

Avaliação do teor alcoólico e componentes secundários de cachaças

Evaluation of alcoholic strength and congeners in cachaças

RIALA6/1147

Miriam Solange Fernandes CARUSO*, Letícia Araújo Farah NAGATO, Janete ALABURDA

*Endereço para correspondência: Instituto Adolfo Lutz, Divisão de Bromatologia e Química. Av. Dr. Arnaldo, 355, Cerqueira César, CEP 01246-902, São Paulo, SP/Brasil, e-mail: micaruso@ial.sp.gov.br

Recebido: 12/11/2007 – Aceito para publicação: 06/03/2008

RESUMO

A cachaça e a aguardente de cana são produtos alcoólicos oriundos da destilação do caldo de cana fermentado. A aguardente de cana deve apresentar teor alcoólico de 38,0 a 54,0 % (em volume, a 20°C) e a cachaça, de 38,0 a 48,0%. Foram analisadas 60 amostras de cachaça comercializadas na cidade de São Paulo, com o intuito de averiguar a conformidade quanto à graduação alcoólica e componentes secundários (acetaldeído, acetato de etila e álcoois superiores) em comparação aos parâmetros estabelecidos pela legislação do Ministério da Agricultura. O teor alcoólico nas amostras analisadas variou de 34,7% a 46,9%, e em 10 amostras (17,0%) a graduação alcoólica foi inferior a 38,0%. As concentrações de acetaldeído oscilaram na faixa de valor não quantificado (< 5) a 120 mg/100 mL de álcool anidro (AA); 31 amostras (52,0%) apresentaram valores acima do limite máximo estabelecido de 30 mg/100 mL AA. As concentrações de acetato de etila de todas as amostras estavam em conformidade com a legislação (máximo de 200 mg/100 mL AA). Em relação aos álcoois superiores, sete amostras (12,0%) apresentaram teores superiores ao limite máximo previsto (360 mg/100 mL AA). Das 60 amostras, 70,0% estavam em desacordo com as especificações em pelo menos um dos parâmetros avaliados, sugerindo-se que há necessidade de introduzir melhorias no processo produtivo e no estabelecimento de estratégias para realizar maior controle analítico do produto final.

Palavras-chave. bebidas alcoólicas, legislação, composição, álcoois, cromatografia gasosa.

ABSTRACT

Cachaça and sugar cane spirit are alcoholic products obtained from simple distillation of fermented sugar cane juice. The alcoholic graduation in the sugar cane spirit is from 38% to 54% in volume at 20 °C, while for cachaça it may vary from 38% to 48 % v/v. Aiming to verify the adequacy of alcoholic strength and of amounts of secondary compounds or congeners (acetaldehyde, ethyl acetate and higher alcohols) in conformity to limits established by Brazilian legislation of Ministry of Agriculture, 60 samples of cachaça commercialized in São Paulo city were analyzed. The alcoholic strength of the samples varied from 34.7% to 46.9 % v/v; 10 samples (17.0%) presented alcoholic graduation less than 38%. The acetaldehyde concentrations ranged from not quantified (< 5) to 120 mg/100 mL of absolute alcohol (AA); 31 samples (52.0%) showed values above the maximum allowed limit, that is 30 mg/100 mL AA. All the results of ethyl acetate amounts were within the legal maximum limit of 200 mg/100 mL AA. Concerning to higher alcohols, seven samples (12.0%) presented concentration values above the established maximum limit (360 mg/100 mL AA). Of 60 analyzed samples, 70 % were out of the specifications in relation to at least one of the evaluated parameters. It is suggested that improvements have to be done on cachaça manufacturing process and for conducting the best analytical control of the final product.

Key words. alcoholic beverages, legislation, composition, alcohols, gas chromatography.

INTRODUÇÃO

O produto alcoólico obtido a partir da destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado pode ser denominado como aguardente de cana ou cachaça, de acordo com a graduação alcoólica que apresente. Segundo a legislação brasileira em vigor, a aguardente de cana é a bebida que possui um teor alcoólico, em volume, de 38 a 54% e a cachaça, de 38 a 48%, a 20°C. Tanto a aguardente quanto a cachaça podem ser adicionadas de açúcares de 6,0 a 30,0g/L, expressos em sacarose, porém, devem ser denominadas de “adoçadas”¹. A expressão “cachaça” é definida pelo Decreto nº 4851/03 e a utilização deste termo só é permitida para a bebida com características próprias, produzidas exclusivamente no Brasil².

