico, desenvolvendo uma coloração amarelo café que absorve a 540 nm em espectrofotômetro.

Para início do processo de hidrólise enzimática corrigiu-se o pH da amostra (efluente) para uma faixa entre 5,5 e 6,5 e aqueceu-se a solução até 90°C, adicionou-se então, a enzima  $\alpha$ -amilase, Termamyl 120L (1 gota), permanecendo com a temperatura e agitação durante 1 hora. Transcorrido esse tempo, esfriou-se a solução até 57°C ajustando o pH da mesma para 4,5 e adicionando enzima amiloglucosidase, a AML 300L (1 gota), mantendo a temperatura (60° C) e agitação por 1 hora.

Para análise dos açúcares redutores foi feito a curva padrão de glicose, onde foram preparados 10 tubos de ensaio, cada um contendo 1000  $\mu$ L de reagente de DNS, com diferentes quantidades de água destilada e glicose, sempre perfazendo um total de 2000  $\mu$ L em cada tubo de ensaio. A absorbância das soluções foi determinada em espectrofotômetro HACH DR5000.

Após a confecção da curva padrão da glicose procedeu-se com as análises das amostras, que consistem do filtrado hidrolisado, da dissolução de 5 g de farelo de arroz em 100 mL de água.

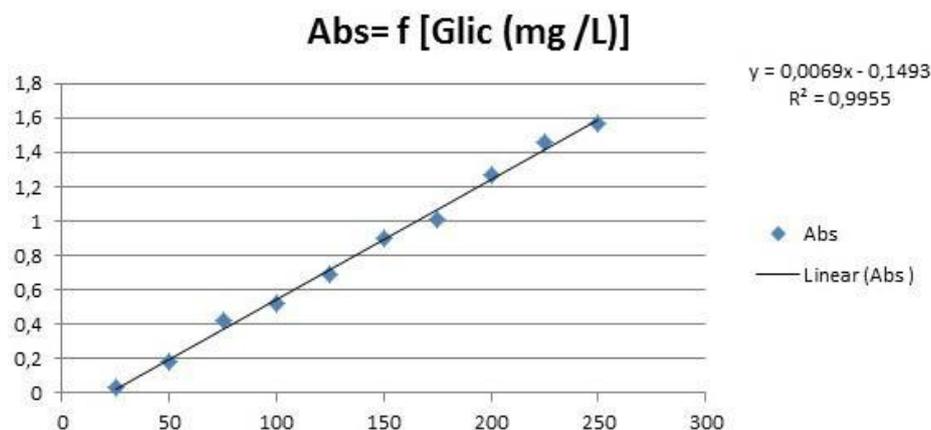
Uma alíquota de 50  $\mu$ L do hidrolisado, após centrifugação e filtração, foi adicionada a 950  $\mu$ L de água e 1000  $\mu$ L do reagente DNS e levados a fervura em banho-maria durante 5 minutos e realizada a leitura.

O equipamento foi calibrado com uma amostra contendo apenas água e reagente DNS, processada da mesma forma que as demais amostras.

### **Resultados e Discussão**

Os resultados foram obtidos segundo Curva de Calibração de Glicose demonstrada no Gráfico 1.

ISSN 2236-0476



**Gráfico 1** – Curva de Calibração de Glicose mg/L em função da Absorbância.

Na Tabela 1 pode-se verificar os valores de absorvância obtidos para amostras de efluentes hidrolisadas com concentração de 5g/100mL.

**Tabela 1** – Valores de absorvância da amostra.

Amostra	Glicose (mg/L)	AR(mg/5g)	%
0	0	*	
1	143,2318	572,9275	11,44
2	144,6811	578,7246	11,55
3	126,7101	506,8405	10,12
4	128,0145	512,0580	10,22
5	143,3768	573,5072	11,47
6	138,8841	555,5362	11,10

A amostra “0” corresponde à leitura do efluente antes da hidrólise, para confirmação de ausência de açúcar redutor. As amostras de “1 a 6” apresentaram concentração de açúcar redutor de 126 a 144 mg/L, tendo assim uma média de conversão de 141,058 mg/L.

