**Universidade de São Paulo**
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**

# Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração

**Aline Cristine Garcia de Oliveira**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba**
**2007**

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Aline Cristine Garcia de Oliveira
Bióloga

# Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração

Orientadora:
Profª. Dra. **MARTA HELENA FILLET SPOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba**
**2007**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Oliveira, Aline Cristine Garcia de
Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração / Aline Cristine Garcia de Oliveira. - - Piracicaba, 2007.
105 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar – Produto derivados 2. Processamento de alimento 3. Radiação gama 4. Suco de frutas 5. Tratamento térmico 6. Vida de prateleira I. Título

CDD 664.122

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**

Aos meus pais que sempre acreditaram e me incentivaram para que mais um sonho se tornasse realidade, **DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Profª. Dra. Marta Helena Fillet Spoto pela oportunidade, ensinamentos, orientação e confiança na realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida.

Às amigas do curso de pós-graduação Fabiana Andrea Gobbo Nogueira, Vanessa Daniel Groppo, Daniela Cristiane Ferrari Denardi, Cíntia Fernanda Pedroso Zanão e Ana Carolina Cancelliero pelo apoio, incentivo, sugestões e convívio.

Às técnicas do laboratório de Processamento de Alimentos Roberta Tereza Rizzo e Luciana Kimie Savay da Silva pelo auxílio nas análises físico-químicas e sensoriais.

À técnica do laboratório de Microbiologia de Alimentos Cecília Helena Nogueira pelo auxílio nas análises microbiológicas.

Ao técnico de laboratório do Centro de Energia Nuclear na Agricultura Paulo Cassieri Neto pelo auxílio na irradiação das amostras.

À bibliotecária Beatriz Helena Giongo pelo constante apoio e auxílio nas pesquisas bibliográficas.

À Profª. Dra. Solange Guidolin Canniatti-Brazaca pelos ensinamentos, colaboração nas análises físico-químicas e auxílio na interpretação dos resultados.

Ao Prof. Dr. Claudio Rosa Gallo pela colaboração nas análises microbiológicas e auxílio na interpretação dos resultados.

Ao Prof. Dr. Clovis Wesley Oliveira de Souza pelos ensinamentos científicos, amizade, dedicação e apoio desde a graduação.

À Profª. Dra. Cristina Paiva de Sousa pelos ensinamentos, amizade e colaboração desde a graduação.

**SUMÁRIO**

RESUMO ..... 6
ABSTRACT ..... 7
1 INTRODUÇÃO ..... 8
Referências ..... 10
2 PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES SOBRE O COMÉRCIO DE ALIMENTOS DE RUA E AVALIAÇÃO DO TESTE DE MERCADO DO CALDO DE CANA PROCESSADO E EMBALADO EM SEIS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL ..... 13
Resumo ..... 13
Abstract ..... 14
2.1 Introdução ..... 15
2.2 Material e métodos ..... 20
2.3 Resultados e discussão ..... 20
2.4 Conclusões ..... 26
Referências ..... 26
3 EFEITOS DO PROCESSAMENTO TÉRMICO E DA RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO DE CALDO DE CANA PURO E ADICIONADO DE SUCO DE FRUTAS 30
Resumo ..... 30
Abstract ..... 31
3.1 Introdução ..... 32
3.2 Materiais e métodos ..... 36
3.3 Resultados e discussão ..... 46
3.4 Conclusões ..... 60
Referências ..... 60
4 DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DO CALDO DE CANA ADICIONADO DE SUCO DE LIMÃO SUBMETIDO AO PROCESSAMENTO TÉRMICO E À RADIAÇÃO GAMA ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO ..... 66
Resumo ..... 66
Abstract ..... 67
4.1 Introdução ..... 68
4.2 Materiais e métodos ..... 73
4.3 Resultados e discussão ..... 80
4.4 Conclusões ..... 97
Referências ..... 98
Anexos ..... 103

## RESUMO

**Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração**

O caldo de cana é uma bebida saborosa, energética, não alcoólica que conserva todos os nutrientes presentes na cana-de-açúcar, muito apreciado no Brasil que, se devidamente explorado, pode alcançar um mercado consumidor com proporções ainda maiores. O presente trabalho teve como objetivos avaliar o grau de aceitação do mercado consumidor e a estabilidade do caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, submetido ao processamento térmico (70ºC/ 25 min) e/ ou à radiação gama (2,5 kGy), armazenado em garrafas de polietileno de alta densidade sob refrigeração (5 ± 1ºC). O teste de mercado do caldo de cana processado e embalado foi avaliado através da aplicação de 350 questionários em seis municípios paulistas. A qualidade do caldo de cana foi avaliada através dos parâmetros: microbiológicos (contagem de aeróbios psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes), físico-químicos (pH, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, *ratio* e atividade da polifenoloxidase) e sensoriais (teste hedônico). Foi determinada a composição centesimal das bebidas elaboradas analisando-se: umidade, valor calórico, carboidratos totais, açúcares totais e redutores, extrato etéreo, proteínas, teor de ácido ascórbico, cinza e minerais. A vida útil foi determinada a cada 7 dias analisando o produto armazenado sob refrigeração durante 42 dias. Os resultados foram avaliados através de análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Entre as 350 pessoas entrevistadas, mais da metade interessa-se e preocupa-se com a segurança de sua alimentação habitual e rotineira e apresenta receio em se alimentar em comércio de alimentos de rua. Os lanches foram os alimentos citados como os rotineiramente consumidos, seguidos pelo caldo de cana e pastel. Entre os entrevistados, 80% mencionaram apreciar caldo de cana, não havendo correlação entre idade e escolaridade e a preferência pela forma de consumo foi com adição de suco de limão. Cerca de 55% dos entrevistados mencionaram que consumiriam com maior freqüência o caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas, processado e embalado. Os processamentos aplicados ao caldo de cana não alteraram significativamente o aroma e o sabor da bebida. O teste sensorial para a escolha das melhores concentrações de suco de frutas a ser adicionado ao caldo de cana elegeu a adição de 4% de suco de limão e 10% de suco de abacaxi. A adição dos sucos de frutas ao caldo de cana nas concentrações propostas não alterou sua composição centesimal. No entanto, a adição do suco de abacaxi ao caldo de cana incrementou significativamente o teor de manganês e o de açúcares redutores quando comparado com o caldo de cana puro e adicionado de suco de limão. Considerando os resultados do teste de mercado, elegeu-se o caldo de cana adicionado de suco de limão como o preferido entre os provadores para a análise da vida útil do produto. As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e suco de limão submetidas à irradiação, pasteurização combinada com radiação e pasteurização mantiveram qualidade microbiológica, físico-química e sensorial satisfatória durante os períodos de 28, 35 e 42 dias, respectivamente, após o processamento. O tratamento térmico isolado foi considerado a melhor forma de conservação da bebida.

Palavras-chave: Caldo de cana, Radiação gama, Suco de frutas, Vida útil, Tratamento térmico.

## ABSTRACT

**Heat treatment and gamma radiation effects on the physical-chemical, microbiological and sensory stability of pure sugarcane juice or added with fruit juices, stored under refrigeration**

Sugarcane juice is a taste drink, energetic, no alcoholic that conserves all the nutrients in cane sugar. It was very appreciated by the Brazilian population and its production has been shown to be a highly lucrative business. This research had the following objectives: evaluate the acceptance of the consuming market and the stability of pure sugarcane juice or added with natural fruit juices, submitted of heat treatment (70ºC/ 25 min) and/ or gamma radiation (2,5 kGy) and stored in high density polyethylene bottles, under refrigeration (5 ± 1ºC). Sugarcane juice market test was evaluated through the application of 350 questionnaires on six São Paulo cities. Sugarcane juice stability was evaluated through microbiological (psicrothrophic count, lactic bacteria and yeasts and molds count), physical-chemical (pH, color, titratable acidity, soluble solids, ratio and polyphenoloxidase activity) and sensory (hedonic test) parameters. Centesimal composition was determined analyzing: humidity, caloric value, total carbohydrates, total and reducing sugars, lipids, proteins, ascorbic acid, ash and minerals. Sugarcane juice shelf life period was determinate ever 7 days over a period of 42 days stored under refrigeration. The data were submitted to the variance analysis and compared by Tukey´s test ($p<0,05$). Among the 350 interviewed people, more of the half one is interested about its habitual food safe and care about street foods. Sandwiches had been cited foods as routinely consumed, followed for the sugarcane juice and “pastel”. Among the interviewed ones, 80% had mentioned to appreciate sugarcane juice. It had not correlation between age and school age and the preference for the consumption form was with lemon juice addition. About 55% of the interviewed ones had mentioned that would more frequently consume sugarcane juice processed and packed. Sugarcane juice processament didn’t modify the flavor and taste of the drink. It was concluded from the sensory analyses that the best mixture was that formulated with sugarcane juice and 4% of lemon juice as well as 10% of pineapple juice. Sugarcane juice centesimal composition wasn’t altered by fruit juice concentration addition. However, sugarcane juice added with 10% pineapple juice incremented manganese and reducing sugars when compared with pure sugarcane juice and added with 4% lemon juice. The market test prefered mixture was shown to be that containing sugarcane juice and natural lemon juice for evaluation the shelf life. Sugarcane juice added with 4% of lemon juice submitted to gamma radiation, heat treatment combinated with gamma radiation and heat treatment remaining satisfactory microbiological, sensory and physical-chemical characteristics until 28, 35 and 42 days respectively, after processing. These results indicated that the heat treatment was effective for sugarcane juice preservation.

Key-words: Sugarcane juice, Gamma radiation, Fruit juice, Shelf-life, Heat treatment.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, pertencente ao gênero *Saccharum*, constitui-se em uma das gramíneas de maior área cultivada nas regiões tropicais e subtropicais, gerando significativa contribuição sócio-econômica. A lavoura da cana-de-açúcar foi a primeira a ser instalada no Brasil, ainda na primeira metade do século XVI, tendo seu cultivo ampliado da faixa litorânea para o interior. No Brasil, constitui-se como matéria-prima básica para as agroindústrias do açúcar, do álcool etílico e das aguardentes (CESAR; SILVA, 1993; STUPIELLO, 1987).