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a região Centro-Sul é responsável por 86,8% da produção nacional de cana-de-açúcar, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com aproximadamente 60% do que é cultivado. A estimativa de produção para a safra de 2006/2007 é de 475,73 milhões de toneladas, com um aumento de 10,3% em relação à safra passada. Do total da cana colhida, 50,9% destinam-se à obtenção de açúcar, 38,6% à produção de etanol e 10,5% restantes são utilizados para produzir cachaça, alimentação animal, sementes, rapadura, açúcar mascavo e para outros fins³.

A cachaça é uma das bebidas mais populares do Brasil; depois da cerveja, é a segunda bebida alcoólica mais consumida. A produção anual, estimada em 1,4 bilhão de litros, movimenta um capital de, aproximadamente, R\$ 1 bilhão e é responsável por mais de 400 mil empregos direta e indiretamente^{4,5}. A exportação da cachaça ainda é inexpressiva, apenas 1% do total produzido é exportado para países como Alemanha, Itália, França, EUA e Japão, de forma que praticamente toda a produção é destinada ao mercado nacional^{4,5}.

A produção da cachaça ocorre de uma forma pulverizada em quase todos os Estados. Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), existem cerca de 1.800 estabelecimentos produtores de cachaça registrados no MAPA e mais de 30 mil produtores em todo o país. A maior parte está localizada nos estados de São Paulo, Pernambuco, Ceará, Rio de Janeiro, Goiás e Minas Gerais. Estes estados respondem por cerca de 75% da produção nacional. Considera-se que existam mais de 5 mil marcas, tanto de empresas de grande porte quanto de pequenos alambiques⁵. Aproximadamente, 30% do total de cachaça produzida corresponde àquelas obtidas por destilação em alambique⁶.

O processo produtivo da cachaça pode ser resumido nas seguintes etapas: preparação da matéria prima, extração do caldo, fermentação e destilação. Durante a fermentação alcoólica, ocorre o desdobramento dos açúcares do caldo de cana com a formação de dois produtos principais: álcool etílico e dióxido de carbono. Além desses, há, normalmente, a formação de pequenas quantidades de outros componentes, que recebem a denominação de produtos secundários da fermentação alcoólica,

tais como ácidos carboxílicos, ésteres, aldeídos e álcoois superiores^{7,8}. Segundo a Instrução Normativa nº 13, do MAPA, de 29 de junho de 2005, o coeficiente de congêneres (componentes secundários ou componentes voláteis “não álcool”, ou substâncias voláteis “não-álcool”, ou impurezas voláteis “não-álcool”) é a somatória de: acidez volátil (expressa em ácido acético), aldeídos (expressos em acetaldeído), ésteres totais (expressos em acetato de etila), álcoois superiores (expressos pela soma do álcoois n-propílico, isobutílico e isoamílicos), furfural, mais hidroximetilfurfural. O coeficiente de congêneres deve situar-se entre 200 a 650 mg por 100mL de álcool anidro (AA)¹.

Foi objetivo deste trabalho verificar a adequação aos parâmetros estabelecidos pela legislação em vigor quanto aos teores de álcool em volume a 20°C e componentes secundários em amostras de cachaça comercializadas na cidade de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foram analisadas 60 amostras de cachaça de marcas e/ou lotes diferentes, adquiridas no comércio da cidade de São Paulo, provenientes dos Estados de Minas Gerais (32), São Paulo (22), Pernambuco (2), Ceará (2) e Mato Grosso (2). Todas as amostras foram mantidas em suas embalagens originais, à temperatura ambiente.

Métodos

Solventes e reagentes

O padrão de acetaldeído utilizado foi da marca Fluka; de n-propanol e isobutanol, Sigma; de 3-pentanol (padrão interno) e acetato de etila, Merck; os padrões de 2-metilbutanol e de 3-metilbutanol foram da marca Aldrich. O solvente empregado foi etanol, grau HPLC, Merck.

