

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CALDO DE CANA ENVASADO A QUENTE E POR SISTEMA ASSÉPTICO¹

Karin Samorano da SILVA², José de Assis Fonseca FARIA^{2,*}

RESUMO

Dois processos térmicos foram aplicados ao caldo de cana com o objetivo de se obter um produto estável à temperatura ambiente. A variedade de cana de açúcar (*Sacharum* spp.) utilizada foi a RB72 - 454. A metodologia de planejamento fatorial foi aplicada a fim de se verificar a melhor combinação entre acidez (pH) e doçura (°Brix). Houve uma tendência para melhor aceitação sensorial quando o pH foi maior que 4,0 e °Brix maior que 15. Primeiramente, o caldo foi submetido a 141 °C /10 s e envasado assepticamente em garrafas de vidro previamente esterilizadas. No segundo processo, o caldo foi submetido ao tratamento térmico a 110 °C /10 s e envasado a quente (90 ± 5 °C) em garrafas de vidro. Análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram realizadas durante a estocagem dos lotes à temperatura ambiente. O lote processado assepticamente apresentou vida útil de 30 dias e o envasado a quente, 60 dias, não apresentando diferença estatística ($p < 0,05$) nos testes sensoriais de aceitação, em relação às amostras congeladas. O envase a quente causou menor escurecimento ao produto durante estocagem à temperatura ambiente e maiores médias de aceitação sensorial em relação aos atributos: aparência, aroma e impressão global, possivelmente devido ao maior efeito térmico sobre a inativação das enzimas do caldo de cana.

Palavras-chave: caldo de cana, processamento asséptico, enchimento a quente, sala limpa, análise sensorial.

SUMMARY

QUALITY OF SUGARCANE (*Sacharum* spp.) JUICE PACKED BY HOT FILL AND ASEPTIC PROCESSES. The objective of this work is to evaluate two thermal processes in order to obtain sugarcane (*Sacharum* spp.) juice stable at room temperature in glass bottles. An experimental methodology was applied to obtain the best combination between pH and °Brix based on the sensory results. There was a tendency for a better sensory acceptance for pH > 4.0 and °Brix > 15. Two thermal processes were applied to sterilize the juice. Firstly, the juice was submitted to 141 °C /10 s, and then aseptically filled in glass bottles previously sterilized. In the second process, the juice was submitted to 110 °C /10 s and filled into glass bottles at 90 ± 5 °C. Physical-chemical changes, microbiological counts and sensory acceptance were evaluated during the storage at room temperature. The shelf life of aseptically processed juice was 30 days and 60 days for the hot filled juice based on the sensory evaluation. These results indicated that the hot fill process was more efficient for sugarcane juice preservation in terms of sensory acceptance and physical-chemical changes, probably because of the thermal inactivation of the enzymes.

Keywords: sugarcane juice, aseptic packaging, hot filling, sensory analysis.

1 - INTRODUÇÃO

A cana de açúcar é uma das gramíneas mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais devido à grande contribuição socioeconômica que sua exploração representa, em razão de seu grande teor de sacarose [16]. Além de produzir açúcar, álcool combustível, cachaça e servir para alimentação animal (variedades forrageiras), pode ainda ser utilizada para a produção de garapa ou caldo de cana, servido imediatamente após a moagem em moedores elétricos ou manuais [4].

O comércio de caldo de cana é caracterizado pela venda por meio de ambulantes, espalhados pelas cidades brasileiras, quase sempre sem as mínimas condições higiênico-sanitárias necessárias à manipulação de alimentos [4].

Há atualmente um aumento na procura pelo mercado de produtos estáveis à temperatura ambiente, que sejam

livres de conservadores químicos e de fácil utilização. Estes produtos precisam receber processos de industrialização adequados para torná-los estáveis quanto às alterações microbiológicas e enzimáticas, para serem comercializados sem a necessidade da cadeia de frio [9].