A cana-de-açúcar é uma matéria-prima de grande versatilidade e viabilidade econômica; seu êxito produtivo justifica-se pela fácil adaptação ao clima e solo brasileiros, sendo cultivada em todo território nacional (DEMATTÊ, 2004). A produção brasileira de cana-de-açúcar em 2006/ 2007 está estimada em 469,8 milhões de toneladas, superando em 8,9% a safra anterior, caracterizando essa cultura como uma das principais atividades econômicas do país, tanto em termos de balança comercial, como de geração de empregos. Desse total, 423,4 milhões de toneladas de cana serão destinados à indústria sucroalcooleira, sendo 237,1 milhões para a produção de açúcar e 186,3 milhões para a industrialização de álcool. O restante da produção será destinado a outros fins, como a fabricação de cachaça, rum, vodka, rapadura, caldo de cana e ração animal (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2006).

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética, muito popular no Brasil sendo consumido por pessoas de todas as idades e classes sociais, especialmente nos períodos mais quentes do ano. É obtido por extração em moendas elétricas ou manuais, coado em peneiras metálicas ou plásticas e servido com gelo, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas ácidas. A bebida é comercializada em vias públicas, parques, praças e feiras por vendedores denominados de garapeiros (LUBATTI, 1999; SOCCOL; SCHWAB; KATSOKA, 1990).

O crescimento do setor de bebidas, baseado tanto no aumento do volume de produção quanto no aumento do consumo *per capita*, tem despertado o interesse da indústria de bebidas para a produção de novos tipos de produtos e diversificação nas formas de consumo. Apenas na década de 90, o consumo *per capita* das principais categorias de bebidas aumentou em 31,9% frente a um aumento de 20,5% da população brasileira neste mesmo período. De 1999 para 2003, o movimento do setor consolidou-se com um aumento do consumo *per capita* de 12,4% frente a

um aumento de 4,71% da população neste mesmo período (CIPOLLA; NEVES; AMARAL, 2002).

O hábito do consumo de sucos de frutas processados está aumentando, motivado pela praticidade oferecida por esses produtos, aliada à falta de tempo da população em preparar sucos *in natura* e também devido ao seu valor nutritivo quando comparado às bebidas carbonatadas e à tendência do consumo de alimentos mais saudáveis (MATSUURA; ROLIM, 2002).

O mercado brasileiro de suco de frutas industrializado foi o que mais cresceu na categoria de bebidas não-alcoólicas no país, apresentando aumento de 20,7% no período de 1994 a 2000. Nesse setor, nota-se tendência de aumento da demanda por suco pasteurizado embalado. Embora esteja em expansão, esse segmento representa apenas 1,7% das bebidas não alcoólicas, enquanto os refrigerantes correspondem a 86,2% do mercado total consumidor (LABRUNA, 2001).

No Brasil, o segmento de sucos prontos para beber movimentou 130 milhões de litros em 2001, equivalente a 320 milhões de reais (ARAÚJO, 2002). Em 2004, o mercado de sucos prontos no Brasil apresentou crescimento de 15,5%, movimentando 350 milhões de litros, o equivalente a 900 milhões de reais, atingindo proporções maiores do que o de refrigerantes, cujo aumento foi de apenas 6,54%. Esse fato explica o ingresso e o aumento do investimento de empresas nacionais e multinacionais em instalações e desenvolvimento de novos produtos para o setor (MONTEIRO, 2006).

O Brasil, apesar da diversidade na produção de frutas, não apresenta tradição no consumo de suco de frutas industrializado quando comparado a outros países. O consumo *per capita* anual brasileiro é de 1,95 litros, inferior ao dos Estados Unidos (45 litros), Alemanha (23 litros) e Chile (5 litros) (ESPERANCINI, 2005). Os apelos de mercado relacionados às bebidas saudáveis e funcionais em relação aos produtos concorrentes, aliados às mudanças de hábitos do consumidor que busca conveniência de uso, vêm propiciando o crescimento do consumo de sucos de frutas prontos para beber, com o aumento da demanda do mercado em crescimento a cada ano (MONTEIRO, 2006; SIMARELLI, 2006).

O mercado mundial de sucos de frutas industrializados apresenta média de crescimento anual ao redor de 5% e os principais mercados para o produto são os Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França e Rússia. Em mercados consolidados, a indústria vem desenvolvendo novas variedades de produtos, buscando difundir novos hábitos para expandir o consumo entre a população (BRASIL, 2005).

Os países asiáticos, árabes, do leste europeu e os da América Latina são os mercados prioritários para o crescimento da exportação brasileira de frutas e sucos (BRAZILIAN FRUIT, 2006). Nos países asiáticos, o consumo de sucos supera o de refrigerantes. Os países do leste Europeu não produzem as mesmas frutas que o Brasil, atendendo ao princípio da complementaridade nas relações comerciais com frutas. Os países árabes são também considerados um mercado alvo das exportações brasileiras de frutas e sucos, pois apresentam como grande atrativo o não consumo de álcool, constituindo, portanto, um mercado potencial para o suco. Os países da América Latina apresentam o mercado de comércio de frutos e derivados em potencial crescimento, especialmente pela facilidade de distribuição dos produtos (ALMEIDA, 2004).

Em razão de o Brasil ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e do grande potencial mercadológico dos sucos de frutas industrializados, o consumo de caldo de cana poderia ser melhor explorado se o seu grau de conveniência e qualidade higiênico-sanitária fosse ampliado aos consumidores, ou seja, se ele pudesse ser comercializado processado, embalado, pronto para o consumo, facilitando sua utilização em redes de alimentação e aumentando sua vida útil.

O presente trabalho teve como objetivos descrever a aceitação comercial do caldo de cana processado e embalado; desenvolvimento de processo para a industrialização do caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, submetido ao tratamento térmico e/ ou à radiação gama, armazenado sob refrigeração e determinação da vida útil dos melhores tratamentos obtidos pelo processo de industrialização.

**Referências**

ALMEIDA, C.O. Agronegócio citrícola no Brasil. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.6, n.3, p.27-33, 2004.

ARAÚJO, L. Sucos: um mercado em franco crescimento. **Brasil Alimentos**, São Paulo, n.12, p.18-21, 2002.

BRAZILIAN FRUIT. **Brasil quer competir com grandes fornecedores de frutas internacionais**. Disponível em: <http://www.brazilianfruit.org.br>. Acesso em: 20 maio 2006.

CESAR, M.A.A.; SILVA, F.C. **A cana-de-açúcar como matéria prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: ESALQ/ Depto. de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, 1993. 107p.

CIPOLLA, L.E.; NEVES, M.F.; AMARAL, T.M. Mercado brasileiro de alimentos líquidos nos anos noventa e perspectivas futuras. **Laranja**, Cordeirópolis, v.23, n.2, p.271-280, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Safra de cana-de-açúcar 2006/2007**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br download/safra/Primeiro_Levantamento_ Cana_2006-07_maio06.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2006.

DEMATTÊ, J.L.I. Modernizada, canicultura é líder em produção. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n.1, p.60-67, 2004.

ESPERANCINI, M.S.T. Mercado brasileiro de bebidas. In: FILHO VENTURINI, W.G. **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgar Blucher, 2005. cap.2, p.21-49.

LABRUNA, J.C. Sucos prontos matam a sede do mercado. **Engarrafador Moderno**, São Paulo, n.84, p.34-38, 2001.

LUBATTI, M.R.S. Vendedor ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n.7, p.1-2, 1999.

MATSUURA, F.C.A.U.; ROLIM, R.B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.138-141, 2002.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior. **Mercado mundial de suco de frutas industrializados**. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ sdp/proAcao/forCompetitividade/impZonLivComercio/Resumo.pdf>. Acesso em: 17 set. 2005.

MONTEIRO, S. Fruta para beber. **Frutas e Derivados**, São Paulo, v.1, n.1, p.28-31, 2006.

SIMARELLI, M. Frutas do Brasil. **Frutas e Derivados**, São Paulo, v.1, n.1, p.15-27, 2006.

SOCCOL, C.R.; SCHWAB, A.; KATSOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.8, n.2, p.116-125, 1990.

STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.761-804.

# 2 PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES SOBRE O COMÉRCIO DE ALIMENTOS DE RUA E AVALIAÇÃO DO TESTE DE MERCADO DO CALDO DE CANA PROCESSADO E EMBALADO EM SEIS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL


## Resumo

O caldo de cana é uma bebida popularmente conhecida, muito apreciada no Brasil, devido às suas características de refrescância e sabor doce, comercializado por vendedores denominados de garapeiros. O presente trabalho teve como objetivos descrever os hábitos e as preferências alimentares, o conhecimento sobre condições higiênico-sanitárias e doenças veiculadas por alimentos, a opinião sobre os pontos de venda de caldo de cana, a aceitação comercial e a disponibilidade de pagar valores adicionais pelo caldo de cana processado e embalado através da aplicação de 350 questionários nos municípios paulistas de São Carlos, Rio Claro, Piracicaba, Sumaré, Campinas e São Paulo. Entre os entrevistados, mais da metade considera seu hábito alimentar saudável (51%), interessa-se e preocupa-se com a segurança de sua alimentação habitual e rotineira (59%) e apresenta receio ou preocupação em se alimentar em comércio de alimentos de rua (63%). O preço, conveniência e sabor são os fatores que mais agradam e as condições higiênico-sanitárias as que mais desagradam os consumidores de alimentos em vias públicas. Houve correlação negativa entre o aumento da escolaridade e diminuição do consumo de alimentos comercializados em vias públicas. Não houve correlação entre a faixa etária e consumo de alimentos de rua. Entre os alimentos consumidos rotineiramente pela população, os lanches foram os mais citados, seguidos pelo caldo de cana e pastel. Houve correlação positiva entre o aumento da escolaridade e maior conhecimento sobre doenças veiculadas por alimentos. A totalidade dos entrevistados sem escolarização afirmou desconhecer as doenças veiculadas por alimentos. Entre os entrevistados, 80% mencionaram apreciar caldo de cana, não havendo correlação entre idade e escolaridade. A preferência pela forma de consumo foi com adição de suco de limão, seguido de caldo de cana puro e adicionado de suco de abacaxi. Mais da metade dos entrevistados (55%) mencionou que consumiria o caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas, processado e embalado, com maior freqüência e a disponibilidade média de pagar a mais por 300 ml de caldo de cana processado em condições que o classifique como seguro para consumo foi de R$ 0,54. Houve correlação positiva entre o aumento da escolaridade e o aumento da disponibilidade em pagar, evidenciando que o produto teria boa aceitação comercial.