Soluções-padrão para análise de componentes secundários em cachaça

As soluções-padrão dos componentes secundários (acetaldeído, acetato de etila, n-propanol, isobutanol, 2-metilbutanol e 3-metilbutanol) foram preparadas a partir de diluições de soluções-estoque de padrões e de solução-estoque de padrão interno (3-pentanol). A solução-estoque de padrões continha os componentes secundários nas seguintes concentrações, em mg por 100g de solução: acetaldeído: 3080, acetato de etila: 3169, n-propanol: 2481, isobutanol: 2459, 2-metilbutanol: 640 e 3-metilbutanol: 1127. A solução-estoque de padrão interno continha 2661 mg de 3-pentanol por 100g de solução. Foi utilizado etanol grau HPLC como solvente no preparo das soluções. Alíquotas das duas soluções-estoque foram misturadas e diluídas em etanol a 40%, obtendo-se cinco concentrações diferentes; estas soluções foram utilizadas para construção das curvas de calibração de cada componente secundário.

A solução diluída de padrão interno em etanol a 40% foi preparada a partir da solução-estoque (em álcool absoluto); a concentração de 3-pentanol obtida foi de 240mg/100g.

Preparo das amostras

As amostras foram pesadas (cerca de 9mL) e adicionadas de solução diluída de padrão interno (1mL). As cachaças adoçadas foram previamente destiladas em destilador de álcool.

Determinação da graduação alcoólica em volume a 20°C

A graduação alcoólica em volume a 20°C foi obtida a partir da conversão do valor de densidade relativa a 20°C/20°C em porcentagem de teor alcoólico em volume, utilizando tabela de conversão. As densidades relativa e absoluta foram determinadas em densímetro automático digital de leitura direta (Mettler). Na calibração do equipamento foi utilizada água ultra-pura como referência, na temperatura de 20±0,1 °C.

Análise cromatográfica⁹

As soluções de calibração e de amostras foram injetadas em cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama, marca Finnigan (9001), *software* Borwin, com programação de temperatura do forno. Foi utilizada a coluna capilar CP-Wax 52 CB, Varian, de 30 m, 0,25µm e 0,25mm; volume de injeção: 1µL; gás de arraste: hidrogênio. A quantificação foi feita por padronização interna, utilizando 3-pentanol. Não foi possível obter duas curvas independentes para 2-metilbutanol e 3-metilbutanol, tendo em vista estes compostos co-eluírem na coluna empregada; desta forma, foi considerada a área total de ambos obtendo-se uma única curva, possibilitando a quantificação, cujo resultado foi expresso como a soma de 2 e 3-metilbutanol.

A partir das curvas de calibração, as concentrações de cada analito foram obtidas em mg/100g; entretanto, para expressar os resultados conforme exigido pela legislação em vigor, estes valores foram convertidos para mg/100mL de álcool anidro (AA) utilizando-se a densidade absoluta e a graduação alcoólica de cada bebida¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de álcool, em volume, variou de 34,7 a 46,9%, sendo que 10 amostras (17%) apresentaram graduação alcoólica inferior à quantidade mínima exigida por lei, que é de 38%¹. Os dados obtidos, apresentados na Figura 1, revelaram-se semelhantes aos reportados por Fernandes et al. (2007)¹⁰, em amostras de cachaças produzidas no sul do Estado de Minas Gerais. Neste estudo, das 16 amostras analisadas, 3 (19%) apresentaram teor de álcool abaixo da especificação. O mesmo foi constatado por Boguz Junior et al. (2006)¹¹, em uma pesquisa onde foi estudada a composição química de cachaças de 4 regiões do Estado do Rio Grande do Sul. Naquele trabalho, apesar dos valores médios de álcool dos grupos investigados

estarem de acordo com o que preconiza a legislação, as faixas de concentração obtidas iniciavam-se em valores abaixo de 38%, são elas (em %v/v): 37,3 – 47,7 (região de Ijuí), 35,70 – 43,40 (Três Passos), 35,60 – 43,20 (Santa Rosa) e 31,10 – 45,70 (Cruz Alta). Este comportamento aponta prováveis problemas no processo de destilação das bebidas ou dificuldade na padronização da graduação alcoólica do produto final.

