

EFEITO DE PARAMÊTROS VARIÁVEIS DE FERMENTAÇÃO NA OBTENÇÃO DE DESTILADO ALCÓOLICO A PARTIR DE MANIPUEIRA

Priscila Aparecida SUMAN¹; Luiz Henrique URBANO²; Magali LEONEL³; Martha Maria MISCHAN⁴

RESUMO: A manipueira, resíduo líquido resultante do processamento da fécula e da farinha de mandioca, apresenta potencial poluidor reconhecidamente elevado. Visando uma possível utilização da manipueira como matéria-prima para obtenção de destilado alcoólico, neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da porcentagem de levedura inoculada e da temperatura de fermentação sobre o perfil de cromatográfico de componentes do vinho e do destilado de manipueira. Os resultados obtidos mostraram efeito significativo dos parâmetros variáveis sobre os componentes do vinho e do destilado. As condições de baixa temperatura de fermentação e menores porcentagens de levedura inoculada foram as mais adequadas para a obtenção de destilado alcoólico de manipueira.

Palavras-chave: mandioca, resíduo, etanol, cromatografia

SUMMARY: EFFECT OF VARIABLE PARAMETERS OF FERMENTATION IN OBTAINING OF ALCOHOLIC DISTILLATE FROM "MANIPUEIRA". The "manipueira", liquid residue resulting from the processing of starch and cassava flour, has recognized high pollution potential. Aiming at a possible use of "manipueira" as raw material for obtaining alcoholic distillate, this study aimed to evaluate the effect of the percentage of inoculated yeast and fermentation temperature on the chromatographic profile of the components of wine and distillate of "manipueira". The results showed a significant effect of variable parameters on the components of wine and distillate. The conditions of low fermentation temperature and lower percentages of inoculated yeast were the most appropriate to obtain alcoholic distillate from "manipueira".

Keywords: cassava, residue, ethanol, chromatography.

INTRODUÇÃO

Na industrialização da mandioca são gerados diversos resíduos, tais como casca, farelo e manipueira, que é o resíduo líquido. Na maioria das indústrias, a manipueira gerada tem como destino as lagoas de estabilização, permanecem depositada sob ação de agentes naturais, tais como fotodecomposição, precipitação e atividade microbiana local, sem haver qualquer tratamento adicional no sentido da otimização do processo para o aproveitamento como subproduto.

¹ Estagiária de Treinamento Técnico- CERAT/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: prissuman@hotmail.com

² Técnico em química – CERAT/UNESP, Botucatu-SP.

³ Pesquisadora – CERAT/UNESP, Botucatu-SP. E-mail:mleonel@fca.unesp.br

⁴ Professora - Departamento de Bioestatística, IB/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: mmischan@ibb.unesp.br

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 (BARANA, 2000).

Uma alternativa para o aproveitamento da manipueira como sub-produto seria o uso como matéria-prima para a obtenção de etanol.

Na produção de etanol a partir de manipueira é necessário o processo de hidrólise e sacarificação do amido presente, pois este carboidrato não é diretamente fermentável necessitando de uma hidrólise prévia de suas cadeias para a obtenção de glicose (TAFFARELLO, 2004).

A habilidade de converter açúcares em etanol é característica de um pequeno grupo de microrganismos, sendo *Saccharomyces cerevisiae*, dentre as leveduras, a que mais se destaca pela alta produção e tolerância a concentrações elevadas de etanol (SCHWAN & CASTRO, 2001).

Muitos são os fatores que exercem efeito significativo sobre o rendimento ou eficiência da fermentação: a qualidade da matéria-prima, as condições fisiológicas do inóculo e fatores ambientais como pH, nível inicial de contaminantes, temperatura, concentração do substrato no mosto, composição nutricional do mosto e concentração do álcool produzido (HORII, 1978).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da concentração inicial de leveduras e tempo de fermentação no perfil de componentes do vinho e do destilado de manipueira.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de um 15 litros de hidrolisado de manipueira contendo 2,13% de glicose, 2,88% de maltose, 3,09% de frutose e 0,2% de sacarose foi realizado o processo de fermentação o qual seguiu o delineamento central composto rotacional para dois fatores, segundo Barros Neto et al. (2007), com um total de 11 tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros variáveis do processo de fermentação

Níveis		Fatores ou variáveis independentes	
Axiais	Codificados	T	L
	1,41	19° C	1,0
	-1	22° C	1,5
	0	27° C	3,0
	+1	32° C	4,5%
	+1,41	35° C	5,0%