Palavras-chave: Caldo de cana, Suco de fruta, Teste de mercado, Alimentos de rua.

**Abstract**

Sugarcane juice is a popular beverage, highly appreciated by the Brazilian population. The refreshing characteristics and sweet flavor contribute for this. The sugarcane juice is normally marketed at public roads. The aim of this study was to describe food habits and preferences, to know about the knowledge on hygienic-sanitary conditions and food borne diseases, the opinion about sugarcane juice sells points, the commercial acceptance and the availability to pay add values for the processed and packed sugarcane juice through the application of 350 questionnaires on São Paulo cities: São Carlos, Rio Claro, Piracicaba, Sumaré, Campinas and São Paulo. Among the 350 interviewed people, more of the half one said that had food safety habits (51%), were interested in its habitual food safety (59%) and care about street foods (63%). Price, convenience and taste were factors that like and hygienic-sanitary conditions that dislike consumer's street foods. It had negative correlation between the increase of school age and street food consumption. It had not correlation between age and street food consumption. Snacks had been cited as foods as routinely consumed, followed by the sugarcane juice and "pastel". It had positive correlation between increase school age and known about food borne diseases. All the interviewed ones without school age affirmed to be unaware of food borne diseases. Among the interviewed ones, 80% had mentioned to appreciate sugarcane juice. It had not correlation between age and school age and the preference for the consumption form was with lemon juice addition, followed the pure sugarcane juice and pineapple juice addition. About 55% of the interviewed ones had mentioned that they would frequently consume more sugarcane juice processed and packed. The average availability to pay more for 300 ml of sugarcane juice processed in conditions that classify it as safe for consumption was of R$ 0,54 cents. This observation had positive correlation it between the increase of school age and the availability in paying, evidencing that the beverage would have good commercial acceptance.

Key-words: Sugarcane juice, Fruit juice, Market test, Street foods.

## 2.1 Introdução

A importância da alimentação não se restringe ao aspecto nutricional. Entre outros fatores igualmente significativos está a cultura alimentar, através da qual povos e distintos grupos sociais expressam suas identidades por meio da alimentação. Nas Américas, as diferentes expressões de culturas alimentares estão fortemente relacionadas às contribuições das populações que para cá se deslocaram, trazendo hábitos, necessidades, grande variedade de alimentos e temperos que foram incorporadas a uma cultura alimentar anteriormente consolidada (CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - CONSEA, 2004).

O Brasil apresenta culturas alimentares diversas em cada uma de suas regiões com pratos típicos que são verdadeiros marcadores de identidade. Entre os aspectos dessa diversidade podem ser citadas as condições históricas de apropriação e colonização de seu território aliadas à influência de vários povos que se estabeleceram em regiões específicas do país, introduzindo seus hábitos alimentares (CONSEA, 2004).

O padrão alimentar brasileiro teve forte determinação geográfica e temporal, com o pleno domínio, em cada região e época do ano, do consumo de alimentos lá produzidos, na estação em curso. Historicamente, o agronegócio da cana-de-açúcar está vinculado aos processos de ocupação territorial e de desenvolvimento de várias regiões do país, estando os seus produtos fortemente associados à identidade cultural brasileira (SILVA; CESAR; SILVA, 2003).

Com a urbanização do país, valorizou-se cada vez mais a praticidade, a redução do tempo de preparo dos alimentos e facilidade em seu consumo. Os consumidores viram crescer as oportunidades de conhecerem alimentos provenientes de regiões distantes, ampliando suas opções de escolha, acelerando-se o intercâmbio de hábitos alimentares entre as diferentes regiões do país (CONSEA, 2004; YASMEEN, 2001).

Além das transformações no cardápio, houve mudanças profundas na forma de se alimentar, com destaque para os segmentos das populações urbanas que se alimentam fora do domicílio, em *fast foods*, *self-services*, comércio de alimentos de rua, entre outros. O comércio de alimentos de rua, originário da Ásia, da América Latina e da África, apresenta aspectos positivos devido à sua importância socioeconômica, cultural e nutricional, e negativos relacionados às questões higiênico-sanitárias (YASMEEN, 2001).

Em razão das adversidades econômicas brasileiras, o comércio de alimentos de rua apresenta-se como uma das alternativas viáveis de subsistência à população. Esse desenvolvimento comercial, principalmente no ramo da alimentação, deve ser acompanhado pela garantia de qualidade com a finalidade de proporcionar segurança aos produtos alimentícios comercializados em vias públicas (RUSCHEL et al., 2001).

Os alimentos comercializados nas ruas são produtos prontos ou semi-prontos para o consumo, preparados no próprio local de comercialização, situado, prioritariamente, em regiões de grande afluência do público tais como: mercados, pontos de ônibus, escolas, jardins, entrada de hospitais, praças e feiras (BRYAN et al., 1992a; CHAKRAVARTY; CANET, 1996; GARCIA-CRUZ; HOFFMANN; BUENO, 2000). Esse tipo de alimento apresenta vantagens como menor preço, quando comparado com restaurantes, além de conveniência e grande variedade de opções atrativas ao consumidor (WINARNO; ALLAIN, 1991).

O perfil dos consumidores desse tipo de alimento é diversificado, incluindo vários setores da sociedade, que procuram refeições completas, refrescos ou lanches a baixo custo e rapidez no preparo e estão preocupados inicialmente com o preço, a conveniência e o sabor e em seguida com a inocuidade e a qualidade nutricional dos produtos consumidos (CANET; N'DIAYE, 1996; FREESE; ROMERO-ABAL; SOLOMONS, 1998; UMOH; ODOBA, 1999).

Os produtos comercializados diferem de acordo com os países e culturas, podendo assumir grande importância do ponto de vista turístico, pois vários são produtos típicos de uma região, sendo muito procurados e apreciados pelos turistas (RODRIGUES et al., 2003). O consumo de alimentos vendidos nas ruas é um hábito disseminado pelo mundo e, como exemplos, pode-se citar a sardinha na brasa de Portugal, os chás na Índia, os *crepes* na França, *ceviche* no Peru, o cachorro-quente na Guatemala, o *chat* no Paquistão, a carne assada, o caracol frito e a cana-de-açúcar na África. No Brasil, são encontrados vendedores de biju, puxa-puxa, cachorro-quente, pastel, acarajés, tapiocas, churros, coco verde, pamonha, caldo de cana, entre outros (BRYAN et al., 1992b; EKANEM, 1998; FREESE; ROMERO-ABAL; SOLOMONS, 1998; GERMANO; GERMANO, 2000).

O caldo de cana ou garapa é uma bebida energética, não alcoólica, muito apreciada no Brasil, sendo consumida por pessoas de todas as idades e classes sociais. O caldo é obtido por extração em moendas elétricas ou manuais, coado em peneiras metálicas ou plásticas e servido com gelo, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas ácidas, comercializado

por vendedores, denominados de garapeiros, em vias públicas, parques, praças e feiras (LUBATTI, 1999; PRATI; MORETTI; CARDELLO, 2005).

O caldo de cana-de-açúcar, por conter quantidade variável de nutrientes orgânicos e inorgânicos, alta atividade de água, pH variando entre 5,0 e 5,5 e temperatura de 25 a 30ºC, constitui-se em ótimo substrato para o crescimento de uma grande diversidade microbiana (GALLO; CANHOS, 1991). No caldo extraído da cana, os microrganismos podem ser originados não só da própria cana como também de focos de contaminação nas moendas e outros utensílios utilizados durante a preparação da bebida (SILVA; CANHOS, 1990). Os manipuladores de alimentos assumem também importante papel ao atuarem como fonte de disseminação de microrganismos patogênicos (VANZO; AZEVEDO, 2003) sendo um grupo de relevância epidemiológica na transmissão de enteropatógenos (LOURENÇO; UCHOA; BASTOS, 2002).

Na literatura brasileira existe escasso volume de pesquisas que avaliam o comércio de caldo de cana. Soccol; Schwab e Katsoka (1990) analisaram 100 amostras da bebida adicionadas ou não de suco de limão, provenientes de 50 pontos de venda na cidade de Curitiba–PR. Os autores verificaram que 78% dos estabelecimentos mostraram-se em desacordo com as especificações legais vigentes na época devido às amostras apresentarem contagens de coliformes fecais acima de 10/ ml, limite máximo permitido pela Portaria nº 01, de 28 de janeiro de 1987. Foi observado também que a alteração do pH do caldo de cana pela adição de suco de limão ocasionou diminuição da presença de coliformes fecais.

Kitoko et al. (2004) avaliaram a qualidade microbiológica de amostras de caldo de cana comercializadas em 50 estabelecimentos de Vitória–ES e constataram que 96% desses apresentaram-se em desacordo com os padrões legais vigentes pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, revelando a existência de condições higiênico-sanitárias deficientes no processo de obtenção do caldo de cana comercializado. Esses autores verificaram que o Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais variou entre 4,3 x $10^1$/ ml e 2,4 x $10^4$/ ml e a contagem de fungos filamentosos e leveduriformes variou de 1,6 x $10^5$ a 7,6 x $10^6$ UFC/ ml. O gelo utilizado para resfriar a bebida foi analisado microbiologicamente em 25 pontos de venda e verificou-se que o NMP/ 100 ml de coliformes fecais variou entre 1,1 e 79, sugerindo que o gelo contribuiu para os altos níveis de contaminação do caldo resfriado, porém não se constituiu no principal foco da contaminação, visto que o NMP encontrado no gelo foi relativamente baixo.