O acondicionamento asséptico de alimentos proporciona aumento da vida útil do produto sem a necessidade do uso de refrigeração ou mesmo da adição de conservadores químicos [11]. O enchimento a quente é um sistema mais simples, quando comparado ao acondicionamento asséptico, pois não requer um maior controle de processo e uso das salas limpas, o que diminui o custo de industrialização.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Caldo de cana

O caldo de cana utilizado no processamento foi extraído de canas de açúcar (*Sacharum* spp.) variedade RB72-454, cedidas pela Usina Açucareira Esther S.A., Cosmópolis-SP. Após o recebimento, as canas foram raspadas e em seguida higienizadas por imersão em água clorada (200 mg/L), para eliminação de contaminantes presentes nos colmos.

¹Recebido para publicação em 7/6/2005. Aceito para publicação em 20/10/2006 (001546)

²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, C. P. 6121, CEP 13081-095, Campinas (SP), Brasil
E-mails: assis@fea.unicamp.br, kasamorano@hotmail.com
* A quem a correspondência deve ser enviada

Para a extração do caldo, foi utilizado moedor de cana elétrico de material inoxidável, modelo B728, fabricado por Vencedora Maqtron Ltda, Joaçaba-SC. O moedor possui um raspador de cana acoplado, constituído de um rolo com escovas de aço, o qual foi utilizado para raspagem das canas. Ao caldo submetido ao processamento térmico, adicionaram-se sacarose e ácido cítrico, para ajustar o pH para 4,0 e o teor de sólidos solúveis para 18 °Brix.

2.2 - Embalagem

Garrafas de vidro, modelo Plasti-Shield 300, com fechamento metálico do tipo 'garra-torção', com diâmetro de 38 mm e capacidade de 300 mL, foram adquiridas da Owens-Illinois do Brasil S.A., São Paulo-SP. A esterilização das embalagens utilizadas no acondicionamento asséptico foi feita por aspersão de sanitizante, utilizando um sistema de assepsia de garrafas desenvolvido por FARIA [6] e testado por ABREU [1] e ABREU & FARIA [2]. Foi utilizada como sanitizante a solução comercial Proxitane 1512®, constituída de ácido peracético (15%) e peróxido de hidrogênio (23%), adquiridos da Peróxidos do Brasil, São Paulo-SP. A solução utilizada na sanificação das garrafas continha 0,5% de ácido peracético. As tampas foram sanificadas por imersão durante 5 min em solução contendo 0,05% de ácido peracético.

2.3 - Processamento asséptico

O fluxograma geral dos processos está esquematizado na Figura 1. O produto foi processado em um sistema de transferência de calor indireto, utilizando um trocador de calor do tipo placas, com vazão nominal de 300 L/h, fabricada por Sumá Indústria e Comércio Ltda, Campinas-SP. O binômio utilizado no tratamento térmico dos lotes produzidos pelo sistema asséptico foi 141 °C/10 s e o envase foi a 25 °C.

O acondicionamento asséptico do caldo de cana foi realizado em uma sala limpa classe 7 (ISO 14644-1), certificada de acordo com as normas e padrões internacionais, incluindo pressão positiva, controle de temperatura, número de renovações de ar por hora, contagem de partículas e microrganismos em suspensão [14].

2.4 - Enchimento a quente

No processo de enchimento a quente, o produto foi submetido ao tratamento térmico (110 °C/10 s) e acondicionado nas garrafas de vidro a 90 ± 5 °C, por um equipamento de envase semi-automático a vácuo, fabricado por LCB Ltda, São Paulo-SP e resfriado até a temperatura de 40 °C por imersão em água clorada (5 ppm).

