

"CONTROLE DO PROCESSO FERMENTATIVO PARA A PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM MICRODESTILARIA"

ANTONIO SÉRGIO DE OLIVEIRA^a

RESUMO

Avaliando a tecnologia empregada nos estágios para a produção de Álcool em microdestilaria, nota-se que os maiores problemas estão relacionados à baixa eficiência dos equipamentos empregados e a falta de controle de qualidade das etapas. Com relação aos processos tecnológicos utilizados, deve-se ressaltar que se dispõem de poucos recursos técnicos em função do custo, comprometendo a produtividade. Estes fatores também influenciam na qualidade do álcool, levando a grandes perdas tanto de açúcares no bagaço, como de álcool e açúcares não fermentados na vinhaça.

PALAVRAS-CHAVE: *Microdestilaria; Fermentação alcoólica.*

1 – INTRODUÇÃO

Com a crise do petróleo, nosso país partiu em busca de novas fontes alternativas de energia, criando em 1975 o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL). Em que pesem todos os percalços que antepuseram, o Proálcool tornou-se o programa energético alternativo mais bem sucedido em todo o mundo¹.

A necessidade de energia líquida, fez com que o país optasse pelo uso do álcool carburante como fonte alternativa e renovável de energia. O país iniciou a produção de álcool utilizando-se do potencial instalado e ocioso do parque açucareiro, posteriormente, foram instaladas as destilarias autônomas de grande porte e recentemente surgiu uma nova etapa do Proálcool, as microdestilarias².

São definidas como microdestilarias as unidades produtoras de álcool hidratado com capacidade nominal até 5000 l/dias. O conceito básico dessas unidades fundamenta-se na possibilidade de obtenção de matéria-prima a custos menores, na simplicidade de operação industrial e na possibilidade de aproveitamento de resíduos para adubação e ração animal³.

À crescente expansão na produção de álcool, implica na necessidade de se implantar um controle de qualidade rigoroso, e ao mesmo tempo simples, que possibilita às indústrias um melhor aproveitamento da matéria-prima, maior rendimento no processo de produção de álcool e redução de carga poluidora.

Segundo AMORIM et alii^{4,5} o acompanhamento de todo o processo desde a chegada da cana na destilaria, até a saída e estocagem do álcool, deve ser ativo e não passivo. O acompanhamento ativo é aquele no qual os resultados das análises são interpretados e uma ação é direcionada modificando-se o processo. O laboratório de uma destilaria tem

por objetivo: orientar o fermentador para que obtenha os mais altos rendimentos; orientar o destilador para que as perdas sejam as mínimas possíveis; computar os dados obtidos em relação ao desempenho da destilaria, para mostrar o caminho a seguir nos próximos dias, meses ou próxima safra.

BACCARIN⁶ acrescenta, que para obtenção de resultados confiáveis é necessário a adoção de metodologia e equipamentos padronizados, sem os quais não será possível chegar a resultados compatíveis.

Avaliando a tecnologia empregada nos estágios para a produção de álcool em microdestilarias nota-se que o maior entrave está no "Controle de Qualidade"².

O estágio tecnológico atual das microdestilarias indica a necessidade de desenvolvimento e otimização de tecnologia. Desta forma é necessária a implantação de programas de desenvolvimentos tecnológicos para as áreas de extração do caldo, fermentação e destilação³.

Hoje o controle de qualidade, não é feito de maneira integrada, analisando todas as etapas de tal forma a possibilitar uma visão geral do processo, indicando os pontos que devem ser otimizados.

Este trabalho foi realizado com a finalidade de montar as técnicas necessárias para o acompanhamento das etapas de produção de álcool.

2 – MATERIAL E MÉTODO

As literaturas consultadas demonstraram que a otimização do processo de produção de álcool, está diretamente relacionada ao controle de todas as etapas, desde a colheita da matéria-prima, extração dos açúcares, preparação do mosto, fermentação, obtenção do vinho, destilação e controle da vinhaça. Verificamos também que há uma

^a. Departamento de Química – CCE/Universidade Estadual de Londrina.

desuniformidade muito grande entre os diversos setores alcooleiros, quanto aos métodos utilizados para o controle de qualidade de produção de álcool, isto em função dos recursos técnicos e equipamentos disponíveis na indústria.