Para a análise dos componentes secundários foi utilizada uma coluna CP-Wax 52 CB, obtendo-se numa mesma corrida cromatográfica a separação de todos os componentes secundários (Figura 2), além do metanol, composto considerado um contaminante natural, proveniente da hidrólise das pectinas, formado durante o processo de extração do caldo da cana e fermentação¹². A concentração máxima tolerada pela legislação em vigor é de 20mg de metanol por 100mL de AA¹. Apesar de presente em todas as bebidas analisadas as concentrações de metanol situaram-se bem abaixo da especificação.

Como pode ser observado na Figura 2, o acetaldeído foi o primeiro composto a ser separado na coluna cromatográfica empregada, isto ocorre em virtude de sua alta volatilidade; esta característica faz com que este composto seja destilado na primeira fração denominada “cabeça” da destilação^{6,13}. O acetaldeído também é formado no organismo após a ingestão de bebidas alcoólicas, por meio da biotransformação do etanol,

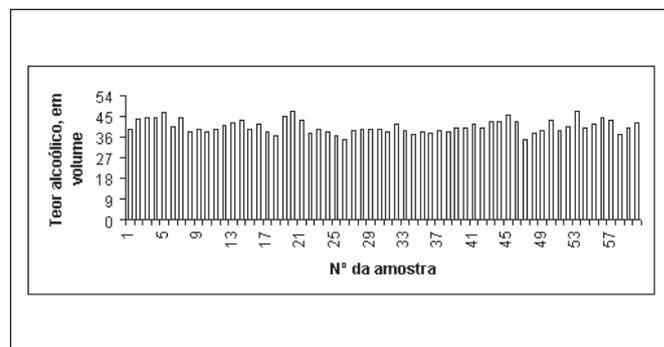


Figura 1. Teor alcoólico, em volume, das 60 amostras de cachaça

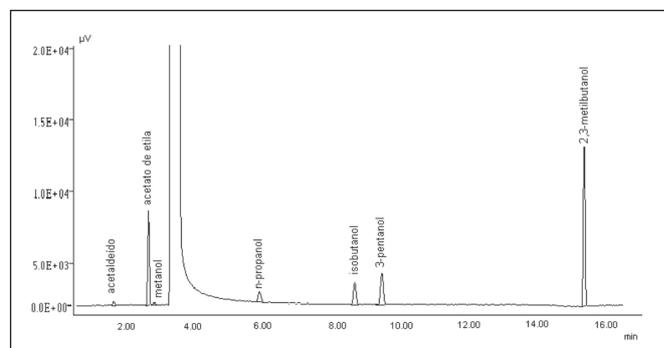


Figura 2. Cromatograma de componentes secundários e metanol em uma amostra de cachaça, utilizando coluna CP-WAX 52 CB, 30 m, 0,25 mm, 0,25 mm (CG-DIC); gás de arraste: hidrogênio (1mL/min).

sendo oxidado, posteriormente, a ácido acético¹⁴. Neste trabalho, as concentrações de acetaldeído variaram de não quantificado (abaixo de 5) a 120mg/100mLAA, sendo que 31 amostras (52%) apresentaram resultados superiores ao limite máximo estabelecido pela legislação, que é de 30mg/100mL AA¹. Os resultados estão apresentados na Figura 3. De uma maneira geral, os dados da literatura não apresentam concentrações elevadas de acetaldeído; no trabalho realizado por Fernandes et al.¹⁰, apenas 1 amostra, das 16 analisadas, apresentou teor de acetaldeído de 36,02mg/100mL AA, valor um pouco acima da especificação. No estudo de Boguz Junior et al.¹¹, todas amostras de cachaça estavam de acordo com a legislação, o mesmo ocorrendo na pesquisa de Nascimento et al.¹⁵, onde nenhuma das 56 amostras de cachaça atingiu o valor máximo permitido, de 30mg/100 mL AA, onde a faixa de concentração obtida foi de 0,05 a 20,0mg/100mLAA. Pereira et al¹⁶ detectaram teores de acetaldeído acima do limite apenas em 2 das 45 amostras de cachaça analisadas.

