



# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PARÂMETROS DA HIDRÓLISE ÁCIDA DE RESÍDUOS PRODUZIDOS NAS FEIRAS ABERTAS DA CIDADE DE MANAUS PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL.

A. V. FARIAS<sup>1</sup>, F. S. FERNANDES<sup>2</sup>, J. V. B. de SOUZA<sup>3</sup> e E. S. de SOUZA<sup>1</sup>

1 Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química

2 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Laboratório de Micologia  
E-mail para contato: amanda\_vffarias@hotmail.com

**RESUMO** - O avanço da utilização de processos químicos, como a hidrólise ácida, move novas pesquisas para produção de bioetanol a partir de resíduos agroindustriais. A casca da pupunha (*Bactris gasipaes*), que é um resíduo gerado nas feiras da Cidade de Manaus têm potencial para produção de bioetanol. Deste modo, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes parâmetros para a hidrólise ácida da casca da pupunha. Para isso foi realizado um planejamento fatorial do tipo  $2^3$  com três repetições do ponto central. As condições ótimas para a máxima produção de açúcares redutores do hidrolisado foram: Tempo de hidrólise de 4,4 minutos Razão Sólido- Líquido de 0,1707 e Razão 0,6316g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/g de casca de pupunha. Portanto, o aumento da concentração de ácido e da casca no processo de sacarificação influencia significativamente no aumento do teor de açúcares.

## 1. INTRODUÇÃO

O petróleo é um material fóssil que, após o processo de refinamento, origina frações. A fração mais valiosa do petróleo é a gasolina, um combustível altamente poluente, e por ser derivado do petróleo é uma fonte de energia não renovável a curto prazo. Existe uma demanda crescente para produção de outras fontes de energia que não seja ele, e uma delas é o bioetanol, que é um álcool utilizado como combustível. Uma das maneiras mais simples de se obter etanol é por meio de processos de fermentação dos açúcares redutores provenientes das plantas. (ARAPOGLOU et al., 2010; REYES et al., 1997).

Uma alternativa para produzir bioetanol é utilizando resíduos lignocelulósicos, estes possuem uma estrutura muito complexa em que se faz necessário uma etapa de hidrólise para a liberação dos açúcares fermentescíveis. A hidrólise é definida como uma etapa, que consiste na quebra da ligação glicosídica de açúcares complexos, através da adição de uma molécula de água (FARINAS, 2009 e TAYLOR, 2009).

Os resíduos encontrados nas feiras da cidade de Manaus, como a casca da pupunha (*Bactris gasipaes*), tem para produção de bioetanol. Deste modo, o trabalho teve como objetivo avaliar as melhores condições para a hidrólise ácida da casca da pupunha.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Micologia no INPA.

### 2.1 Matéria-prima

As cascas de pupunha (*Bactris gasipaes*) foram obtidas nas feiras abertas da cidade de Manaus- AM. Primeiramente foram secas em estufa a 40 °C por 8h, em seguida foram trituradas em liquidificador industrial e peneiradas (3 mm de diâmetro). Posteriormente, foram armazenados em saco plástico a -20 °C, até o momento de serem utilizadas.

### 2.2. Estudo da produção de açúcares redutores

Um planejamento fatorial  $2^3$ , com três repetições do ponto central. Três fatores independentes foram incluídos no planejamento. A razão  $H_2SO_4$ /casca de pupunha, razão sólido-liquido e do tempo de hidrólise na concentração de açúcares redutores. Para cada fator, um nível alto (+) e um baixo (-) foram testados, os quais podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis utilizados para determinar as concentrações de  $H_2SO_4$ /casca (g/g), Sólido-liquido e o Tempo (min) observados no planejamento fatorial  $2^3$ .

Fatores	Níveis		
	Baixo (-)	Central (0)	Alto (+)
Razão (g $H_2SO_4$ /g Casca)	0,1084	0,37	0,6316
Razão Sólido-Líquido	0,0293	0,1	0,1707
Tempo (min)	4,4	15	25,6

O delineamento experimental foi desenvolvido por 11 corridas de várias combinações dos níveis de cada variável testada, com 3 repetições nas condições centrais (1, 9 e 10), aplicadas de acordo com a matriz do planejamento fatorial da Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de planejamento e a influência da razão  $[H_2SO_4]$ /[casca de pupunha], do tempo e da razão Sólido-Líquido na concentração de AR do hidrolisado.

