

# I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

## ANAIIS - PROCEEDINGS

### EFEITO DE AMÔNIA E IRRADIAÇÃO COM FEIXE DE ELÉTRONS SOBRE MATERIAIS LIGNOCELULÓSICOS

— Nélida Lucia del Mastro, Solange Maria Gennari e  
Antonio Carlos Castagnet (\*)

G.

Departamento de Proteção Radiológica

(\*) Departamento de Aplicações na Engenharia e na Indústria  
IPEN-COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, São Paulo - SP

#### SUMÁRIO

A exposição de materiais lignocelulósicos à irradiação por feixe de elétrons (EBI) causa alterações na estrutura polimérica macromolecular. A amônia gasosa é um agente poderoso para entumecer celulose. Ambos os tratamentos podem aumentar a susceptibilidade desses materiais aos processos de conversão enzimática. Este trabalho relata alguns dos efeitos produzidos na sacarificação de bagaço de cana e madeira de eucalipto pela combinação de irradiação e tratamento com amônia. As amostras irradiadas a  $10^5$  Gy,  $2 \times 10^5$  Gy e  $5 \times 10^5$  Gy, num acelerador de elétrons, foram tratadas com amônia gasosa anidra. A celulose obtida do *T. reesei* foi utilizada para os ensaios de hidrólise. Foram realizadas análises bromatológicas e testes de digestibilidade "in vitro". A combinação de EBI e o tratamento por amônia produz um aumento no rendimento da sacarificação, na digestibilidade "in vitro" e no conteúdo proteico para os dois tipos de amostra.

#### ABSTRACT

Exposure of lignocelulosic materials to electron beam irradiation (EBI) causes alterations in the macromolecular polymeric structure. Anhydrous ammonia is a strong swelling agent for cellulose. Both treatments can increase the susceptibility of those materials to enzymatic conversion processes. This work reports on some of the effects produced on sugarcane bagasse and eucalyptus wood saccharification by combining irradiation and  $\text{NH}_3$  treatment. The samples irradiated at  $10^5$  Gy,  $2 \times 10^5$  Gy and  $5 \times 10^5$  Gy with an electron accelerator were treated with anhydrous gaseous ammonia. Cellulase complex from *T. reesei* was used for hydrolysis assays. Bromatological analysis and "in vitro" digestibility tests were performed. The combination of EBI and ammonia treatments produced an increase in the saccharification yield, "in vitro" digestibility and protein content for the two kinds of sample.

## INTRODUÇÃO

Tratamentos físicos e químicos podem aumentar a susceptibilidade da celulose ao ataque enzimático (2). A amônia anidra é um desses agentes químicos que age sobre as moléculas, modificando a estrutura cristalina (1). A irradiação com feixe de elétrons é um tratamento físico que despolimeriza macromoléculas como as encontradas na estrutura fibrosa de materiais lignocelulósicos.

No presente trabalho são apresentados os resultados de estudos de hidrólise enzimática e digestibilidade "in vitro" de bagaço de cana-de-açúcar e cavaco de eucalipto submetido ao tratamento combinado de irradiação e  $\text{NH}_3$ .

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram irradiadas com um acelerador de elétrons industrial, tipo Dynamitron (RADIATION DYNAMIC Inc., U.S.A.), em bandejas ( $0,45 \text{ g/cm}^2$ ) a  $1,5 \text{ MeV}$ . O tratamento com amônia (ULTRAFERTIL) foi realizado em um sistema especialmente elaborado, que permite alternar as conexões de vácuo, cilindro de amônia e a atmosfera. As amostras previamente irradiadas foram expostas a  $\text{NH}_3$  gasosa anidra a uma pressão de aproximadamente  $300 \text{ mm}$ , a temperatura ambiente. A hidrólise enzimática foi realizada a  $50^\circ\text{C}$ , por 1 h (bagaço), 2 h (madeira) e 24 h, utilizando celulase, grau farmacêutico (BIOFERM). As análises bromatológicas (5) e ensaios de digestibilidade "in vitro" (4) foram realizadas no laboratório de bromatologia da ESALQ-USP. O rendimento em açúcar foi medido pelo método do ácido dinitro-salicílico (3).

## RESULTADOS

Tabela I - Influência da irradiação e  $\text{NH}_3$  sobre a digestibilidade "in vitro" de eucalipto e bagaço

DOSE ( $\times 10^5 \text{ Gy}$ )	% DIGESTIBILIDADE "IN VITRO"			
	EUCALIPTO		BAGAÇO	
	sem $\text{NH}_3$	com $\text{NH}_3$	sem $\text{NH}_3$	com $\text{NH}_3$
0	10,2	9,4	39,3	39,7
1	11,2	9,9	-	-
2	16,2	16,2	47,1	50,1
5	11,3	32,0	-	-

Tabela II - Análise bromatológica do bagaço de cana submetido aos tratamentos de irradiação e NH<sub>3</sub>

% MATÉRIA SECA				
Componentes	Natural	2x10 <sup>5</sup> Gy	NH <sub>3</sub>	2x10 <sup>5</sup> Gy+NH <sub>3</sub>
ADF	59,9	57,8	59,0	54,9
NDF	88,6	74,6	89,3	71,7
Celulose	38,8	37,2	38,9	35,0
M. mineral	7,0	5,4	5,8	7,4
Lignina	15,2	15,4	15,4	15,0
Proteína	2,7	2,4	4,0	7,0