A presença de aldeídos em bebidas alcoólicas, em quantidades elevadas, pode causar dores de cabeça, náuseas, confusão mental, queda de pressão sanguínea, entre outros sintomas¹⁵. A importância do controle do acetaldeído deve-se principalmente ao fato de que a Agência Internacional para Pesquisas sobre o Câncer (IARC) classifica esta substância como pertencente ao Grupo 2B (possível carcinogênico para humanos) e o associa à formação de câncer de esôfago após ingestões de grandes quantidades de bebidas alcoólicas¹⁷. A concentração elevada de acetaldeído em algumas amostras avaliadas neste trabalho pode ser resultado de oxidação ou contaminação do mosto por bactérias indesejáveis¹⁶.

Com relação ao demais compostos analisados, a Instrução Normativa nº 13/05¹ recomenda que as concentrações de n-propanol, isobutanol e 2 e 3-metilbutanol devem ser somadas e o resultado expresso como álcoois superiores. Esta denominação refere-se a todos os álcoois com mais de 2 átomos de carbono, formados durante a fermentação e também referidos como óleo fúsel. Os álcoois superiores são produzidos, geralmente, a partir da degradação de alguns aminoácidos e sua produção tende a aumentar quando há lentidão no processo fermentativo. Variáveis como armazenagem

prolongada da cana, temperatura não controlada durante a fermentação, pH do mosto, níveis de inoculação, linhagem da levedura, quantidade de nitrogênio presente, grau de aeração durante a fermentação, etc, podem promover a degradação dos referidos aminoácidos, promovendo a formação de álcoois superiores^{16,18}. Por serem compostos mais pesados concentram-se principalmente na “cauda” da destilação⁶.

Do total de 60 amostras de cachaça analisadas, 7(12%) apresentaram teores de álcoois superiores acima de 360mg/100mL de AA, valor máximo estabelecido pela legislação em vigor¹. Os resultados, que estão apresentados na Figura 4, são semelhantes aos obtidos por Pereira et al.¹⁶, onde 15,6% das amostras apresentaram concentrações acima dos teores permitidos.

Os resultados elevados de acetaldeído e de álcoois superiores encontrados indicam que, provavelmente, não foram devidamente separadas as frações “cabeça” e “cauda” durante a destilação das cachaças. Isto pode ter acontecido com a finalidade de aumentar o rendimento do processo, em detrimento da qualidade do produto final obtido, ou, por carência de informação dos produtores. Além da questão toxicológica, a presença de acetaldeído e álcoois superiores em altas concentrações também prejudicam a qualidade sensorial da bebida¹³.

As concentrações de acetato de etila, um dos principais ésteres responsáveis pelo aroma e sabor das cachaças, variaram de 5,4 a 200,0mg/100mL AA (Figura 5). Todos os resultados obtidos revelaram-se de acordo com a legislação vigente (máximo permitido de 200mg/100mLAA). O mesmo foi verificado por Bôscolo et al.¹⁹ em uma pesquisa realizada em 25 amostras de cachaça, comercializadas em diferentes regiões do Brasil. De modo semelhante, as pesquisas de Fernandes et al.¹⁰ e Pereira et al.¹⁶ não detectaram valores de acetato de etila fora do limite permitido.

Além dos parâmetros estudados neste trabalho, a legislação em vigor prevê limites para contaminantes orgânicos e inorgânicos; fazem parte dos orgânicos, metanol, carbamato de etila, acroleína e álcoois sec-butílico e n-butílico; como inorgânicos, cobre, chumbo e arsênio¹. A avaliação destes contaminantes não foi o foco desta pesquisa, que teve como objetivo verificar a composição principal das bebidas. Dentre