Exp.	Razão (g $H_2SO_4$ /g Casca)	Razão Sólido-Líquido	Tempo (min)	AR (g/L)
1	0,37	0,1	15	25,92
2	0,6316	0,1707	4,4	48,93
3	0,1084	0,1707	25,6	16,64
4	0,6316	0,0293	4,4	6,39
5	0,1084	0,1707	4,4	21,67
6	0,6316	0,1707	25,6	37,13
7	0,1084	0,0293	4,4	1,6
8	0,6316	0,0293	25,6	6,12
9	0,37	0,1	15	27,08



10	0,37	0,1	15	23,48
11	0,1084	0,0293	25,6	2,95

A reação de hidrólise ácida foi realizada em frascos de 125 ml, a temperatura de 121°C nos tempos determinados no planejamento. O hidrolisado foi filtrado com carvão ativo e em seguida a solução foi filtrada em papel filtro de 15  $\mu\text{m}$  e o pH ajustado para 5,0 com solução de NaOH 5M. As análises estatísticas e as representações gráficas dos experimentos foram realizadas utilizando o software *STATGRAPHICS PLUS v. 4.1*.

### 2.3. Ensaios Analíticos

**Açúcares Redutores:** A concentração de açúcares (ART) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Miller (1959), na qual as amostras foram diluídas em água destilada com o volume final de 1 mL e transferidas para tubos de ensaio contendo 1 mL do reagente DNS (ácido 3-5 dinitrosalicílico). As soluções foram levadas em banho-maria a temperatura de 100 °C durante 5 minutos e posteriormente resfriadas até a temperatura ambiente (25°C), foi realizada a leitura de absorbância a 540 nm de cada amostra em espectrofotômetro. A absorbância observada foi correlacionada em concentração de ART utilizando uma curva padrão de glicose.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de açúcares redutores variou entre 1,6 – 48,9 g/L, mostrando a importância do estudo dos fatores. Os resultados obtidos desse experimento foram estatisticamente avaliados, em que os erros padrão ( $\sigma$ ) dos efeitos foram calculados a partir das replicadas do ponto central, como apresentado na Tabela 2. Ao nível de 95% de confiança, somente são considerados significativos os efeitos, em módulo, cujos valores forem maiores que “ $t_v \times \sigma$ ”, onde  $t_v$  é o valor do teste t para  $v$  graus de liberdade. O valor do teste t para 2 graus de liberdade ( $t_2$ ), ao nível de 95% de confiança é 4,313.

Os efeitos principais e suas respectivas interações calculadas a partir dos dados da Tabela 2, são mostrados na Tabela 3. Pode-se perceber na Tabela 3 na concentração de açúcares redutores, que apenas os fatores Razão H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/casca, Razão Sólido/Líquido e a interação deles mostraram significância estatística.

Tabela 3 - Efeito das variáveis testadas para produção de açúcares redutores, calculados a partir dos dados apresentados na Tabela 1.

Efeitos estimados	AR (g/L)
Média	19,80 $\pm$ 0,55*
A: Razão H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /casca (g/g)	13,92 $\pm$ 1,30*
B: Razão Sólido/ Líquido	26,82 $\pm$ 1,30*
C: Tempo	- 3,93 $\pm$ 1,30
AB	9,94 $\pm$ 1,30*
AC	- 2,09 $\pm$ 1,30
BC	- 4,47 $\pm$ 1,30

Os erros padrão em um erro puro com 2 graus de liberdade  
\*Efeitos com significado estatístico ao nível de 95% de confiança.

Esses efeitos foram estatisticamente significativos, então foi adequado um modelo linear, a partir dos dados da Tabela 2 e gerou-se um modelo matemático para a concentração de AR, como mostra a Equação 1.

$$AR = 19,8 + (13,92 * \text{Razão } H_2SO_4/\text{casca}) + (26,82 * \text{Razão Sólido/Líquido}) + (9,94 * \text{Razão } H_2SO_4/\text{casca} * \text{Razão Sólido/Líquido}) \quad (1)$$

Análise de variância (ANOVA) foi realizada para validação do modelo matemático descrito na Equação 1 (Tabela 3). Esse modelo matemático apresentou regressão significativa (90,07%) e seus fatores apresentaram significado estatístico.