Oliveira et al. (2006b) avaliaram 24 pontos de venda de caldo de cana na cidade de São Carlos–SP e constataram que 25% das amostras analisadas revelaram-se em condições sanitárias insatisfatórias para consumo humano por apresentarem níveis de coliformes termo-tolerantes a 45ºC acima do limite máximo permitido pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Entre as amostras de caldo de cana analisadas não foi detectada a presença de *Salmonella* sp nem de parasitos. Os autores detectaram a presença de coliformes termo-tolerantes a 45ºC em 31% das amostras da microbiota da superfície das mãos dos vendedores participantes da pesquisa.

Na literatura são registrados alguns relatos referentes à toxinfecções alimentares envolvendo o caldo de cana. Em 1981, na Índia, uma epidemia de cólera foi atribuída ao consumo de caldo de cana com gelo contaminado. Em 1991, em Catolé do Rocha-PB, foram descritos 26 casos agudos de doença de Chagas provocados pela ingestão do caldo de cana contaminado por dejetos do barbeiro que continham o *Trypanosoma cruzi* (SHIKANAI-YASUDA; MARCONDES; GUEDES, 1991). Em 2005, a ingestão do caldo de cana comercializado em Navegantes-SC foi associada novamente a surto de doença de Chagas, ocasionando cinco óbitos (IANNI; MADY, 2005).

Oliveira et al. (2006a) avaliaram 70 pontos de venda de caldo de cana em seis municípios paulistas (Piracicaba, São Carlos, Rio Claro, Sumaré, Águas de São Pedro, São Paulo) através da aplicação de questionários aos garapeiros e observações nos locais de venda. Observou-se que o grupo de vendedores era formado majoritariamente por homens com escolaridade predominante do ensino fundamental e tempo de atuação na profissão variado. A maioria dos profissionais fabrica o gelo utilizado em casa com água proveniente da rede de abastecimento, promove a limpeza das mãos e das moendas apenas com água, utiliza copos descartáveis para a comercialização da bebida e tem remuneração mensal superior a um salário mínimo. Mais da metade dos entrevistados (54%) alegou desconhecer as doenças veiculadas por alimentos e a totalidade dos garapeiros afirmou ter interesse em receber orientações sobre práticas higiênico-sanitárias de manipulação de alimentos.

A deficiente capacitação profissional observada entre a maioria dos manipuladores, dedicados em muitas ocasiões a executar múltiplas tarefas, tais como: extração do produto comercializado, manipulação do dinheiro e remoção do lixo, aliado ao desconhecimento sobre práticas higiênico-sanitárias adequadas, indisponibilidade de infra-estrutura como rede de

abastecimento de água e energia elétrica, foram considerados fatores de risco para a contaminação do caldo de cana (OLIVEIRA et al., 2006a).

De acordo com a Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005, que dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais, incluindo o caldo de cana (BRASIL, 2005), os pontos de venda de garapa devem passar por adaptações no tocante a vários aspectos, com vistas a manter as boas práticas necessárias para a comercialização da bebida em condições que assegurem sua qualidade (OLIVEIRA et al., 2006a).

O caldo de cana é muito popular na Malásia sendo comercializado no país em estabelecimentos diversos, desde restaurantes simples de beira de estrada até restaurantes de hotéis de alta classe. Tal fato revela a lucratividade da produção de caldo de cana e a importância do desenvolvimento de processos que possam promover e assegurar a qualidade do produto durante seu armazenamento, estimulando o desenvolvimento de agroindústrias já existentes bem como a implantação de outras micro-empresas do ramo (QUDSIEH et al., 2002; YUSOF; SHIAN; OSMAN, 2000).

O desenvolvimento de produtos envolve uma seqüência de esforços técnico-científicos como a coleta de informações, o processamento e a utilização dos resultados na tomada de decisões para o sucesso do produto aliados à otimização de fatores como rapidez, qualidade e custo. A utilização correta de técnicas de pesquisa de mercado pode auxiliar a tarefa de desenvolver produtos, atuando como um mecanismo de captação das necessidades dos clientes, monitoramento de seus hábitos e atitudes e de avaliação de conceitos, protótipos e produtos (POLIGNANO; DRUMOND, 2006).

Os objetivos do estudo foram descrever os hábitos e as preferências alimentares, o conhecimento sobre condições higiênico-sanitárias e doenças veiculadas por alimentos, a opinião sobre os pontos de venda de caldo de cana, a aceitação comercial e a disponibilidade de pagar valores adicionais pelo caldo de cana processado e embalado em seis municípios paulistas: São Carlos, Piracicaba, Rio Claro, Sumaré, São Paulo e Campinas.

## 2.2 Material e métodos

Foram obtidas informações junto a 350 indivíduos em seis municípios paulistas: São Carlos (*n* = 58), Rio Claro (*n* = 58), Piracicaba (*n* = 60), Sumaré (*n* = 58), Campinas (*n* = 58) e São Paulo (*n* = 58) coletadas por meio de aplicação de questionários previamente estruturados com questões objetivas e dissertativas (Anexo A). Os questionários foram aplicados em diversos locais de cada município como: praças, feiras, rodoviárias, próximo às escolas e preenchidos pelo entrevistador. Tal procedimento visou à caracterização dos entrevistados no tocante ao estágio de vida, gênero, escolaridade, hábitos e preferências alimentares, conhecimentos sobre condições higiênico-sanitárias e doenças veiculadas por alimentos, opinião sobre os pontos de venda de caldo de cana, aceitação comercial e disponibilidade de pagar valores adicionais pelo caldo de cana processado e embalado. Foram construídos bancos de dados com auxílio do *software* Microsoft® Excell. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando comparações dois a dois, através do teste F ao nível de significância de 5% e ao teste de correlação linear de Pearson, utilizando o coeficiente (r) para avaliar o nível de correlação entre as variáveis ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

## 2.3 Resultados e discussão

Foram entrevistadas 350 pessoas, sendo 168 do sexo masculino, na faixa etária entre 11 e 75 anos e 182 do sexo feminino, com idade entre 14 e 71 anos. A escolaridade dos entrevistados variou de sem escolarização 4% (*n* = 15) até pós-graduado 9% (*n* = 33) (Figura 2.1).

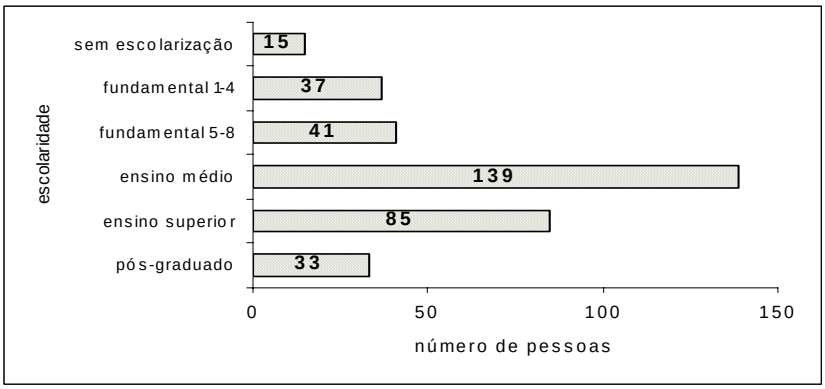



Figura 2.1 – Escolaridade das 350 pessoas entrevistadas em municípios paulistas

Entre as pessoas entrevistadas: 5% (*n* = 16) consideram seu hábito alimentar muito saudável; 51% (*n* = 179) saudável; 27% (*n* = 96) pouco saudável; 3% (*n* = 12) muito pouco saudável e 14% (*n* = 47) declararam ser indiferentes. No tocante ao interesse e à preocupação com a segurança de sua alimentação habitual e rotineira: 59% (*n* = 205) dos entrevistados manifestaram essa questão; 34% (*n* = 121) declararam às vezes preocupar-se e, apenas 7% (*n* = 24) mencionaram não se interessar nem se preocupar com a segurança de sua alimentação. Houve correlação positiva ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) entre o interesse e a preocupação com a segurança alimentar e o aumento do nível educacional ($p = 0,00001$; $r = 0,99$) e entre aumento da idade e maior interesse e preocupação com a segurança alimentar ($p = 0,02$; $r = 0,80$).

Spers (1998) avaliando a preferência do consumidor por atributos de qualidade em relação às variáveis sócio-econômicas observou que o interesse pela segurança alimentar é proporcional ao aumento da idade, renda e nível educacional. No Brasil, onde os índices de expectativa de vida aumentam juntamente com a renda *per capita* da população e o grau de instrução, o interesse e, conseqüentemente, a demanda por atributos de segurança também deverá ser maior.

Em relação à freqüência de aquisição e consumo de alimentos provenientes de comércio de rua: 3% (*n* = 10) dos entrevistados mencionaram alimentar-se todos os dias nesse tipo de comércio; 18% (*n* = 64) alimentam-se de uma a quatro vezes por semana; 62% (*n* = 216) pelo menos uma vez por mês; 11% (*n* = 38) raramente (pelo menos uma vez ao ano) e 6% (*n* = 22) dos entrevistados mencionaram nunca consumir produtos nesse tipo de comércio. Houve correlação negativa ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) entre aumento da escolaridade e diminuição da freqüência de aquisição e do consumo de alimentos comercializados em vias públicas ($p = 0,04$; $r = -0,81$). Não foi observada correlação entre a idade e consumo de alimentos de rua ($p = 0,51$).