Na primeira fase deste trabalho levantamos as diferentes técnicas utilizadas para o controle de qualidade da produção de álcool, sendo estas montadas e testadas no laboratório de Química da FUEL (1; 3; 5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24 e 25).

Em seguida, utilizamos a microdestilaria do projeto Ruralcool e a Destilaria da Corol, para coleta de amostras com a finalidade de diagnosticar o desempenho de cada unidade produtora de álcool, verificando a produtividade e qualidade do produto, e assim propormos otimização do processo, com um fluxo de técnicas de análises adequado para microdestilaria, o que possibilitou a elaboração do boletim de controle para microdestilaria (Tabela 1).

3 - RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante a safra 86/87 fizemos um diagnóstico da microdestilaria implantada no "Projeto Ruralcool", analisando as diversas etapas envolvidas no controle de qualidade para a produção de álcool, o qual indicou algumas modificações que foram introduzidas no processo para aumentar sua eficiência. Verificamos que os pontos de estrangulamento que ocorrem nas microdestilarias estão diretamente relacionados à capacidade e qualidade dos equipamentos e as condições de controle do processo de extração, fermentação e destilação.

Estes fatores além de comprometerem a produtividade da microdestilaria, também influenciaram a qualidade do álcool, levando a grandes perdas tanto de açúcares não fermentados, como de álcool junto a vinhaça.

Através do boletim de controle acompanhamos o desempenho da microdestilaria durante a safra/86, onde verificamos que:

a) EXTRAÇÃO:

Uma eficiência de extração da ordem de 53,9% de caldo por tonelada de cana, o que significa uma perda de 26% considerando 80% de extração como normal. Isto em função da deficiência no conjunto de moagem.

b) FERMENTAÇÃO:

Tempo de fermentação muito longo, com contaminações freqüentes não sendo possível zerar o Brix, permanecendo no final em 4º Brix, isto em função da deficiência nas "dornas" que dificultou a desinfecção, por falta de vapor circulante e por não termos condições de controlar a temperatura.

c) DESTILAÇÃO:

Verificamos que ocorreram problemas na fornalha dificultando a geração de energia, em função da queima muito rápida do bagaço, o qual deveria ser alimentado constantemente, para que não ocorresse quedas de temperatura

PROJETO RURALCOOL - U.E.L.		BOLETIM DE CONTROLE - MICRODESTILARIA		DATA: / /	
----------------------------	--	---------------------------------------	--	-----------	--

ANÁLISE DA CANA		ANÁLISE DO CALDO		FERMENTAÇÃO - MOSTO		DESTILAÇÃO																																					
POL		POL		DORNAS		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">ÁLCOOL</th> <th colspan="2">VINHAÇA</th> </tr> <tr> <td>Grau Alcoólico</td> <td></td> <td>pH</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acidez</td> <td></td> <td>Teor Alcoólico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>l/h</td> <td></td> <td>P₂O₅</td> <td></td> </tr> <tr> <td>l/dia</td> <td></td> <td>Nitrogênio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>l/estoque</td> <td></td> <td>Potássio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td></td> <td>Matéria Orgânica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OBS:</td> <td></td> <td>ART</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>OBS:</td> <td></td> </tr> </table>		ÁLCOOL		VINHAÇA		Grau Alcoólico		pH		Acidez		Teor Alcoólico		l/h		P ₂ O ₅		l/dia		Nitrogênio		l/estoque		Potássio		Temperatura		Matéria Orgânica		OBS:		ART				OBS:	
ÁLCOOL		VINHAÇA																																									
Grau Alcoólico		pH																																									
Acidez		Teor Alcoólico																																									
l/h		P ₂ O ₅																																									
l/dia		Nitrogênio																																									
l/estoque		Potássio																																									
Temperatura		Matéria Orgânica																																									
OBS:		ART																																									
		OBS:																																									
BRX		BRX		POL		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">PRODUTOS QUÍMICOS</th> </tr> <tr> <th colspan="2">CONSUMO</th> </tr> <tr> <th>DESCRICOÃO</th> <th>qtidade</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>OBS:</td> <td></td> </tr> </table>		PRODUTOS QUÍMICOS		CONSUMO		DESCRICOÃO	qtidade											OBS:																			
PRODUTOS QUÍMICOS																																											
CONSUMO																																											
DESCRICOÃO	qtidade																																										
OBS:																																											
AR		AR		BRX		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											
ART		ART		AR		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											
Fibra		pH		ART		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											
Teor Alcoólico		Pureza		pH		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											
Pureza		OBS:		Acidez		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											
OBS:				P ₂ O ₅		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="2">OBS:</td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> <td rowspan="2"> </td> </tr> <tr> </tr> </table>		OBS:																																			
OBS:																																											