2.5 - Análises físico-químicas

Para a determinação do pH, foi utilizado um medidor Digital, modelo DM-20-Digimed. O teor de sólidos solúveis foi determinado com um refratômetro portátil da marca

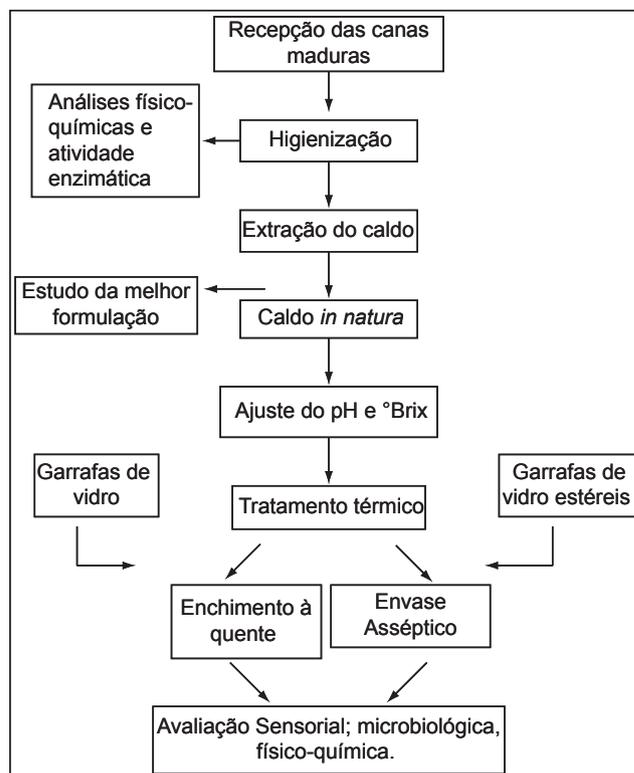


FIGURA 1 – Fluxograma dos processamentos do caldo-de-cana.

Optech, modelo RCZ, que utiliza escala de 0 a 32% e resolução de 0,2%.

As medidas de pH, acidez titulável e °Brix foram feitas antes e após o processamento do caldo de cana. As análises do caldo *in natura* foram realizadas imediatamente após a extração.

A acidez titulável foi determinada utilizando-se NaOH 0,1 N. O ponto de viragem foi determinado pela medida do pH, cujo valor foi 8,1 ± 0,02, conforme metodologia recomendada pela AOAC [7] para amostras coloridas.

2.6 - Análise microbiológica

De cada um dos lotes produzidos, foram retiradas três garrafas, as quais permaneceram à temperatura ambiente (25-30 °C) por 10 dias, conforme metodologia descrita por DRYER [5] e SILVA [12] para alimentos ácidos (pH < 4,6). Após a pré-incubação, as garrafas foram encaminhadas ao teste de esterilidade comercial, que visou à quantificação dos seguintes microrganismos: bactérias lácticas (incubação a 30 °C por 2 a 4 dias); bolores e leveduras (incubação a 30 °C por 2 a 4 dias); e termófilos (incubação a 55 °C por 2 a 3 dias). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP.

2.7 - Análise sensorial

A avaliação sensorial acompanhou as mudanças ocorridas durante a estocagem. Foram realizados testes de aceitação sensorial (teste afetivo de aceitação) em função do tempo

de estocagem utilizando-se uma equipe de 25 provadores, consumidores usuais de caldo de cana. Os provadores foram solicitados a avaliar o quanto gostaram ou desgostaram de cada uma das amostras, por meio de uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos. A aplicação dos testes sensoriais seguiu método descrito por STONE & SIDEL [15] e MEILGAARD [10]. Os resultados foram analisados pelo Teste de Tukey e expressos por histograma de barras.

As análises foram realizadas logo após o processamento (tempo zero) e em intervalos de quinze dias para cada um dos lotes produzidos. As amostras com tempo zero de estocagem foram congeladas imediatamente após o processamento a -18 °C e descongeladas por 24 h a 3 °C, para serem analisadas juntamente com as amostras de caldo de cana estocadas à temperatura ambiente. Para a determinação do fim da vida de prateleira do produto, estabeleceu-se o tempo no qual mais de 50% dos provadores avaliassem a amostra com valores inferiores a 6, o que correspondeu a "gostei ligeiramente" na escala hedônica utilizada [8].

Os resultados da análise sensorial foram estudados estatisticamente por meio de um programa *Microsoft® Excel-2000*. A diferença entre as médias sensoriais foi determinada pelo teste de Tuckey de acordo com STONE & SIDEL [15] e MEILGAARD [10].