Assim, usando uma quantia de 5g de farelo em 100 mL obteve-se em torno de 11% em massa de açúcar redutor. Segundo Lima et al (2001), considerando no processo fermentativo o rendimento estequiométrico teórico de 0,511 g de etanol por g de Açúcar Redutor (AR), utilizando 1 Kg de farelo de arroz, espera-se obter 56,21g de etanol.

Avaliando a produção anual (2009/2010) brasileira de arroz que foi de aproximadamente 11,26 milhões de toneladas (MAPA, 2012) e sabendo que o farelo representa aproximadamente 9% da composição do arroz, chega-se a milhão de toneladas de farelo, somente no Brasil, assim 51,26 mil toneladas de etanol, ou seja, quase 65 milhões de litros podem ser produzidos.

ISSN 2236-0476

### Conclusão

A hidrólise enzimática do efluente (licor negro) do processo de papel via farelo de arroz é uma metodologia relativamente simples e eficiente para o aproveitamento deste resíduo líquido. A possibilidade de obtenção de açúcar redutor permitiu um uso potencial na produção de etanol.

Este estudo serve como iniciativa de gestão ambiental em busca de metodologias para uma produção mais limpa, visando diminuir os impactos ambientais dos resíduos gerados.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), pela utilização dos equipamentos para realização das análises.

### Referências Bibliográficas

BRINGHENTI, L. Qualidade do álcool produzido a partir de resíduos amiláceos da agroindustrialização da mandioca. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2004.

BRINGHENTI, L.; CABELLO, C., Qualidade do álcool produzido a partir de resíduos amiláceos da agroindustrialização da mandioca. **Revista Energia na Agricultura**, UNESP, Botucatu-SP, vol 20, n.4, pg 36-52, 2005.

CARVALHO, W. et al, Sacarificação Da Biomassa Lignocelulósica Através De Pré-Hidrólise Ácida Seguida Por Hidrólise Enzimática: Uma Estratégia De “Desconstrução” Da Fibra Vegetal, **Revista Analytica**, vol. Dezembro 2009/Janeiro2010 • nº44, p. 48-54, 2010.

CASTRO, H.F., Processos Químicos Industriais II, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 30p. 2009.

LIMA, U. A. de; BASSO, L. C.; AMORIM, H. V. de. (a) Produção de etanol. **Biotechnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos** (vol. 3) 2001. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 1º edição, cap-1: 1-43. 2001.

LUMDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice isolation by alkaline protease digestion of wet-millet rice flour. **Journal of Cereal Science**, London, v. 31, n. 1, p. 63-74, 2000.

MAPA, Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento, **Arroz**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>. Acesso em: jul. 2012.

MELO, J. R.; MEDEIROS, J. F.; MARQUES, R. G.; ANDRADE, A. A., Estudo Das Características Do Licor Negro, In: 5º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, Outubro, 2010.

ISSN 2236-0476

MILLER, G.L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry** 31(3): p.426-428, 1959.

PIMENTEL, C.T., Polpação Artesanal Do Pseudocaule De Bananeira (Musa Sp), 2012, 13p., Monografia (Engenharia Florestal), UFRJ, RIO DE JANEIRO, 2010.

SANTOS, C. P. SANTOS; Reis, I. N.; MOREIRA, J. E. B.; BRASILEIRO, L. B., Papel: como se fabrica?, **Química Nova na Escola**, n 14, novembro 2001.

SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G., Proposta para o ensino de botânica: curso para atualização de professores da rede pública de ensino, São Paulo : Universidade de São Paulo, Fundo de Cultura e Extensão : Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 47 p. : il., 2004.

SENAI-CETCEP. *TMP-Tecnologia de Matérias primas, 08-Evaporação*. (Apostila, Curso de técnico em celulose e papel, Centro de Tecnologia em Celulose e Papel, Telêmaco Borba-Paraná), 2007.

WANG, L.; WANG, Y. J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**, London, v. 39, n. 2, p. 291 - 296, 2004.

ZAVAREZE, E. R.; EL HALAL, S. L. M.; PEREIRA, J. M.; RADÜNZ, A. L.; ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G., Caracterização Química e Rendimento de Extração de Amido de Arroz com Diferentes Teores de Amilose. **Braz. J. Food Technology**, II SSA, janeiro 2009.