Quando questionados se teriam algum receio ou preocupação em se alimentar ingerindo os produtos do comércio de rua; 63% (*n* = 221) dos entrevistados mencionaram ter receio; 25% (*n* = 86) às vezes e 12% (*n* = 43) informaram não apresentar nenhum receio em consumir alimentos provenientes desses estabelecimentos. Entre os principais fatores citados pelas pessoas com receio foram: condições de higiene do estabelecimento; ambiente precário de preparação; desconhecimento da procedência das matérias-primas; manipulação de alimentos de forma inadequada; receio em adquirir toxi-infecções alimentares; falta de energia elétrica e rede de abastecimento de água; armazenamento de alimentos de forma inadequada; manipulação de

dinheiro e alimentos sem higienização das mãos pelos vendedores; uso de matérias-primas fora do prazo de validade ou reutilizadas, questionamento sobre a potabilidade da água utilizada na preparação do gelo; alimento nutricionalmente inadequado; falta de fiscalização sanitária e de treinamento dos manipuladores.

Quando indagados sobre os fatores que agradam, desagradam ou o caso de serem indiferentes em relação ao comércio de alimentos em vias públicas: 67% (*n* = 233) dos entrevistados mencionaram o preço; 65% (*n* = 228) a conveniência e 68% (*n* = 237) o sabor como fatores atrativos e que agradam na aquisição desse tipo de alimento. Cerca de 68% (*n* = 237) registraram que as condições higiênico-sanitárias desagradam na aquisição de alimentos no comércio de rua e 18% (*n* = 63) declararam-se indiferentes a esse fator de avaliação (Figura 2.2).

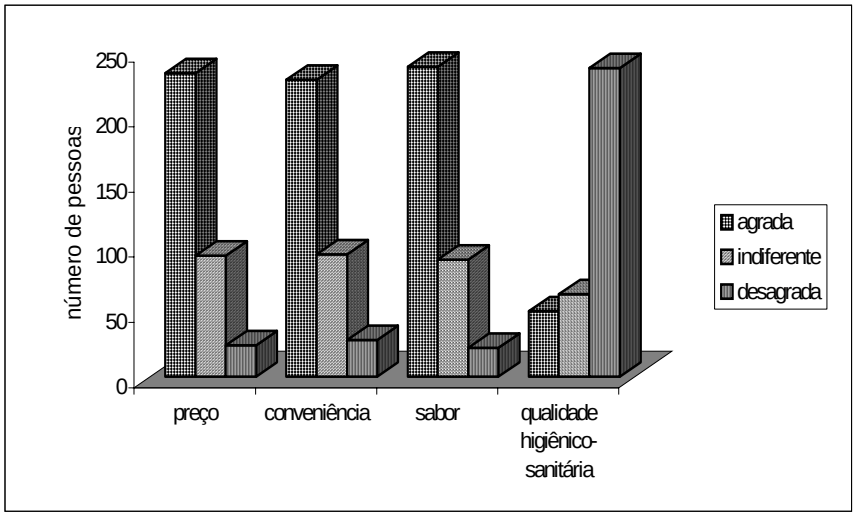



Figura 2.2 – Fatores relativos à opinião dos consumidores entrevistados quanto ao comércio de alimentos de rua em seis municípios paulistas

Dentre os entrevistados: 40% (*n* = 140) mencionaram não ter nenhum tipo de conhecimento sobre o rol das doenças veiculadas por alimentos (DVA); 38% (*n* = 134) disseram conhecer um pouco sobre o assunto, mas não souberam mencionar qualquer tipo de doença, agente etiológico ou formas de contaminação ou prevenção; e apenas 22% (*n* = 76) disseram conhecer sobre DVA e mencionaram, principalmente, salmonelose, doença de Chagas, botulismo, hepatite, cólera, giardíase, amebíase, cisticercose, teníase, esquistossomose e, como sintoma, a diarréia. Foi observado correlação positiva ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) entre o aumento da escolaridade e maior conhecimento sobre doenças veiculadas por alimentos (p

= 0,003; r = 0,95). Dentre os entrevistados sem escolarização, 100% deles afirmaram desconhecer doenças veiculadas por alimentos (Figura 2.3).

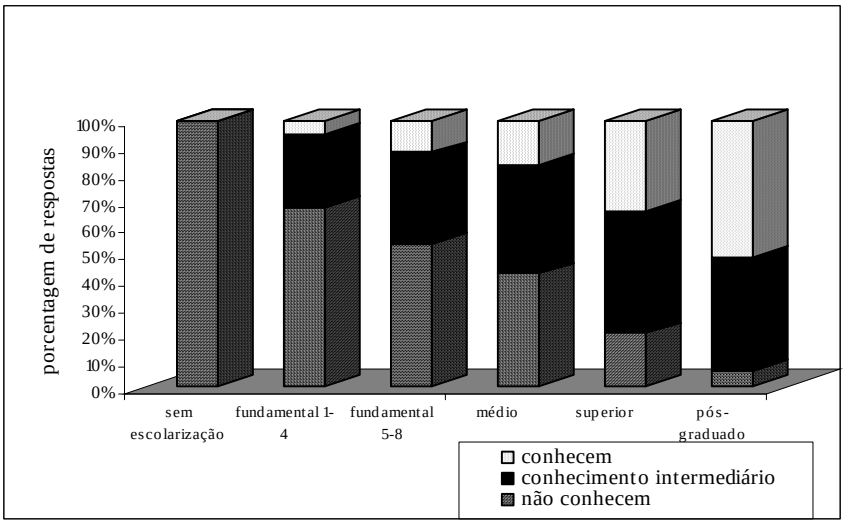



Figura 2.3 – Relação entre escolaridade e conhecimento sobre doenças veiculadas por alimentos entre as 350 pessoas entrevistadas

Entre os alimentos consumidos rotineiramente pelos entrevistados no comércio de rua estão: os lanches (*n* = 181) e dentro dessa categoria, o cachorro-quente foi o mais citado (*n* = 80); caldo de cana (*n* = 112), pastel (*n* = 107), salgados fritos e assados (*n* = 80), produtos industrializados (*n* = 52) como refrigerantes, sorvetes e balas, água de coco (*n* = 28), churros (*n* = 25), sucos (*n* = 15), pipoca (*n* = 13), pamonha (*n* = 13), tapioca (*n* = 12), espetinho de carne (*n* = 10), espetinho de frango (*n* = 7), curau (*n* = 6), milho verde (*n* = 5), frutas processadas (*n* = 4), castanhas (*n* = 1) e raspadinha (*n* = 1), sendo que um entrevistado pode ter citado mais de um tipo de alimento.

Os lanches foram mencionados por mais da metade dos entrevistados. Considerando que o preparo desse alimento envolve manuseio excessivo sob condições higiênicas precárias, armazenamento inadequado das matérias-primas com dificuldades de manutenção de temperaturas de refrigeração, indisponibilidade de sistema de abastecimento de água tratada e de sanitários, além do preparo por pessoas sem qualquer capacitação e conhecimentos para manipulação correta de alimentos, ficam evidentes os riscos para a saúde dos consumidores (CATANOZI; MORELHÃO; IURCIC, 1999).

Na presente pesquisa, 80% (*n* = 280) dos entrevistados mencionaram gostar de caldo de cana, não havendo correlação ao nível de significância de 5% entre apreciar caldo de cana e a idade (p = 0,24) e a escolaridade dos entrevistados (p = 0,12). A preferência pela forma de consumo foi com adição de suco de frutas na bebida com 61% (*n* = 170). O suco de limão foi citado por 125 pessoas, o de abacaxi por 90, o de maracujá por 17, o de caju por 5 e o de laranja por 3, sendo que um entrevistado pode ter mencionado mais de um suco de fruta. A forma pura também apresenta grande aceitação entre os consumidores, correspondendo a 39% (*n* = 110) da preferência dos entrevistados.

Quanto à freqüência de consumo de caldo de cana: 3% (*n* = 10) mencionaram consumir o produto com elevada assiduidade (pelo menos uma vez por semana); 11% (*n* = 40) consomem freqüentemente (pelo menos uma vez por mês); 40% (*n* = 140) às vezes (pelo menos uma vez a cada seis meses); 28% (*n* = 99) mencionaram consumir muito raramente o produto (pelo menos uma vez por ano) e 18% (*n* = 61) não consomem a bebida.

Dentre os entrevistados, 86% (*n* = 301) mencionaram ter tomado conhecimento da transmissão de doença de Chagas associada ao caldo de cana e desses: 9% (*n* = 27) informaram ter abandonado o consumo do produto; 45% (*n* = 135) mencionaram não ter mudado o hábito de consumo e 46% (*n* = 139) disseram que o fato fez com que consumissem o produto com menor assiduidade.

Quando indagados sobre o consumo e freqüência de aquisição do produto puro ou com misturas de outros sucos, processado e comercializado embalado em supermercados, *shoppings*, restaurantes e lanchonetes; 55% (*n* = 191) dos entrevistados disseram que consumiriam o produto com maior freqüência e apontaram razões como: maior higiene na preparação; atendimento das normas sanitárias; fiscalização; maior praticidade e comodidade para aquisição; facilidade em encontrar o produto; confiança na qualidade do produto; maior segurança e que o produto embalado seria mais atraente. Entre os motivos das pessoas que mencionaram não ter opinião formada a respeito 21% (*n* = 75) ou disseram que consumiriam o produto em menor quantidade 19% (*n* = 65), estão, principalmente, o questionamento sobre o sabor do produto embalado, receio em perder o frescor, perda de identidade do produto, pois mencionaram ser um hábito cultural a forma como a bebida é comercializada, receio em relação ao preço do produto embalado, adição de conservante ou por não ter o hábito de consumir ou não gostarem da bebida.

Os demais entrevistados mencionaram que continuariam consumindo o produto com igual freqüência.