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Esterilidade comercial

Os produtos que foram aprovados no teste de esterilidade comercial não apresentaram desenvolvimento de microrganismos capazes de causar alterações. As contagens

de microrganismos mesófilos e termófilos ácido tolerantes, bem como a contagem de bolores e levedura, foram menores que 1,0 UFC/mL. Desta forma, foram considerados estéreis, de acordo com o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, Resolução RDC número 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária [3].

3.2 - Análises físico-químicas

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados das análises físico-químicas do caldo de cana *in natura* e dos lotes processados.

Conforme os resultados obtidos, pôde-se verificar que durante a estocagem dos produtos processados, não houve alterações físico-químicas significativas. Em relação ao pH, houve um pequeno aumento para o **lote 1** envasado assepticamente. Os demais lotes apresentaram-se com pH praticamente igual ao apresentado pelo produto recém-processado.

3.3 - Análise sensorial

3.3.1 - Processo de envase asséptico

Foram analisados em cada teste três parâmetros sensoriais: **aparência, aroma e impressão global**. Os resultados com as médias de aceitação sensorial para cada parâmetro estão expressos na *Tabela 3*.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que houve diferença significativa de aceitação entre a amostra do

TABELA 1 – Análises físico-químicas durante estocagem do caldo de cana *in natura* e envasado a quente.

Parâmetro	<i>in natura</i> *	Envase a quente (dias de estocagem)			
		0	15	45	90
pH ($\pm 0,02$)	5,3	4,15	4,14	4,15	4,15
°Brix	19	20	20	20	20
Acidez titulável (mg ac. Cítrico/100 mL amostra)	56	170	170	170	175

*caldo de cana antes do ajuste do pH e brix.

TABELA 2 – Análises físico-químicas durante estocagem do caldo de cana processado assepticamente.

Parâmetro	Envase asséptico - lote 1 (dias de estocagem)				Envase asséptico - lote 2 (dias de estocagem)			
	0	15	45	90	0	15	45	90
pH ($\pm 0,02$)	4,2	4,2	4,3	4,3	4,15	4,16	4,13	4,13
°Brix	19	19	19	19	20	20	20	20
Acidez titulável (mg ac. Cítrico /100 mL amostra)	190	180	190	190	170	170	180	182

TABELA 3 – Médias das respostas sensoriais para os atributos analisados nos lotes processados assepticamente.

Atributo	Lote 1				MDS	Lote 2			
	Tempo (dias)			MDS		Tempo (dias)			MDS
	0	15	30			0	15	30	
Aparência	7,1 ^a	5,9 ^b	6,0 ^b	0,60	6,9 ^a	6,6 ^a	6,1 ^b	0,66	
Aroma	6,4 ^a	6,1 ^a	6,1 ^a	0,71	6,2 ^a	6,6 ^a	6,1 ^a	0,91	
Impressão Global	6,2 ^a	5,2 ^b	5,6 ^a	0,85	6,2 ^a	6,2 ^a	5,2 ^b	1,1	

Médias seguidas da mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente a $p \leq 0,5$.

lote 1, com 15 dias de estocagem, e a amostra congelada no dia do processo, para os atributos **aparência** e **impressão global**. O **lote 2** apresentou diferença significativa entre a amostra com 30 dias de estocagem e a amostra congelada, para os mesmos atributos.

De acordo com os histogramas de frequência das notas sensoriais, pôde-se verificar que apenas 27% dos provadores aprovaram a amostra do **lote 1** em termos globais, com notas acima de 7. A média das notas ficou abaixo de 7 para todos os atributos avaliados para esta amostra. A amostra do **lote 2** obteve aprovação de 73% dos provadores, para o atributo **aparência**, 51% para o **aroma** e 53% para o atributo **impressão global**. As Figuras 2 e 3 mostram os histogramas de frequência das notas sensoriais para o atributo **impressão global**.