CONTROLE DA MOENDA		PÉ DE CUBA			
Cana Recebida (t)		Dornas	1	2	3
Cana (t) Moída		pH			
Cana (t) Estoque		Fermento %			
Moagem p/hora		Acidez			
Caldo (l/t) Extraído		Teor Alcoólico			
% Extração		Pureza			
% Embebição Caldo		Nutrientes			
% Bagaço		OBS:			
OBS:					

VINHO	
Fermento %	
Tempo Fermentação	
Pureza	
OBS:	
pH	
AR	
ART	
Teor Alcoólico	
Fermento %	
Pureza	

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:							

OBS:			
------	--	--	--

durante a destilação. Por isso o álcool produzido não foi de boa qualidade caindo o rendimento e provocando perdas de álcool na vinhaça.

Os rendimentos médios aferidos na destilação foram:

Parâmetros	Vazão (l/h)
Vinho na coluna	84
Álcool 95°G1 produzido	7
Vinhaça	74
Água necessária para condensação	159

Durante a safra/86 foram moídas 50t de cana, obtendo-se uma produção média em álcool de 2000 litros, o que equivale a um rendimento de 40 litros/tonelada de cana.

Pelos resultados obtidos foi possível observar que no processo de obtenção do álcool é importante haver um conjunto de técnicas adequadas para se fazer o controle de qualidade e otimização. Somente através de um acompanhamento analítico, poderemos detectar e corrigir as falhas do processo. Na produção de álcool o que realmente

importará é a quantidade de açúcares que conseguimos extrair, a capacidade de transformação de açúcar em álcool pela levedura e a eficiência da destilação, para se obter uma produção economicamente viável.

4 – CONCLUSÕES

Através do acompanhamento do processo de produção de álcool a nível de laboratório na microdestilaria foi possível testar as diferentes técnicas para o controle de qualidade das etapas de produção do álcool, demonstrando a importância do controle adequado a nível de indústria para se conseguir otimizar o processo, aumentar sua eficiência e reduzir os custos de produção.

O conjunto das análises estabelecidas indicará as providências a tomar no processo, ou determinará uma investigação mais minuciosa objetivando constatar as causas das anomalias diagnosticadas. Sendo que o objetivo único de todo processo operacional e controle é a obtenção da maior quantidade de álcool possível por Kg de açúcar fermentado.

ABSTRACT

Evaluating the technology used in the stages of alcohol production in microdistilleries, there was noted a problem related to the low efficiency of the equipment employed and the lack of quality control of the stages. In relation to the technological processes used, it has to be emphasized that few methods can be used, in function of the high cost of the other methods, lowering in this way the productivity. These factors bring great loss both of sugar in the bagasse, and alcohol and non-fermented sugars in the vinasse lowering also the alcohol quality.