Em relação ao comércio de caldo de cana em vias públicas, mais da metade dos entrevistados 52% (*n* = 183) classificaram como inadequado sob o ponto de vista higiênico-sanitário e da segurança alimentar e mencionaram como razões: a falta de higiene dos manipuladores e do local de preparo, a proximidade do lixo ao local de preparo, presença de moscas e abelhas, equipamentos de moagem visivelmente sujos, cana-de-açúcar armazenada de forma incorreta, exposta ao ambiente, falta de higienização da cana-de-açúcar e das frutas utilizadas, apenas removendo a casca com auxílio de faca, indisponibilidade de rede de abastecimento de água e energia elétrica, dificuldade de higienização de mãos e utensílios, os garapeiros não utilizarem luvas nem máscara bucal, ausência de sanitários e desconhecimento da procedência da matéria-prima e da água utilizada para a fabricação do gelo.

Quando questionados sobre a disponibilidade de pagar valores adicionais pelo caldo de cana processado, comercializado embalado, em condições que o classifique como seguro para consumo, os entrevistados mencionaram que pagariam em média R$ 0,54 (cinqüenta e quatro centavos) a mais por 300 ml do produto, supondo que o custo da bebida sem os referidos atributos no comércio de rua fosse R$ 1,50 (Figura 2.4). Houve correlação positiva ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) entre o aumento da escolaridade e o aumento da disponibilidade de pagar valores adicionais ($p = 0,00004$; $r = 0,99$).

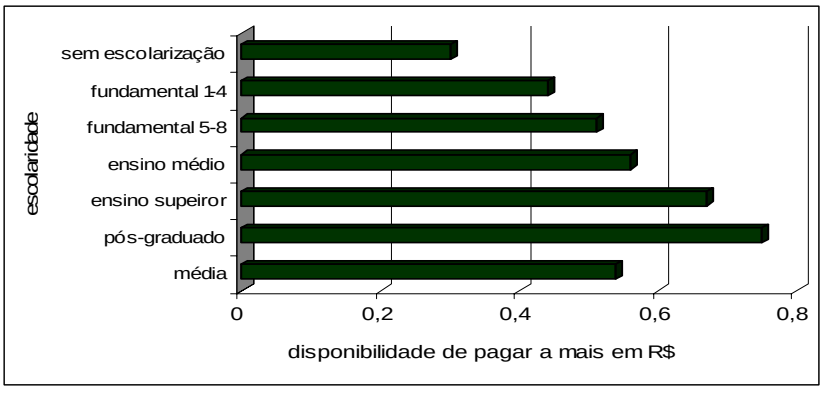



Figura 2.4 – Relação entre disponibilidade de pagar valores adicionais pelo caldo de cana embalado e processado e escolaridade dos entrevistados

## 2.4 Conclusões

Entre as 350 pessoas entrevistadas, mais da metade considera seu hábito alimentar saudável, interessa-se e preocupa-se com a segurança de sua alimentação habitual e rotineira e apresenta receio em se alimentar em comércio de alimentos de rua.

O interesse pela segurança alimentar aumentou com a idade e com o nível educacional dos entrevistados. O preço, conveniência e sabor foram os fatores que mais agradaram e as condições higiênico-sanitárias as que mais desagradaram os consumidores de alimentos em vias públicas.

Foi observada correlação negativa entre aumento da escolaridade e diminuição do consumo de alimentos de rua, indicando que, quanto maior a escolaridade, menor é a freqüência de aquisição e do consumo de alimentos comercializados em vias públicas.

Não foi observada correlação entre idade e consumo de alimentos de rua, evidenciando que pessoas com diversas faixas etárias consomem alimentos comercializados em vias públicas.

Expressiva parcela dos entrevistados mencionou apreciar o caldo de cana e manifestou que consumiria essa bebida embalada em condições higiênico-sanitárias satisfatórias, evidenciando que esse produto, se melhor explorado, poderá apresentar elevado potencial comercial.

## Referências

BRASIL. Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=18094&word> Acesso em: 18 ago. 2005.

BRYAN, F.L.; TEUFEL, P.; RIAZ, S.; ROOHI, S.; QADAR, F.; MALIK, Z.R. Hazards and critical control points of vending operations at a railway station and bus station in Pakistan. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.55, n.7, p.534-541, 1992a.

BRYAN, F.L.; TEUFEL, P.; RIAZ, S.; ROOHI, S.; QADAR, F.; MALIK, Z.R. Hazards and critical control points of street-vended Chat, a regionally popular food in Pakistan. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.55, n.9, p.708-713, 1992b.

CANET, C.; N'DIAYE, C. L'alimentation de rue en Afrique. **Alimentation, Nutrition et Agricultura**, Roma, v.17/18, p.4-13, 1996.

CATANOZI, M.P.L.M.; MORELHÃO, G.G.; IURCIC, K.M. Avaliação microbiológica de lanches vendidos em carrinhos de ambulantes na cidade de Araraquara-SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.13, n.66/67, p.116-121, 1999.

CHAKRAVARTY, I.; CANET, C. Street food in Calcutta. **Food Nutrition and Agriculture**, Roma, v.17/18, p. 30-37, 1996.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. CONSEA. Cultura alimentar. In: _____. **Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional.** Brasília, 2004. p.61-63.

EKANEM, E.O. The street food trade in Africa: safety and socio-environmental issues. **Food Control**, Guildford, v.9, n.4, p.211-215, 1998.

FREESE, E.; ROMERO-ABAL, M.E.; SOLOMONS, N.W. The street food culture of Guatemala city: a case study from downtown, urban park. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v.48, n.2, p.95-103, 1998.

GALLO, C.R.; CANHOS, V.P. Contaminantes bacterianos na fermentação alcoólica – Revisão. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.9, n.4/5, p.35-40, 1991.

GARCIA-CRUZ, C.H.; HOFFMANN, F.L.; BUENO, S.M. Monitoramento microbiológico de lanches vendidos por ambulantes na parte central da cidade de São José do Rio Preto-SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.75, p.48-51, 2000.

GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. Comida de rua: prós e contras. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.77, p.27-33, 2000.

IANNI, B.M.; MADY, C. Como era gostoso o meu caldo de cana... **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.85, n.6, p.379-381, 2005.

KITOKO, P.M.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, M.L.; LOURENÇÃO, M.; AGUIAR, E.F. Avaliação microbiológica do caldo de cana comercializado em Vitória-ES, Brasil. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.18, n.119, p.73-77, 2004.

LOURENÇO, A.E.P.; UCHOA, C.M.A.; BASTOS, O.M.P. Enteroparasitoses em manipuladores de alimentos de hospitais da cidade de Niterói-RJ, Brasil. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.97, p. 16-21, 2002.

LUBATTI, M.R.S. Vendedor ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n.7, p.1-2, 1999.

OLIVEIRA, A.C.G.; NOGUEIRA, F.A.G.; ZANÃO, C.F.P.; SOUZA, C.W.O.; SPOTO, M.H.F. Análise das condições do comércio de caldo de cana em vias públicas de municípios paulistas. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 2006a. No prelo.

OLIVEIRA, A.C.G.; SEIXAS, A.S.S.; SOUSA, C.P.; SOUZA, C.W.O. Microbiological evaluation of sugarcane juice sold at street stands and juice handling conditions in São Carlos, São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.5, p.1111-1114, 2006b.

POLIGNANO, L.A.C.; DRUMOND, F.B. **O papel da pesquisa de mercado durante o desenvolvimento de produtos**. Disponível em: <http://www.ctc.ufsc.br/produto/Produto1/artigos/artigo1.pdf> Acesso em: 01 jun. 2006.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.147-152, 2005.

QUDSIEH, H.Y.M.; YUSOF, S.; OSMAN, A.; RAHMAN, R.A. Effect of maturity on chorophyll, tannin, color and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, p.1615-1618, 2002.

RODRIGUES, K.L.; GOMES, J.P.; CONCEIÇÃO, R.C.S.; BROD, C.S.; CARVALHAL, J.B.; ALEIXO, J.A.G. Condições higiênico-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em Pelotas-RS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.447-452, 2003.

RUSCHEL, C.K.; CARVALHO, H.H.; SOUZA, R.B.; TONDO, E.C. Qualidade microbiológica e físico-química de suco de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre-RS. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 21, n.1, p.94-97, 2001.

SHIKANAI-YASUDA, M.A.; MARCONDES, C.B.; GUEDES, L.A. Possible oral transmission of acute Chagas' disease in Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v.33, p.351-357, 1991.

SILVA, F.C.; CESAR, M.A.A.; SILVA, C.A.B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar**: melado, rapadura e açúcar mascavo. Brasília: Embrapa, 2003. 155p.

SILVA, N.; CANHOS, V.P. Caracterização da microbiota bacteriana contaminante do caldo-de-cana durante a etapa de resfriamento em torre no processo de produção de álcool. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.60-72, 1990.

SOCCOL, C. R.; SCHWAB, A.; KATSOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.8, n.2, p.116-125, 1990.

SPERS, E.E. **Preferência do consumidor por atributos de segurança: aplicação de *Conjoint analysis***. 1998. 108p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

UMOH, V.J.; ODOBA, M.B. Safety and quality evaluation of street foods sold in Zaria, Nigeria. **Food Control**, Guildford, v.10, p.9-14, 1999.

VANZO, S.P.; AZEVEDO, R.V.P. Detecção de *S. aureus* em manipuladores de alimentos – perfil de resistência a antibióticos e quimioterápicos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.17, n.101/105, p.114-123, 2003.

WIRNANO, F.G.; ALLAIN, A. Street food in developing contries lessons from Asia. **Food Nutrition and Agriculture**, Roma, v.1, n.1, p.11-18, 1991.

YASMEEN, G. Workers in the urban "informal" food sector: innovative organizing strategies. **Food Nutrition and Agriculture**, Roma, v.29, p.32-41, 2001.

YUSOF, S.; SHIAN, L.S.; OSMAN, A. Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extraction and storage. **Food Chemistry**, London, v.68, p.395-401, 2000.