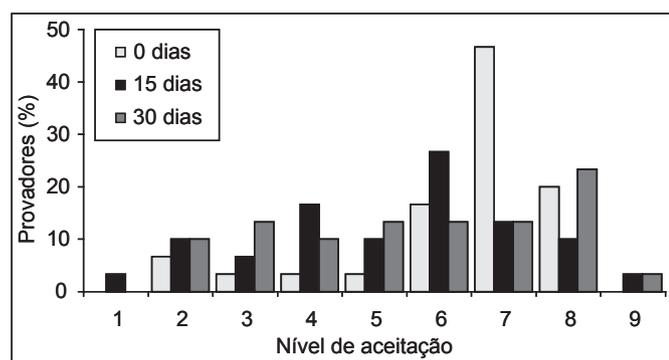


FIGURA 2 – Nível de aceitação sensorial para o atributo **impressão global** para o lote 1 do caldo de cana processado assepticamente.

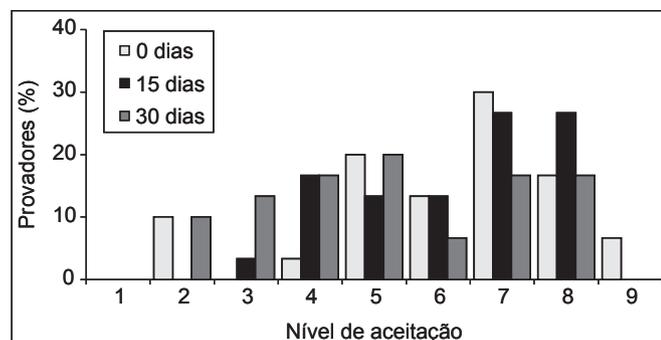


FIGURA 3 – Nível de aceitação sensorial para o atributo **impressão global** para o lote 2 do caldo de cana processado assepticamente.

Pôde-se verificar pela análise sensorial dos lotes processados assepticamente que, após 30 dias de estocagem, o índice de aceitação do produto foi menor que 50% para os atributos avaliados. Os provadores indicaram que a aceitabilidade, em termos globais, das amostras do **lote 2**, processado assepticamente e estocado por 30 dias, situou-se entre “desgostei ligeiramente” e “nem gostei nem desgostei”, conforme ilustra a Figura 3. Portanto estabeleceu-se como fim da vida-de-prateleira do produto o prazo de 30 dias, sob as condições utilizadas no presente estudo.

3.3.2 - Processo de enchimento a quente

Foram analisados, em cada teste, três parâmetros sensoriais: **aparência**, **aroma** e **impressão global**. Os resultados com as médias de aceitação sensorial para cada parâmetro estão expressos na Tabela 4.

TABELA 4 – Médias das respostas sensoriais dos lotes envasados a quente.

Atributo	Dias de estocagem					MDS
	0	15	30	45	60	
Aparência	6,7 ^a	6,5 ^a	7,2 ^a	6,4 ^a	5,8 ^a	1,1
Aroma	6,3 ^a	6,5 ^a	6,6 ^a	6,8 ^a	6,6 ^a	0,62
Impressão Global	6,6 ^a	6,3 ^a	6,2 ^a	6,1 ^a	6,0 ^a	0,81

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a $p \leq 0,5$.

De acordo com a análise de variância (ANOVA), não foi observada diferença significativa de aceitação entre as amostras estocadas à temperatura ambiente frente àquelas congeladas no dia do processo.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas de aceitação sensorial entre as amostras, pôde-se verificar que as amostras estocadas tiveram menores índices de aprovação em função do tempo de estocagem, conforme ilustra a Figura 4.

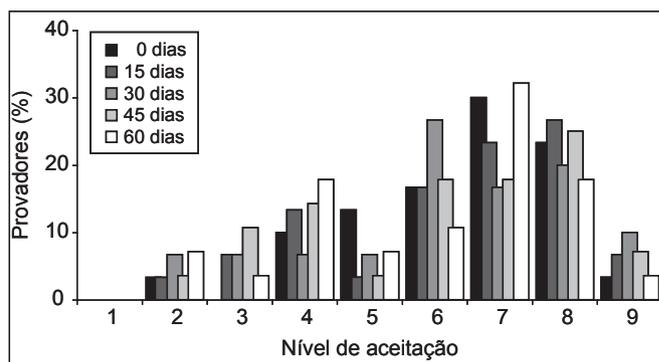


FIGURA 4 – Nível de aceitação sensorial para o atributo **impressão global** para o lote do caldo de cana envasado a quente.