T: temperatura de fermentação (°C); L: Levedura (%)

Após o processo de fermentação as amostras foram centrifugadas para separação do vinho fermentado e da levedura. As análises dos açúcares residuais, etanol, metanol e glicerol foram realizadas em HPLC. A coluna utilizada para detecção dos compostos foi a AMINEX HPX 87H (fase

estacionária H+) 300 x 0,25mm, sendo utilizado como fase móvel ácido sulfúrico 0,001N, fluxo da amostra 0,6 ml/minuto e temperatura de 50°C. Os perfis em área dos componentes dos vinhos foram convertidos para concentração (g/L) a partir de soluções padrões.

Amostras de 25 mL dos vinhos obtidos nos diferentes ensaios de fermentação foram colocadas em balão de fundo chato acoplado à coluna de Vigraux e aquecidos para a destilação das amostras. As amostras destiladas foram analisadas em cromatógrafo de fase gasosa (CG) modelo 3380 da Varian, equipado com detector tipo FID e com coluna marca ohi valley 60mtX0,25mm SD, modelo OV 1301 bonded 1,4micras.

Para a análise estatística dos resultados experimentais foi utilizado o modelo:

$$y_k = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \varepsilon, \text{ onde}$$

y_k = valor observado da variável dependente no nível K , $K = 1, \dots, 11$;

β_0 = Valor populacional da média de todas as respostas do planejamento;

$\beta_1, \beta_2, \beta_{12}$ = valores populacionais dos dois efeitos principais e do efeito da interação, por unidade de x_1 e x_2 ;

ε = erro aleatório associado à resposta $y(x_1, x_2)$.

O processamento dos dados e a análise estatística foram realizados com o auxílio do sistema

SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do perfil de componentes do vinho mostrou a presença de etanol com concentrações variando de 3,14 a 4,08%; metanol (0 a 0,1%); glicerol (0,03 a 0,35%); frutose (0,03 a 0,65%); glicose (0,03 a 0,04); sacarose (0,04 a 1,02%), maltose (0,04 a 0,77%).

A análise dos coeficientes de regressão mostrou não ter ocorrido efeito dos parâmetros variáveis sobre os teores de etanol, glicose e maltose. Para o teor de metanol no vinho foram observados os efeitos quadráticos dos dois parâmetros estudados, bem como, da interação destes. Já para os demais componentes (glicerol, frutose e sacarose) foi observado o efeito quadrático da porcentagem de levedura inoculada e da temperatura de fermentação sobre o teor destes componentes no vinho de manipueira (Tabela 2).

A Figura 1 mostra que nas condições centrais de porcentagem de levedura inoculada e temperatura de fermentação são obtidos os menores teores de metanol e os maiores valores de glicerol e açúcares residuais no vinho.

A produção de glicerol no processo fermentativo é favorecida por pHs básicos, os quais também favorecem o crescimento de bactérias em detrimento das leveduras que são mais acidófilas.

Geralmente, a maior produção de glicerol resulta em menor produção de álcool e menor rendimento do processo. Elevado tempo de fermentação poderá favorecer a proliferação de bactérias que modificam o pH do meio, podendo gerar condições que levem a produção de glicerol.

Tabela 2- Coeficientes de regressão (modelo $y_k = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1x_2$) para os parâmetros analisados no vinho de manipueira

Parâmetros	Variáveis dependentes						
	Etanol	Metanol	Glicerol	Frutose	Glicose	Sacarose	Maltose
β_0	3,54	0,02	0,35	0,63	0,04	1,003	0,7166
β_1	0,24	0,005	0,003	0,023	0,001	0,003	-0,0437
β_2	0,074	0,005	-0,0012	0,061	-0,0012	0,007	0,061
β_{11}	0,019	0,025*	-0,157***	-0,307***	-0,002	-0,459***	-0,175
β_{22}	0,182	0,025*	-0,159***	-0,180**	-0,002	-0,461***	-0,079
β_{12}	0,095	0,005**	-0,0025	-0,055	-0,0025	-0,015	-0,135
R^2	0,6652	0,6091	0,995	0,835	0,373	0,997	0,4771

β_1 = levedura (linear); β_2 = temperatura (linear); β_{11} = levedura (quadrático); β_{22} = temperatura (quadrático); β_{12} = levedura x temperatura (interação); R^2 = coeficiente de determinação. *= $p < 0,1$; **= $p < 0,05$; ***= $p < 0,01$