# 3 EFEITOS DO PROCESSAMENTO TÉRMICO E DA RADIAÇÃO GAMA NA CONSERVAÇÃO DE CALDO DE CANA PURO E ADICIONADO DE SUCO DE FRUTAS


## Resumo

O caldo de cana é uma bebida popularmente conhecida, muito apreciada no Brasil. Em razão da grande aceitação popular, o caldo de cana, devidamente explorado, é um produto com elevado potencial mercadológico, podendo atender aos mais diversos setores, se o seu grau de conveniência e condições higiênico-sanitárias for ampliado desde o processamento até a comercialização. O presente trabalho teve como objetivos realizar a caracterização físico-química, microbiológica e sensorial do caldo de cana puro e adicionado de suco de limão e de suco de abacaxi submetido ao tratamento térmico (70ºC/ 25 min) e/ ou à radiação gama (2,5 kGy), acondicionado em garrafas de polietileno de alta densidade. A qualidade do caldo de cana foi avaliada através dos parâmetros: microbiológicos (contagem de aeróbios psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes), físico-químicos (pH, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, *ratio* e atividade da polifenoloxidase) e sensoriais (teste hedônico). Foi determinada a composição centesimal das bebidas elaboradas analisando-se: umidade, carboidratos totais, açúcares totais e redutores, extrato etéreo, proteínas, cinza, minerais, ácido ascórbico e valor calórico. Os resultados foram avaliados através da análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Os processamentos aplicados reduziram as contagens de microrganismos e não alteraram significativamente a composição centesimal, o aroma e o sabor das bebidas em relação ao controle. No entanto, o teor de ácido ascórbico foi afetado pelos processamentos no caldo de cana puro. A luminosidade foi maior no produto submetido ao tratamento térmico combinado com a radiação gama do que nos demais processos. A atividade da polifenoloxidase nas bebidas processadas foi significativamente menor em relação ao controle. O teste sensorial para a escolha das melhores concentrações de suco de frutas a ser adicionado elegeu a adição de 4% de suco de limão e 10% de suco de abacaxi ao caldo de cana como as concentrações preferidas pelos provadores. A adição de suco de frutas ao caldo de cana não alterou sua composição centesimal. No entanto, a adição de suco de abacaxi ao caldo de cana incrementou significativamente o teor de manganês e o de açúcares redutores quando comparado ao caldo de cana puro e adicionado de suco de limão.


Palavras-chave: Caldo de cana, Radiação gama, Suco de frutas, Tratamento térmico.

**Abstract**

Sugarcane juice is a popular, well-known beverage, very appreciated by the Brazilian population. Sugarcane juice production has been shown to be a highly lucrative business. The development of technology to extent the hygienic-sanitary conditions and the shelf life of this beverage improve the possibilities for commercial distribution. The aim of this research was to evaluate the physical-chemical, microbiological and sensory stability of pure sugarcane juice and added with natural lemon and pineapple juice, submitted to heat treatment (70ºC / 25min) and/ or gamma radiation (2,5 kGy) and stored in high density polyethylene bottles. Sugarcane juice stability was evaluated through microbiological (psicrothrophic count, lactic bacteria and yeasts and molds count), physical-chemical (pH, color, titratable acidity, soluble solids, ratio and polyphenoloxidase activity) and sensory (hedonic test) parameters. Centesimal composition was determined analyzing: humidity, total carbohydrates, total and reducing sugars, lipids, proteins, ash, minerals, ascorbic acid and caloric value. The data were submitted to the variance analysis and compared by Tukey´s test ($p< 0,05$). The processing reduced the microorganisms counting's and it didn't modify significantly the centesimal composition, aroma and flavor of drinks in relation to the control. However, the ascorbic acid was affected by the processing in the pure sugarcane juice. The luminosity was bigger in the product submitted to heat treatment combined with gamma radiation of that in the too others treatments. The polyphenoloxidase activity in processed drinks was significantly lesser in relation to the control. It was concluded from the sensory analyses that the best mixture was that formulated with sugarcane juice and 4% of lemon juice as well as 10% of pineapple juice. Fruit juice concentration added in sugarcane juice do not altered its centesimal composition. However, sugarcane juice added with 10% of pineapple juice increments manganese and reduced sugars when compared with pure sugarcane juice and sugarcane juice added with 4% of lemon juice.

Key-words: Sugarcane juice, Gamma radiation, Fruit juice, Heat treatment

## 3.1 Introdução

O caldo de cana ou garapa é uma bebida energética, não alcoólica, nutritiva, muito apreciada no Brasil, principalmente nos períodos mais quentes do ano (LUBATTI, 1999; SOCCOL; SCHWAB; KATSOKA, 1990). Essa bebida é caracterizada como um líquido opaco, de coloração que varia de parda ao verde escuro e viscoso. Sua composição é variável em função da variedade, idade e sanidade da cana, solo, condições climáticas e planejamento agrícola, conservando todos os nutrientes existentes na cana-de-açúcar que lhe deu origem (DELGADO et al., 1975).

O caldo de cana é constituído basicamente por água (80%) e sólidos totais dissolvidos (20%), destacando-se entre estes, os açúcares tais como sacarose (17%), glicose (0,4%) e frutose (0,2%) e os não-açúcares orgânicos constituídos por substâncias nitrogenadas, gorduras, ceras, pectinas, ácidos orgânicos e matérias corantes e os não açúcares inorgânicos, representados pelas cinzas (STUPIELLO, 1987). A composição química do caldo de cana pode ser observada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Composição química do caldo de cana-de-açúcar

| Componentes | Quantidade/100ml[1] | Quantidade/100ml[2] | Quantidade/100g[3] | Quantidade/100g[4] |
|---|---|---|---|---|
| Valor calórico (kcal) | ... | 82,00 | 55,20 | 65,00 |
| Umidade (%) | 65 - 75 | 78,80 | ... | 82,00 |
| Proteínas (g) | 0,15 – 0,40 | 0,30 | 0,10 | < LQ |
| Lipídios (g) | 0,05 – 0,15 | 0,10 | 0,00 | < LQ |
| Carboidratos (g) | 12 - 18 | 20,50 | 13,70 | 18,00 |
| Cinza (g) | 0,25 – 0,60 | 0,30 | ... | 0,10 |
| Cálcio (mg) | 8 – 30 | 13,00 | 28,00 | 9,00 |
| Fósforo (mg) | 7 – 40 | 12,00 | 38,00 | 5,00 |
| Ferro (mg) | 2 – 10 | 0,70 | 2,30 | 0,80 |
| Sódio (mg) | 30 – 60 | ... | ... | < LQ |
| Potássio (mg) | 80 – 250 | ... | ... | 18,00 |
| Cobre (mg) | ... | ... | ... | 0,01 |
| Magnésio (mg) | 10 – 30 | ... | ... | 12,00 |
| Manganês (mg) | ... | ... | ... | 0,20 |
| Tiamina (mg) | ... | 0,02 | 0,005 | ... |
| Riboflavina (mg) | ... | 0,01 | 0,04 | ... |
| Niacina (mg) | ... | 0,10 | 1,12 | < LQ |
| Vitamina C (mg) | ... | 2,00 | 5,90 | ... |
| Retinol (mcg) | ... | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: [1]Delgado e Cesar (1977); [2]Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1999); [3]Franco (2001); [4]Universidade de Campinas - UNICAMP (2006).

Nota: < LQ: menor que o limite de quantificação do método.

Sinal convencional utilizado:

... Dado numérico não disponível.

O caldo de cana, por conter nutrientes orgânicos e inorgânicos, alta atividade de água, pH entre 5,0 e 5,5 e temperatura de 25 a 30ºC, constitui-se em um ótimo substrato para o crescimento de uma grande e diversificada microbiota (GALLO; CANHOS, 1991). Os microrganismos de importância em pesquisas com o caldo de cana são essencialmente aqueles oriundos do solo e dos vegetais, dentre os quais se destacam os fungos filamentosos e leveduriformes, bactérias lácticas e esporuladas (GALLO, 1989). A microbiota do caldo de cana é predominantemente bacteriana (88%) e Gram positiva (87%), sendo *Lactobacillus* o microrganismo mais freqüente (38%), seguido de cepas pertencentes à família *Micrococcaceae* (23%) e aos gêneros *Leuconostoc* (12%) e *Bacillus* (3%) (SILVA, 1988). No caldo extraído da cana, os microrganismos podem ser originados não só da cana como também de focos de contaminação nas moendas e outros utensílios utilizados durante a preparação da bebida, bem como serem provenientes de práticas inadequadas dos manipuladores (SILVA; CANHOS, 1990).

O caldo de cana possui uma série de compostos coloridos como a clorofila e compostos fenólicos, cuja presença pode determinar a coloração e aceitabilidade do produto. Uma das alterações mais importantes que ocorre logo após a extração do caldo de cana é o seu escurecimento, relacionado com a formação de melanoidinas, provenientes da reação de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos presentes na cana. Outras reações adversas estão relacionadas com a degradação térmica e reações de condensação de açúcares (caramelização), degradação alcalina e reação de condensação de açúcares redutores e reações oxidativas de compostos fenólicos em quinonas, quimicamente mais reativas (BUCHELI; ROBINSON, 1994; DELGADO; CESAR, 1977; QUDSIEH et al., 2002).

As reações de escurecimento enzimático contribuem com a maior porcentagem de formação de compostos de coloração escura no caldo de cana logo após a extração. O escurecimento enzimático do caldo de cana ocorre devido à ação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase que oxidam compostos fenólicos presentes no caldo. A polifenoloxidase é a enzima com maior atividade no caldo de cana, contribuindo significativamente para o escurecimento do mesmo quando comparado à peroxidase, que é pouco ativa (BUCHELI; ROBINSON, 1994; DELGADO; CESAR, 1977; QUDSIEH et al., 2002).

As misturas de frutas na preparação de bebidas apresentam uma série de vantagens, como a combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais (MATSUURA et al., 2004). A adição de sucos de frutas ácidas em pequenas proporções ao caldo

de cana como o limão Tahiti e abacaxi Havaí têm por finalidade melhorar sensorialmente a bebida conferindo ao produto sabor refrescante e agradável ao paladar incrementando o seu sabor e suavizando a doçura do mesmo devido ao fato de promover uma mudança na relação teor de sólidos solúveis/ acidez titulável (PRATI, 2004).