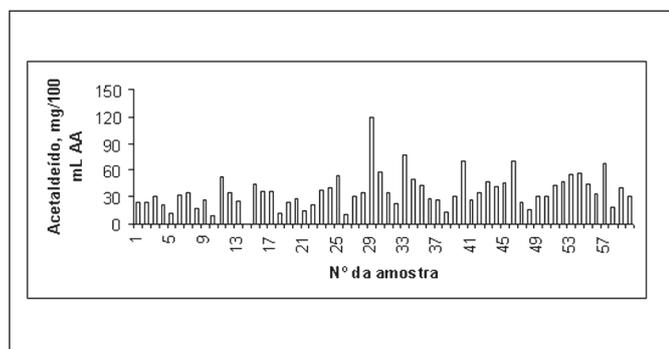


Figura 3. Acetaldeído, em mg/100mL de álcool anidro, em amostras de cachaça.

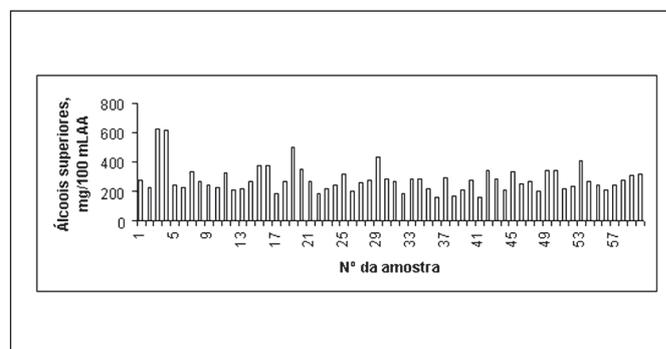


Figura 4. Álcoois superiores, em mg/100 mL de álcool anidro (AA), em amostras de cachaça.

as 60 amostras de cachaça avaliadas neste trabalho, 70% estavam em desacordo com as especificações legais em pelo menos um dos parâmetros pesquisados. Fernandes et al.¹⁰ verificaram que das 17 amostras de cachaça analisadas, adquiridas diretamente de seus fabricantes, 7 (aproximadamente 41%) não atendiam às exigências de qualidade em relação a um parâmetro avaliado, no mínimo. Os autores sugeriram que os produtores necessitavam receber treinamento, a fim de modificar o processo e obter cachaças dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos.

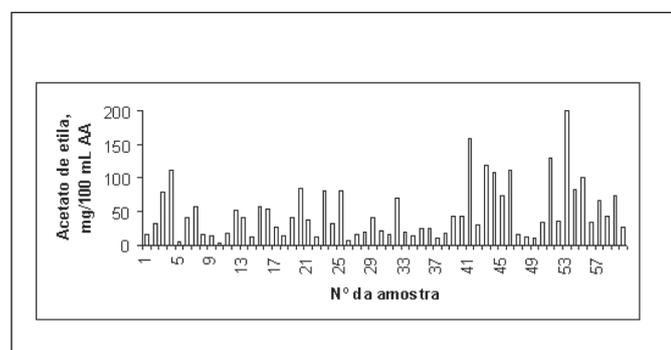


Figura 5. Acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro (AA), em amostras de cachaça.

Segundo o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), dados não oficiais do ano de 2003 revelaram que cerca de 90% da produção de cachaça de alambique poderiam ser clandestinas, ou seja, não tinham registro no MAPA e nem qualquer tipo de fiscalização. Este fator cria um entrave para a organização da cadeia produtiva, uma vez que, pela falta de fiscalização, de controle da produção e de capacitação dos produtores, são lançados no mercado produtos com qualidade inferior, sendo alguns até prejudiciais à saúde do consumidor²⁰. As bebidas clandestinas representam um risco em potencial à saúde pública, sendo necessária uma intensificação das fiscalizações de modo a banir essa prática constante.

O mercado da cachaça é bastante promissor e portanto, a obtenção de cachaças com qualidade superior podem ampliar as fronteiras comerciais e aumentar as exportações, gerando mais divisas e fontes de trabalho. Porém, para atingir esses objetivos, são necessários investimentos na capacitação técnica dos produtores e no controle rigoroso da cadeia produtiva. Deve-se ainda, intensificar a fiscalização, com o intuito de combater a clandestinidade das bebidas, prevalecendo, acima de tudo, a preocupação com a obtenção de produtos de qualidade e a preservação da saúde dos consumidores.