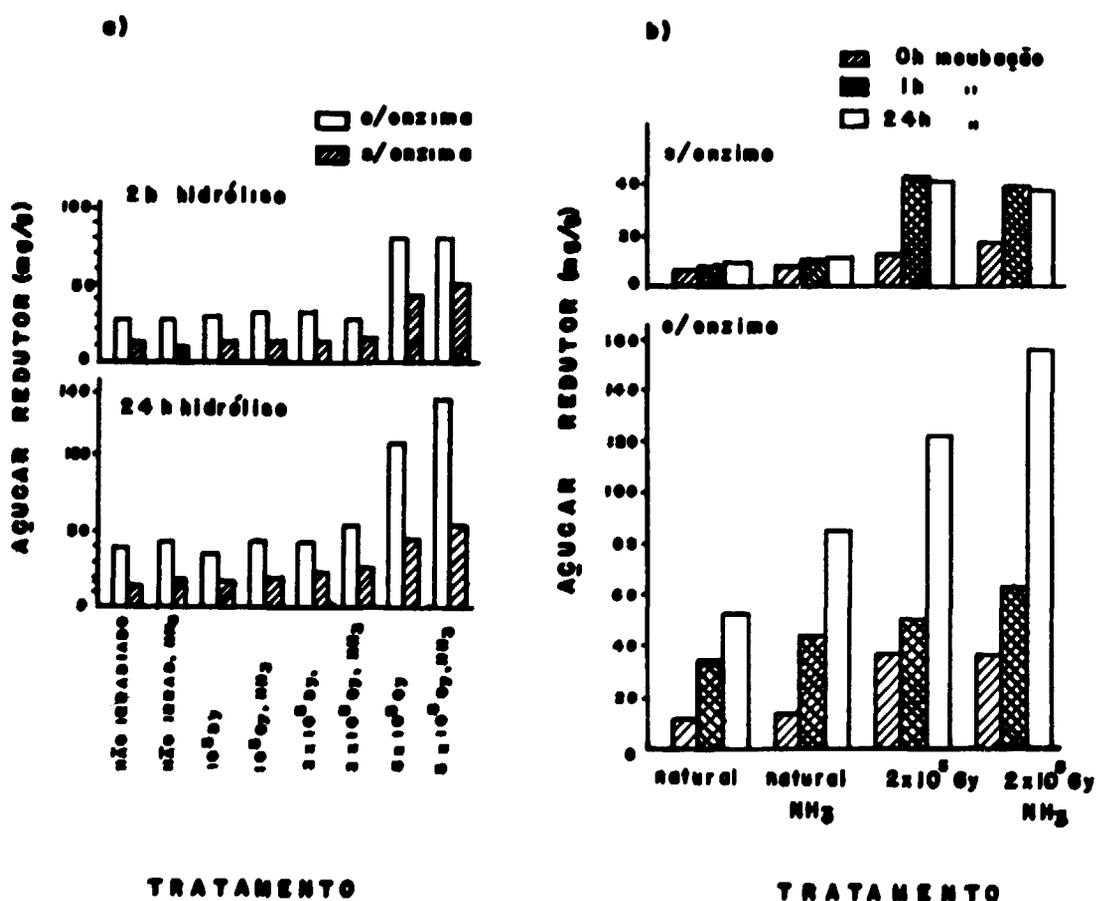


Fig. 1 - Produção de açúcar redutor por hidrólise enzimática em amostras tratadas por irradiação e NH<sub>3</sub>. a) eucalipto, b) bagaço de cana. Conc. substrato 10%; celulase 30 mg/ml; temp. 50°C.

## CONCLUSÕES

- Diferentes tempos de impregnação de bagaço com NH<sub>3</sub> não introduziram modificações no rendimento em açúcar.
- A combinação de irradiação e exposição a amônia trouxe um incremento no rendimento em glicose que é dependente do tempo de incubação para ambas as amostras.
- O rendimento na hidrólise enzimática de eucalipto irradiado e tratado com NH<sub>3</sub> não superou os valores obtidos quando a mesma amostra irradiada foi tratada com NaOH.
- O conteúdo de proteína do bagaço foi incrementado pela combinação de irradiação e amônia assim como a digestibilidade "in vitro".
- A digestibilidade "in vitro" do cavaco de eucalipto aumentou com o tratamento combinado de irradiação e amônia.

Auxílios: International Atomic Energy Agency (IAEA)  
Assessoria de Pesquisas da ULTRAFERTIL

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNASON, J. and MO, M. Ammonia treatment of straw. Proc. 3<sup>th</sup> Straw Utilization Conference, 13 pp, Oxford, February 1977.
2. LEONHARDT, J.W.; HENNING, A; NEHRING, K.; FLACHOWSKY, G; WOLF, J. Gamma and electron radiation effects on agricultural rough materials. IAEA Conf. in Nuclear Techniques for Assessing and Improving Ruminant Feed. Vienna, November 1981.
3. MANDELS, M.; ANDREOTTI, R.; ROCHE, C. Measurement of saccharifying cellulase. Biotechnol. & Bioeng. Sym. 6, 21-33, 1976.
4. TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forages crops. Jour. Brit. Grassland Soc. 18: 104-11, 1963.
5. VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H.; MOORE, L. A. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Proc. 10<sup>th</sup> International Grassland Congress, pp. 438-41, 1966.