Tabela 4 - ANOVA para o planejamento experimental  $2^3$

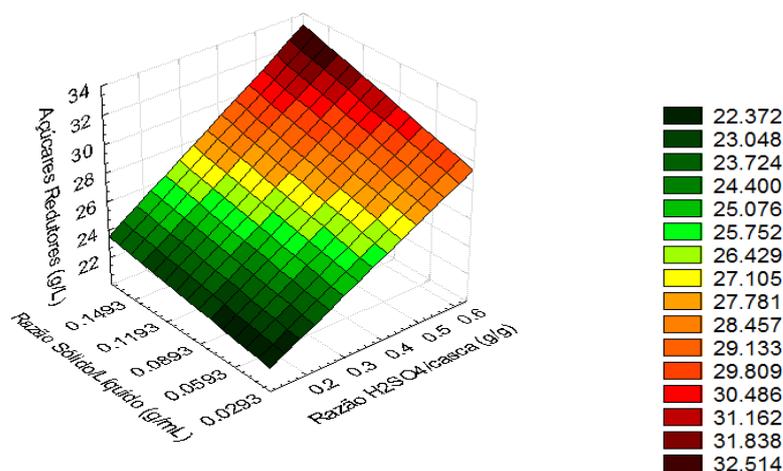
Variáveis	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média do quadrado	F-Ratio	p-valor
A: Razão $H_2SO_4$ /casca (g/g)	387,951	1	387,951	25,87	0,0023
B: Razão Sólido-Líquido	1439,43	1	1439,43	95,99	0,0001
AB	197,906	1	197,906	13,20	0,0109
Falta de ajuste	133,239	1	133,239	8,89	0,0246
Erro puro	89,9712	6	14,9952		

$R^2 = 90,07\%$

Pode-se observar que houve grande variação nos resultados demonstrando que os fatores estudados possuem grande influência sobre a variável. Para a liberação de açúcares redutores, pode-se verificar que o experimento 2, onde as condições empregadas foram 0,63 g  $[H_2SO_4]$  / [casca de pupunha], razão 0,1707 sólido-líquido e tempo de hidrólise de 4.4 minutos, mostrou-se mais eficaz liberando 48,93 g de açúcares de casca de pupunha. Deste modo, o aumento da concentração de ácido e da biomassa no processo de sacarificação influencia significativamente no aumento do teor de açúcares. Sendo o tempo de hidrólise um fator não significativo nesse estudo.

A partir dos dados obtidos no modelo matemático, foi possível construir superfície de resposta para representar os resultados de açúcares redutores e ela mostrou que os parâmetros que mais influenciam para a máxima produção de açúcares redutores, nesse estudo, do hidrolisado foram: Razão Sólido- Líquido de 0,1707 e Razão 0,6316g  $H_2SO_4$ /g de casca de pupunha (Figura 1).

Figura 1 - Superfície de Resposta demonstrando o efeito da razão Sólido – Líquido e da razão  $H_2SO_4$ /casca (g/g) de pupunha na concentração de açúcares redutores (g/L) no hidrolisado ácido da casca de pupunha



## 4. CONCLUSÃO

A hidrólise ácida é utilizada para a obtenção de maiores quantidade de açúcares fermentescíveis e é de fundamental importância para maior produção de etanol, na etapa de fermentação.

O planejamento experimental e a metodologia de superfície de resposta, permitiram verificar a influência da razão  $H_2SO_4$ /casca (g/g), razão Sólido/ Líquido e Tempo na produção de açúcares redutores. Foi verificado que a razão Sólido - Líquido de 0,1707 e Razão 0,6316g  $H_2SO_4$ /g de casca de pupunha produz maiores quantidades de açúcares fermentescíveis. O estudo também forneceu informações importantes para a otimização do processo.

## REFERÊNCIAS

FARINAS, C. S. *Desafios para a produção do etanolcelulósico*. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agrosoft/103612.htm> 13/12/2010>. Acesso em: janeiro 2016

MILLER, G. L. *Anal. Chem.* 31, 426 (1959)

REYES, J.; ZAMORA, P. P.; DURÁN, N.; Hidrólise enzimática de casca de arroz utilizando-se celulases. Efeito de tratamentos químicos e fotoquímicos. *Química Nova*, 1998, v. 21.

TAYLOR, M. P. Thermophilic Ethanologenesis: Future Prospects For Second-Generation Bioethanol Production. *Trends In Biotechnology*. Vol.27 No.7. 2009.