CONCLUSÕES

Das 60 amostras de cachaça analisadas, 70% estava em desacordo com as especificações em pelo menos um dos parâmetros avaliados, como etanol, acetaldeído, acetato de etila e álcoois superiores. Embora nem todos os parâmetros legais tenham sido monitorados, os itens pesquisados sugerem que o controle do processo produtivo das bebidas apresenta deficiências.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro (Processo nº 05/50952-1, 2005).

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, 30 jun 2005, Seção I, p. 3.
2. Brasil. Presidência da República. Decreto nº 4851, de 2 de outubro de 2003. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Revoga o Decreto nº 4072 de 03 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 3 out 2003. Seção I, p. 6-7.
3. Brasil. Ministério da Agricultura. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Acesso em 28/12/06]. Disponível em www.conab.gov.br.
4. PBDAC. Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Cachaça. [Acesso em 02/03/06]. Disponível em www.atisonline.com.br/pbdac.
5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O setor produtivo da cachaça. [Acesso em 22/09/07]. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/portal>.
6. Pereira JAM, Rosa CA, Faria JB. Cachaça de alambique. Tecnologia Fácil – 8. Brasília: L K Editora; 2006.
7. Novaes FV. Como controlar a qualidade da cachaça. Eng Moderno 2001; 25:24-9.
8. Aquarone E, Lima UA, Borzani W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação: biotecnologia. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, v.5, 1983.
9. Nagato LAF, Caruso MSF, Duran MC, Carvalho MFH, Cano CB. Bebidas alcoólicas. In: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz. Brasília: ANVISA; 2005. p. 405-60.
10. Fernandes JF, Cardoso MG, Vilela JF, Morais AR, Silva VF, Nelson DL. Physicochemical quality of a blend of domestic cachaças from the south of Minas Gerais. J Food Compost Anal 2007; 20:257-61.

11. Bogusz Jr S, Ketzer DCM, Gubert R, Andrades L, Gobo AB. Composição química da cachaça produzida na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciênc Tecnol Aliment* 2006; 26(4): 793-798.
12. Blinder F, Voges E, Lauge P. The problem of methanol concentration admissible in distilled fruit spirits. *Food Addit Contam* 1988; 5(3): 343-51.
13. Faria JB. Sobre a produção de aguardente de cana. *Eng Moderno* 1995; 40: 9-16.
14. Bermond II DM, Tose H. Consumo de bebidas alcoólicas: interações com o benzeno e outras substâncias de uso ocupacional. *Rev Psiq Clin* 2000; 27(2):1-8. [Acesso em 05/01/07]. Disponível em [www.hcnet.usp.br/ipq/revista/r27\(2\)/art65.htm](http://www.hcnet.usp.br/ipq/revista/r27(2)/art65.htm).
15. Nascimento RF, Marques JC, Lima Neto BS, Keukeleire D, Franco DW. Qualitative and quantitative high-performance liquid chromatographic analysis of aldehydes in Brazilian sugar cane spirits and other distilled alcoholic beverages. *J Chromatogr A* 1997; 782:13-23.
16. Pereira NE, Cardoso MG, Azevedo SM, Morais AR, Fernandes W, Aguiar PM. Compostos secundários em cachaças produzidas no Estado de Minas Gerais. *Ciênc Agrotec* 2003; 27(5): 1068-75.
17. IARC, International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide, 1999; 71:319. [Acesso em 09/01/07]. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/volume71.pdf>.
18. Boza Y, Horii J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar. *Ciênc Tecnol Aliment* 1998; 18(4): 391-6.
19. Bôscolo M, Bezerra CWB, Cardosos DR, Lima Neto BS, Franco DW. Identification and dosage by HRGC of minor alcohols and esters in Brazilian sugar cane spirits. *J Braz Chem Soc* 2000; 11(1): 86-90.
20. SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Estudo de viabilidade técnica e econômica do arranjo produtivo da cachaça de alambique da região sudeste de Tocantins, 2003 (Versão 1). [Acesso em 09/01/07]. Disponível em: www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/.