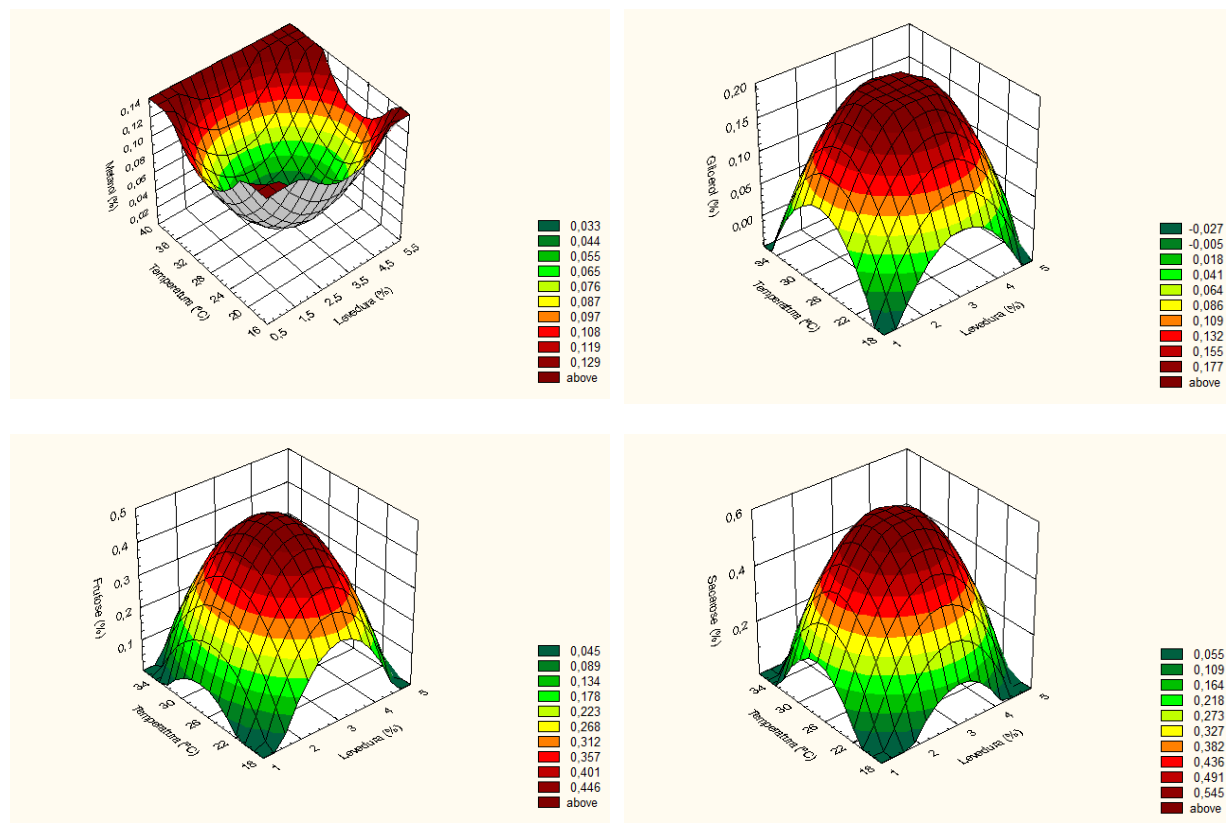


Figura 1- Efeitos dos parâmetros variáveis sobre os componentes do vinho de manipueira.

A análise do perfil de compostos presentes no destilado de manipueira evidenciou a presença de etanol nas concentrações de 2,14 a 9,15%; metanol (0 a 0,38%); iso-propanol (0,008 a 0,02); acetato de etila (0 a 0,1%) e álcool iso-amílico (0 a 0,24%).

O metanol é um álcool particularmente indesejável na aguardente. Sua ingestão, mesmo em doses muito pequenas, mas por longos períodos, pode levar à cegueira e a morte (WINDHOLZ, 1976).

A análise dos coeficientes de regressão mostrou ter ocorrido efeito linear da temperatura de fermentação sobre o teor de etanol, bem como, efeito linear e quadrático da porcentagem de levedura, e quadrático da temperatura sobre o teor de acetato de etila no destilado de manipueira. Não ocorreu efeito dos parâmetros variáveis do processo sobre os teores de metanol, iso-propanol e álcool iso-amílico (Tabela 3).

Tabela 3- Coeficientes de regressão (modelo $y_k = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1x_2$) para os parâmetros analisados do destilado de manipueira.