A amostra estocada por 15 dias apresentou 57% de aprovação para o atributo **impressão global**, já, quando estocada por 30 dias, obteve 46,7%. Com 60 dias, a amostra foi aprovada apenas por 46,4% dos provadores.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o caldo-de-cana processado e envasado a quente apresentou estabilidade sensorial e físico-química de 60 dias, nos quais não foram observadas diferenças estatisticamente significativas de aceitação sensorial entre os atributos avaliados. A maior estabilidade do caldo de cana produzido pelo enchimento a quente pode ser devido à maior inativação das enzimas presentes no caldo *in natura*.

4 - CONCLUSÕES

De acordo com a análise sensorial durante a estocagem do caldo de cana à temperatura ambiente, verificou-se que o produto envasado assepticamente apresentou-se estável por 30 dias, enquanto que o envasado a quente apresentou-se estável por 60 dias. Todavia, durante o período de estocagem não houve alterações físico-químicas significativas, mas todos os lotes apresentaram um ligeiro aumento do pH, acompanhado de aumento da acidez titulável. Os lotes processados assepticamente apresentaram elevação do pH após 15 dias de estocagem, enquanto o lote envasado a quente apresentou alteração somente após 45 dias.

Desta forma, pôde-se verificar que o envase a quente mostrou-se mais adequado para o processamento de caldo de cana, tanto em termos sensoriais quanto em relação às alterações físico-químicas, ainda com a vantagem de ser um processo mais simples e acessível aos pequenos produtores.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABREU, L. F. **Avaliação de processo de sanificação química de garrafas plásticas para sistemas assépticos**. 2001. 117p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- [2] ABREU, L. F.; FARIA, J. A. F. Evaluation of a system for chemical sterilization of packages. **Packaging Technology and Science**, London, v. 17, n. 1, p. 37-42, 2004.
- [3] AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA. **Diário Oficial da [República Federativa do Brasil]**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=144>>. Acesso em: 04 ago.2003.
- [4] BRAZ, H. Garapa boa deve vir de cana apropriada. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 27 Ago. 2003. Suplemento Agrícola, p. 1-3.
- [5] DRYER, J. M.; DEIBEL, K. E. Canned foods – tests for commercial sterility. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Foods**. 3rd. ed. Washington: American Public Health Association, 1992. Chap. 60, p. 1037-1049.
- [6] FARIA, J. A. F. **Sistema de esterilização de embalagens**. Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Pedido de Patente nº 1427. maio de 2001.
- [7] HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis**. 13th Ed. Washington DC: 1980. p. 1018.
- [8] MAN, C. M. D.; JONES. A. **Shelf Life Evaluation of Foods**. First Ed. London: Chapman & Hall, 1996. p. 321.
- [9] MANO, C. Os produtos campeões de venda num mundo ávido por praticidade. **Revista Exame**, São Paulo, v. 34, n. 13, p. 40-43, jun. 2000.
- [10] MEILGAARD, M.; CIVILLE, B.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 350.
- [11] REUTER, H. Processes for packaging materials sterilization and system requirements. In: REUTER, H. **Aseptic Processing of Foods**. First Ed. Lancaster: Technomic Press, 1993. Chap. 5, p. 155-165.
- [12] SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. Primeira Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. Cap. 9 e 10, p. 73-91.
- [13] SOCCOL, C. R.; SCHWAB, A.; KATAOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 116-125, jul/dez. 1990.
- [14] SOUSA, T. H. **Relatório técnico de certificação de conformidade em sala limpa**. Campinas: AIR CLEAN, 2003. 20p.
- [15] STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. First Ed. Orlando: Academic Press, 1985. 287p.
- [16] STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. v. 2. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 30-51.

6 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro ao projeto do sistema asséptico (1999/00303-4) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida para a realização da tese de mestrado.