

## OBTENÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO RESÍDUO LÍQUIDO (MANIPUEIRA) SECADO AO SOL OBTIDO EM INDÚSTRIAS PROCESSADORAS DE FARINHA DE MANDIOCA

Eloneida Aparecida CAMILI<sup>1</sup>, Paulo Henrique Mendonça PINTO<sup>2</sup>,  
Luis Henrique URBANO<sup>3</sup>, Priscila Aparecida SUMAN<sup>4</sup>, Claudio CABELLO<sup>5</sup>

**RESUMO:** Um dos maiores problemas enfrentados pelas empresas processadoras de mandioca é o teor poluente dos seus efluentes líquidos, devido à alta carga orgânica. Uma das soluções aplicadas foi à secagem deste resíduo, tornando uma solução alternativa para o tratamento do efluente gerando um substrato com potencialidades de utilização. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o aproveitamento deste material através dos processos de hidrólise enzimática e fermentação alcoólica para produção de etanol. Os ensaios forneceram um resultado na produção de etanol de 57,25 g L<sup>-1</sup>, a partir de mosto composto com o resíduo numa concentração de 28,5% (p/p), o que se considera o resíduo um substrato com potencialidade para produção de etanol, porém sendo necessários maiores estudos para a viabilidade técnico-econômica do processo.

**Palavras-chave:** etanol, hidrólise enzimática, mandioca, manipueira, resíduo.

**SUMMARY:** ETHANOL ATTAINMENT USING LIQUID RESIDUE (MANIPUEIRA) DRIED TO THE SUN GOTTEN IN CASSAVA PROCESSING FLOUR INDUSTRIES. One of the biggest problems faced for the processing cassava companies is the pollutant text of its effluent liquids, due to high organic load. One of the applied solutions was to the drying of this residue, becoming an alternative solution for the treatment of the effluent one generating a substratum with use potentialities. The present work had as objective to evaluate the exploitation of this material through the processes of enzymatic hydrolysis and alcoholic fermentation for production of ethanol. The assays had supplied a result in the production of ethanol of 57,25 g L<sup>-1</sup>, produced for a composed must with the residue in a 28,5% concentration (p/p), what if it considers the residue a substratum with potentiality for production of ethanol, however being necessary greater studies for the technician-economic viability of the process.

**Keywords:** ethanol, enzymatic hydrolysis, cassava, manipueira, residue.

<sup>1,2,3,4,5</sup>CERAT/UNESP – Centro de Raízes Tropicais - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros - 1780, Caixa Postal - 237, CEP 18610-307, Botucatu-SP- <sup>1</sup>email:elocamili@fca.unesp.br, <sup>2</sup>email:phmp@uol.com.br, <sup>3</sup>email: luizhu\_@hotmail.com, <sup>4</sup>email:prissuman@hotmail.com, <sup>5</sup>email:dircerat@fca.unesp.br

## **INTRODUÇÃO**

A manipueira, resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca, contém altas concentrações de matéria orgânica, notadamente carboidratos, que a torna um poluente de oneroso manejo para estabilização. Apresenta potencialidade de aplicação que simultaneamente resolveria o problema do seu manejo e ainda recuperaria recursos na sua utilização. A preocupação com o resíduo manipueira é bastante significativa, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada (Cereda, 2001). O amido contido neste resíduo, não é disponível à levedura alcoólica e necessita de uma transformação a mono e dissacarídeos fermentescíveis, que pode ser realizada utilizando amilases como catalisadores no processo de hidrólise. Esta etapa é imprescindível para disponibilizar os açúcares redutores requeridos à fermentação. O etanol como alternativa de energia através da fermentação de açúcares vem sendo investigados. Atualmente, a agroindústria açucareira é a responsável pela produção brasileira de etanol para fins carburantes, industriais, porém, quaisquer matérias-primas vegetais, ricas em açúcares, amido ou celulose, constituem fontes para produção de etanol. Um dos principais motivos que tem incentivado a utilização destas matérias-primas é a sua renovabilidade, ao contrário de compostos de origem fóssil, que são esgotáveis. A disposição no ambiente, de resíduos gerados em diversas atividades industriais, tem resultado em freqüentes relatos de problemas de poluição ambiental. Tais problemas levaram as autoridades a elaborar medidas efetivas para minimizar a poluição. Entre essas medidas, podem ser citadas as reduções da quantidade de resíduo geradas, utilização de tecnologias que permitam gerar resíduos menos poluentes, tratamento adequado dos resíduos antes da disposição no ambiente e aproveitamento dos resíduos em outras atividades. Atualmente, as alternativas de valorização de resíduos através do seu aproveitamento tem sido muito incentivadas, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental, bem como permitir a valorização econômica desses resíduos tornando-o um subproduto e deste modo agregando valor ao processo de agroindustrialização.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O resíduo foi caracterizado de acordo com a metodologia da AOAC, 1990 quanto ao teor de umidade, concentração de matéria graxa, proteínas, fibras totais, teor de cinzas, amido, pH e concentração de açúcares solúveis (SOMOGY, 1945). Foram realizados ensaios de hidrólise

enzimática utilizando uma concentração de 30% de matéria seca, em reator com capacidade de 4500 mL. As enzimas utilizadas foram: Termamyl a 90°C, pH 6,0-7,0, por 2 horas e amiloglucosidase a 65°C, pH 4,0-4,5, por 16 horas, o hidrolisado foi filtrado e analisado quanto ao teor de glicose produzido através de análise de glicose oxidase e avaliado por cromatografia líquida (HP série 1100), com coluna BIO RAD AMINEX HPX-87P (300 x 0,5 mm) n° 1250131 para determinação dos açúcares formados. Posteriormente, um volume de 4L de hidrolisado foi diluído a 16 Brix e inoculado com 4% de levedura *Saccharomyces cerevisiae* por 10hs a 30°C, ao final da fermentação o vinho fermentado foi centrifugado e analisado quanto a concentração de etanol produzido por cromatografia líquida (HP série 1100), com coluna da BIO RAD AMINEX HPX-87H (300 x 7,8 mm) n°1250131.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a caracterização verificou-se a presença de 28,5% de amido e um teor elevado de proteína (8,7%), cinzas (8,9%) e fibra (18,3%), de acordo com os resultados descritos por Cereda, 2001, que são proteína (1,22%), cinzas (0,54%), e fibra (0,30%), fato este devido à alta contaminação por materiais estranhos, como insetos, terra, pedras que contaminam o resíduo durante o processo de secagem.