KEY WORDS: *Microdistilleries; Alcohol fermentation.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – BARBOSA, F. & NOVAES, F.V. *Manual operacional da microdestilaria*. Piracicaba, Metalúrgica Barbosa, 1984. 20p.
- 2 – GERMEK, H.A. *Microdestilaria: dimensionamento técnico*. *Saccharum*, 7(35):30-4, nov/dez., 1984.
- 3 – *Relatório do Grupo de Trabalho/Cenol: microdestilarias programa de pesquisa e desenvolvimento*. *Brasil Açucareiro*, XLIX (4): 46-54, out., 1981.
- 4 – AMORIM, H.V. de & ZAGO, E.A. *Técnicas de controle podem melhorar rendimento de destilarias*. *Álcool & Açúcar*, (82): 64-9.
- 5 – AMORIM, A.V. de; ZAGO, E.A.; OLIVEIRA, A.J. *Novos métodos analíticos para controle da fermentação alcoólica*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1982, 58p.
- 6 – BACCARIN, L.M. *Fontes de erros mais comuns em análise de açúcar*. *Boletim Técnico Copersucar*, 8: 8-11, mar., 1979.
- 7 – CAMPOS, C. de *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. Piracicaba, ESALQ, 1984. 292p.
- 8 – SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 3, Águas de Lindóia, 1975. *Anais*. 669p.
- 9 – OLIVEIRA, E.R. de; CESAR, M.A.A.; VALSECHI, O.; CAMPOS, H. *Amostragem de cana-de-açúcar, no campo, para fins analíticos*. *Brasil Açucareiro*, R.J., LXXXV (1): 18-23, jan., 1975.
- 10 – VALSECHI, O.; GOMES, F.P. OLIVEIRA, E.R. de; ABREU, C.P. *Influência do desponte sobre a composição de colmo e do caldo da cana-de-açúcar*. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* ESALQ, Piracicaba, (18):5-33, 1961.
- 11 – DELEGADO, A.A.; BARDIN, D.; ORTOLANI, M.C. de; FERREIRA, L.J. *Ensaio sobre a determinação do pol da cana-de-açúcar*. *Brasil Açucareiro*, R.J., LXXVII (2):42-9, fev., 1971.
- 12 – STURION, A.C.; STUPIELLO, J.P.; OLIVEIRA, E.R. de *Conservação de amostras de cana desintegrada por congelamento*. *Brasil Açucareiro*, R.J., XC VII(3): 32-37, março, 1981.
- 13 – VALSECHI, O.; GOMES, F.P.; OLIVEIRA, E.R. de;

- ABREU, C.P. Influência do despolto sobre a composição do colmo e do caldo de cana-de-açúcar. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* ESALQ, Piracicaba, (18): 5-33, 1961.
- 14 — ALAGOAS. Estação Experimental de cana-de-açúcar. *Manual de técnicas de laboratório e fabricação de açúcar de cana*. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool, 1975. 359p. (Coleção Canavieiro, 18).
- 15 — CEREDA, M.P.; SERRA, G.E.; GAGLIARI, A.M.; MENEGUIM, M.A. Método microbiano de avaliação de antissépticos empregados em indústrias alcooleiras. *Brasil Açucareiro*, R.J., *XCVII* (3): 44-51, março, 1981.
- 16 — OLIVEIRA, E.R. de; BASSINELLO, J.L.; CESAR, M.A.A. Fórmulas para o cálculo da pol da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, R.J., *LXXXIII* (2): 41-51, fev., 1974.
- 17 — STURION, A.C. & FERNANDES, A.C. Pagamento de cana-de-açúcar pelo teor de sacarose. *SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA*, 3, Águas de Lindóia, 1975. *Anais*. p.86-8.
- 18 — GLÓRIA, N.A. da; CATANI, R.A.; MATUO, T. Determinação de cálcio e magnésio em plantas pelo método do EDTA. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* ESALQ, Piracicaba (22): 145-171, 1965.
- 19 — GLÓRIA, N.A. da & RODELLA, A.A. Métodos de Análises quantitativa inorgânica em caldo de cana-de-açúcar; vinhaça e melaço. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, ESALQ, Piracicaba (24): 5-17, 1972.
- 20 — GLÓRIA, N.A. da & SANTA ANA, A.G. Métodos de análises de resíduos de usinas de açúcar e destilarias. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, L (1-2): 29-44, out., 1975.
- 21 — HONIG, P. *Princípios de tecnologia açucareira*. México, Campãnia Editorial Continental, 1977. 645p.
- 22 — PAULA, M. de Programação experimental para cálculos de laboratório. *SEMINÁRIO COPERSUCAR DE AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA*, 4, Águas de Lindóia, 1976. *Anais*. p.410-416.
- 23 — LEME, JR. & BORGES, J.M. de *Açúcar de cana*. Viçosa, UREMG, 1965. 328p.
- 24 — AMORIM, H.V.; ZAGO, E.A.; GUTIERREZ, L.E. Método rápido para controle de fermentação e destilação. *Saccharum*, 2(4): 31-4, março, 1979.
- 25 — STUPIELLO, J.P. & OLIVEIRA, E.R. Problema do laboratório açucareiro. *Brasil Açucareiro*, *LXXXIV* (4): 40-5, out., 1974.

Recebido para publicação em 25/03/88