Parâmetros	Variáveis dependentes				
	Etanol	Metanol	Isopropanol	Acetato de etila	Álcool isoamílico
β_0	5,744	0,1502	0,01733	0,130	0,013
β_1	0,411	0,0304	0,0022	0,0245*	0,0001
β_2	-1,611*	-0,0805	-0,0035	-0,0228	-0,002
β_{11}	-1,029	-0,0253	-0,0018	-0,0362**	-0,004
β_{22}	0,015	0,0375	-0,002	-0,0327*	-0,0043
β_{12}	-1,6875	-0,0125	-0,004	0,005	-0,0017
R^2	0,702	0,6243	0,4564	0,7847	0,339

β_1 = levedura (linear); β_2 = temperatura (linear); β_{11} = levedura (quadrático); β_{22} = temperatura (quadrático); β_{12} = levedura x temperatura (interação); R^2 = coeficiente de determinação.

*=p<0,1; **= p<0,05; ***= p<0,01

A Figura 2 mostra que o teor de etanol no destilado decresce com o aumento da temperatura e que maiores concentrações de acetato de etila no destilado são encontradas nas condições intermediárias de porcentagem de levedura inoculada e temperatura de fermentação.

O acetato de etila que corresponde a cerca de 80% do conteúdo total de ésteres da aguardente, é formado durante a fermentação e na destilação, como produto da reação de esterificação entre álcool etílico e ácido acético, confere odor e gosto desagradável, sendo um dos componentes indesejáveis (BRAGA, 2006).

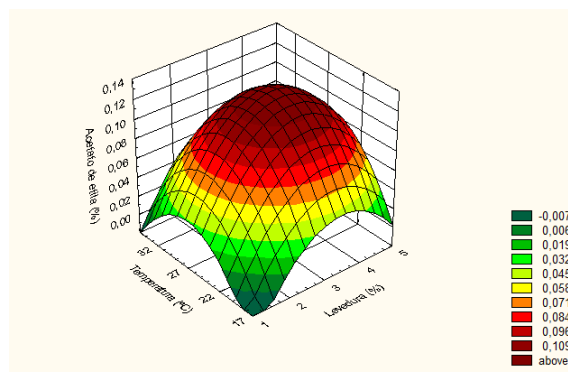
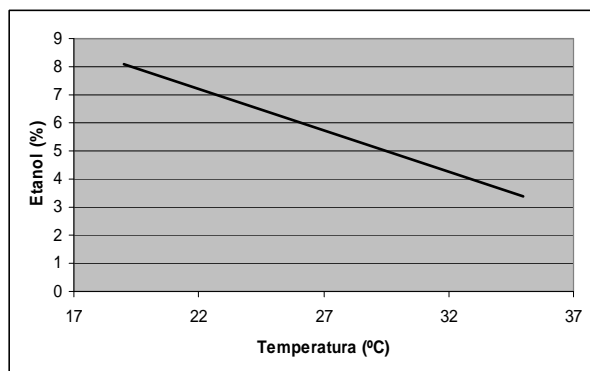


Figura 2- Efeitos dos parâmetros variáveis sobre os componentes do destilado de manipueira.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que as condições de baixa temperatura de fermentação e menores porcentagens de levedura inoculada são as mais adequadas para a obtenção de destilado alcoólico de manipueira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 7^a ed. Rev. St. Paul, 1983.

BARANA, A.C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica**. 2000. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2000.

BARROS NETO, B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos** – Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 3^oed. Campinas: Editora Unicamp, 2007, 480p.

BRAGA, V.S. **A influência da temperatura na condução de dois processos fermentativos para produção de cachaça**. Piracicaba, 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP.

HORII, J. Problemas especiais de fermentação alcoólica. Fermentações industriais, biodegradação e transformações microbianas no solo. **Soc. Bras. Microbiol.**, p. 70 - 4, 1978.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. Norme Internacionale: Dosage l'amidon. Suisse, 1987, 4p. (ISO, 6647).

TAFFARELLO, L.A.B. **Produção, purificação parcial, caracterização e aplicações de alfa-amilase termoestável produzida por bactérias**. Campinas, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos-UNICAMP.

SCHWAN, R.F.; CASTRO, H.A. Fermentação. In: CARDOSO, M.G. **Produção de aguardente de cana de açúcar**. Lavras: Ed. UFLA, 2001. cap.3, p.113-128.

WINDHOLZ, M. (Ed.) **The merk index**: na enciclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Rahway: MerK, 1976.