A Tabela II resume as concentrações finais obtidas nas análises cromatográficas realizadas das alíquotas coletadas do hidrolisado produzido a partir de manipueira desidratada. Os valores obtidos demonstram que o processo de hidrólise obteve valores superiores a 100% em relação ao rendimento de glicose, fato esse decorrente também devido a presença de amidos fragmentados, como, dextrinas e outras substâncias sensíveis à ação das enzimas amilolíticas utilizadas no processo.

Tabela II – Concentrações de sacarídeos verificadas nas amostras submetidas ao ensaio de hidrólise enzimática

Parâmetro	Concentração g L <sup>-1</sup>
Frutose	12,20
Glicose	204,94
Sacarose	10,93
Maltrose	1,85

A partir das alíquotas coletadas do fermentado de manipueira, foram realizadas análises cromatográficas, para verificar a fermentabilidade do substrato. Estima-se, que 5 % do açúcar metabolizado pela levedura sejam desviados para gerar produtos secundários tais como glicerol, ácidos orgânicos, alcoóis superiores na fermentação (RIBEIRO et al., 1987).

Na Tabela III estão demonstrados os valores da concentração dos principais componentes como etanol, metanol, glicerol, glicose, maltotriose e frutose. Os valores são para final da fermentação e pelos resultados observa-se que houve um consumo total da glicose do meio. Outros açúcares metabolizáveis pela levedura como a maltotriose e a frutose não foram totalmente consumidas. Isto se deve pela incompleta formulação do mosto que não recebeu fonte nitrogenada (forma de aminas) e nem potássio e fósforo que permitiriam que o desempenho melhorasse consideravelmente. Segundo Schmidell et al. (2001), os nutrientes são necessários para o bom desenvolvimento da fermentação, afetando a velocidade e a multiplicação da levedura. A concentração adequada de nutrientes do mosto é de suma importância, pois se presentes em quantidades insuficientes ou exageradas, podem refletir de forma negativa sobre o processo fermentativo.

Observou-se após a fermentação a formação de 57,25 g L<sup>-1</sup> de etanol, portanto, conforme anteriormente descrito, Schmidell et al. (2001) relatam que a falta de nutrientes pode afetar consideravelmente o rendimento alcoólico e a viabilidade celular da levedura.

Segundo Ribeiro et al. (1987), juntamente com o etanol e CO<sub>2</sub>, o metabolismo anaeróbio permite a formação e excreção de glicerol, ácidos orgânicos (succínico, acético, pirúvico e outros), álcoois superiores, acetaldeídos, acetoína, etc e simultaneamente ocorre o crescimento das leveduras.

Tabela III – Concentração de etanol, metanol, glicerol, glicose, sacarose e frutose nas amostras dos fermentados

<b>Tempo</b> <b>(h)</b>	<b>Etanol</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Glicerol</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Metanol</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Glicose</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Frutose</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Maltotriose</b> <b>(g L<sup>-1</sup>)</b>
18	57,25	10,5	4,33	1,0	1,57	1,6

Embora o desenvolvimento de um processo eficiente e econômico para produção de etanol a partir de manipueira possa resultar em sua utilização, o mesmo gera por sua vez outros resíduos, no caso a vinhaça, porém a mesma poderia ser utilizada “in natura” na alimentação animal, como se

utiliza à gerada no processo de produção de álcool fino de cereais, ou ser utilizada como fertilizante como a gerada pela produção de álcool de cana de açúcar.

## CONCLUSÕES

A manipueira desidratada apresentou-se como um substrato potencial para produção de etanol, produto de elevado valor agregado, sendo necessários maiores estudos para a viabilidade técnico-econômica do processo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEREDA, M., P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: \_\_\_\_\_. (coord.). **Manejo, Uso e Tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, cap. 1, p.13-37.(Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas), 2001.

LIMA, U. A.; BASSO, L. C.; AMORIN, H. V. Produção de etanol. In:- **Biotecnologia**. São Paulo: E. Blucher, v. 3, cap. 1, p. 1-43, 2001.

MATSUURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, M.I.S., SARMENTO, S.B.S. **Processamento de mandioca** - Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial. Brasília DF: EMBRAPA/SEBRAE, parte 1, cap. 2, p.19-30. (Série Agronegócios), 2003.

PANTAROTO, S. CEREDA, M., P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M., P (coord.). **Linamarina e sua decomposição no ambiente**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4 cap. 2, p.(Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas), 2001.

RIBEIRO, F. J. LOPES, J. J. C. FERRARI, S. E. **Complementação de nitrogênio de forma contínua no processo de fermentação alcoólica**. Brasil açucareiro, v.105, n.1, p.26-30, 1987.

SCHMIDELL, W., LIMA, U. A., AQUARONE, E., BORZANI, W. (cood). **Biotecnologia Industrial: engenharia bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, v.2, p. 15-20.