O suco de limão é considerado um ingrediente versátil que preserva o sabor, retarda a decomposição, evita a descoloração, ajusta a acidez, prolonga a vida útil do produto, estabiliza emulsões, melhora a consistência e controla o crescimento bacteriano em função da redução do pH. O suco de limão apresenta um balanço natural dos quatro componentes de sabor doce, salgado, azedo e amargo devido à presença de óleos essenciais resultando em misturas de sabor agradável balanceando o sabor quando adicionado a alimentos, em especial sucos de frutas de baixa acidez, eliminando o sabor exageradamente doce. As combinações de seus diversos constituintes como açúcares, ácidos, sais minerais, aminoácidos e protopectinas revelam o sabor e conferem ao suco de limão propriedade antioxidante (GALLAGHER, 1963).

O suco de abacaxi é muito apreciado em todo o mundo destacando-se entre os sucos de frutas tropicais principalmente em decorrência de seu sabor, aroma, coloração, características físico-químicas e nutricionais (MORALES, 1999). O suco pasteurizado ou fresco é utilizado em refrescos, sorvetes, bombons, confeitos, ponches, cremes, balas, geléias, licores, vinhos e aguardente (FRANCO, 2001). A variedade Havaí é a mais utilizada para adição em misturas com outros sucos como o caldo de cana devido à elevada acidez, proporcionando melhor relação teor de sólidos solúveis/ acidez titulável (TOCCHINI; NISIDA; MARTIN, 1995).

A industrialização de produtos alimentícios visa à obtenção de produtos com características sensoriais e nutricionais próximas ao produto *in natura* e que sejam seguros sob o ponto de vista microbiológico. Nas operações de processamento e durante o armazenamento de suco de frutas ocorrem transformações, que podem resultar em perdas no sabor e/ ou aparecimento de sabor desagradável, devido a várias reações bioquímicas complexas entre os seus constituintes (GAVA, 1985).

A pasteurização é um processamento térmico empregado para a inativação enzimática, destruição de microrganismos patogênicos e deterioradores de baixa resistência ao calor, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades organolépticas e nutritivas do alimento. Também é aplicada em produtos alimentícios que serão posteriormente armazenados em condições que minimizem o crescimento bacteriano como a

refrigeração, o uso de aditivos químicos e de embalagens herméticas, visando à conservação do alimento (FONSECA, 1984).

O tratamento de frutas e vegetais com radiações ionizantes tem como principal finalidade assegurar sua preservação, aumentando o período de tempo no qual o alimento ainda estará adequado para o consumo. Esse processo pode envolver a inativação de microrganismos, por alterar suas estruturas moleculares e impedir a divisão celular e o retardo da maturação, ao induzir alterações bioquímicas nos processos fisiológicos do tecido vegetal, atribuindo consideráveis vantagens econômicas ao produto (FIGUEIREDO, 1990; SMITH; PILLAI, 2004).

A utilização de garrafas plásticas para o envasamento de produtos líquidos tem crescido, pois, quando comparadas a outros materiais convencionais, apresentam vantagens, como peso reduzido, facilidade de descarte, menor fragilidade à quebra, resistência à corrosão, fácil enchimento, boas condições de transporte, comodidade de manuseio, além de a fabricação requerer menores investimentos em maquinários e instalações. As desvantagens da utilização das garrafas de material plástico são: a pequena resistência às temperaturas elevadas e a permeabilidade a gases (CARASCHI; LEÃO, 2002; EVANGELISTA, 1994).

As matérias-primas comumente utilizadas na fabricação desses recipientes são: PEBD (polietileno de baixa densidade), PEAD (polietileno de alta densidade), PVC (policloreto de vinila), PP (polipropileno), PO (poliestireno) e PET (polietileno tereftalato). Cada um desses materiais apresenta características peculiares que devem ser analisadas em conjunto com as características comportamentais do produto e processo a ser utilizado, a fim de que seja definido o melhor tipo de acondicionamento (CARASCHI; LEÃO, 2002).

Devido a grande aceitação popular e se devidamente explorado, o caldo de cana pode alcançar um mercado consumidor com proporções ainda maiores. O produto processado e embalado, pronto para o consumo, pode ser comercializado em lanchonetes, restaurantes, cadeias de *fast food*, feiras, parques e *shoppings*, nos quais a procura por produtos naturais, saudáveis e com boas características nutricionais é cada vez maior, ao invés de limitar-se a venda no comércio de rua.

O presente trabalho teve como objetivos realizar a caracterização físico-química, microbiológica e sensorial do caldo de cana puro e adicionado de suco de limão e de suco de abacaxi submetido ao tratamento térmico (70ºC/ 25 min) e/ ou à radiação gama (2,5 kGy), acondicionado em garrafas de polietileno de alta densidade.

## 3.2 Materiais e métodos

### 3.2.1 Materiais, matérias-primas e equipamentos

- **Cana-de-açúcar**

Os colmos de canas-de-açúcar (*Saccharum* sp.) processados para obtenção do caldo de cana eram pertencentes à variedade SP81-3250, obtidas do município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. Foram utilizados 200 colmos de canas-de-açúcar para as 3 repetições do processamento.

- **Sucos de frutas**

Os sucos naturais de limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) e abacaxi Havaí (*Ananas comosus* Cayenne) foram extraídos em despolpadeira mecânica marca Braun, modelo MC-1.

- **Embalagem**

Garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) num total de 240 embalagens com capacidade volumétrica de 300 ml, marca USICOMP® foram adquiridas e utilizadas para o acondicionamento do caldo de cana.

- **Descascador de cana-de-açúcar**

Foi utilizado descascador elétrico de aço inoxidável, fabricado pela Vencedora Maqtron, Joaçaba – SC.

- **Moedor de cana-de-açúcar**

Foi utilizado moedor elétrico com três cilindros de aço inoxidável, modelo Sucana-170, fabricado pela Vencedora Maqtron, Joaçaba – SC.

- **Pasteurizador**

O caldo de cana embalado em garrafas PEAD foi submetido ao processamento térmico por imersão em pasteurizador modelo Mar-Girius Continental, fabricado pela Mecamau São José-LTDa.

- **Irradiador**

O caldo de cana foi irradiado em irradiador Gammacell - 220, que tem como fonte o cobalto - 60, a taxa de dose de 0,807 kGy/ h.

- **Ácido cítrico**

Foi adicionado ácido cítrico 20% para reduzir o pH do caldo de cana da bebida pura e adicionada de suco de abacaxi até pH 4,3. A bebida adicionada de suco de limão apresentou pH menor do que 4,3, não sendo necessária a utilização de ácido cítrico. A acidificação do produto foi utilizada como um fator de restrição ao crescimento de microrganismos.

### 3.2.2 Métodos

#### 3.2.2.1 Processamento

A cana-de-açúcar foi processada na planta piloto do Setor de Processamento de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Os colmos de cana-de-açúcar foram inicialmente pré-selecionados para eliminar partes visivelmente deterioradas. Feita a seleção inicial, os colmos foram submetidos ao despalhamento, cortados em cilindros de 60 centímetros de comprimento, escovados com detergente neutro e lavados em água corrente tratada, para a remoção de resíduos de solo e fragmentos do vegetal. Após, a cana-de-açúcar foi imersa em solução contendo 3% de cloro ativo (Dicloro S-Triazinatriona Sódica Dihidratada) com concentração de 150 mg/ L durante 15 minutos, a fim de reduzir a carga microbiana do produto e, posteriormente, descascada com o uso de descascador

mecânico. A seguir, os colmos foram imersos novamente em solução clorada com concentração de 150 mg/ L durante 15 minutos, para eliminação do suco celular extravasado e também para reduzir possíveis contaminantes microbiológicos. O enxágüe foi realizado com água mineral e os colmos foram drenados durante 2 a 3 minutos, para redução do excesso de umidade.

Paralelamente, os abacaxis e os limões utilizados foram pré-selecionados, escovados com detergente neutro e lavados em água corrente tratada. Após, foram imersos em solução clorada com concentração de 150 mg/ L durante 15 minutos, enxaguados com água mineral e despolpados, obtendo-se os respectivos sucos.

Os colmos foram moídos em moenda e o caldo extraído foi peneirado e mantido na forma pura ou adicionado de suco de frutas de acordo com as formulações previamente testadas em avaliações sensoriais que objetivaram identificar a melhor proporção de suco de frutas e caldo de cana. As formulações dos produtos finais e os tratamentos a que foram submetidos constaram de:

- Tratamento 1: adição de ácido cítrico 20% ao caldo de cana puro até pH 4,3, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos e resfriamento (25ºC).

- Tratamento 2: adição de ácido cítrico 20% ao caldo de cana puro até pH 4,3, embalagem PEAD e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

- Tratamento 3: adição de ácido cítrico 20% ao caldo de cana puro até pH 4,3, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos, resfriamento (25ºC) e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

- Tratamento 4: adição de suco de limão em proporção de 4% definida pelos provadores ao caldo de cana, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos e resfriamento (25ºC).

- Tratamento 5: adição de suco de limão em proporção de 4% definida pelos provadores ao caldo de cana, embalagem PEAD e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

- Tratamento 6: adição de suco de limão em proporção de 4% definida pelos provadores ao caldo de cana, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos, resfriamento (25ºC) e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

- Tratamento 7: adição de suco de abacaxi em proporção de 10% definida pelos provadores ao caldo de cana, adição de ácido cítrico 20% até pH 4,3, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos e resfriamento (25ºC).

- Tratamento 8: adição de suco de abacaxi em proporção de 10% definida pelos provadores ao caldo de cana, adição de ácido cítrico 20% até pH 4,3, embalagem PEAD e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

- Tratamento 9: adição de suco de abacaxi em proporção de 10% definida pelos provadores ao caldo de cana, adição de ácido cítrico 20% até pH 4,3, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos, resfriamento (25ºC) e irradiação gama com dose de 2,5 kGy.

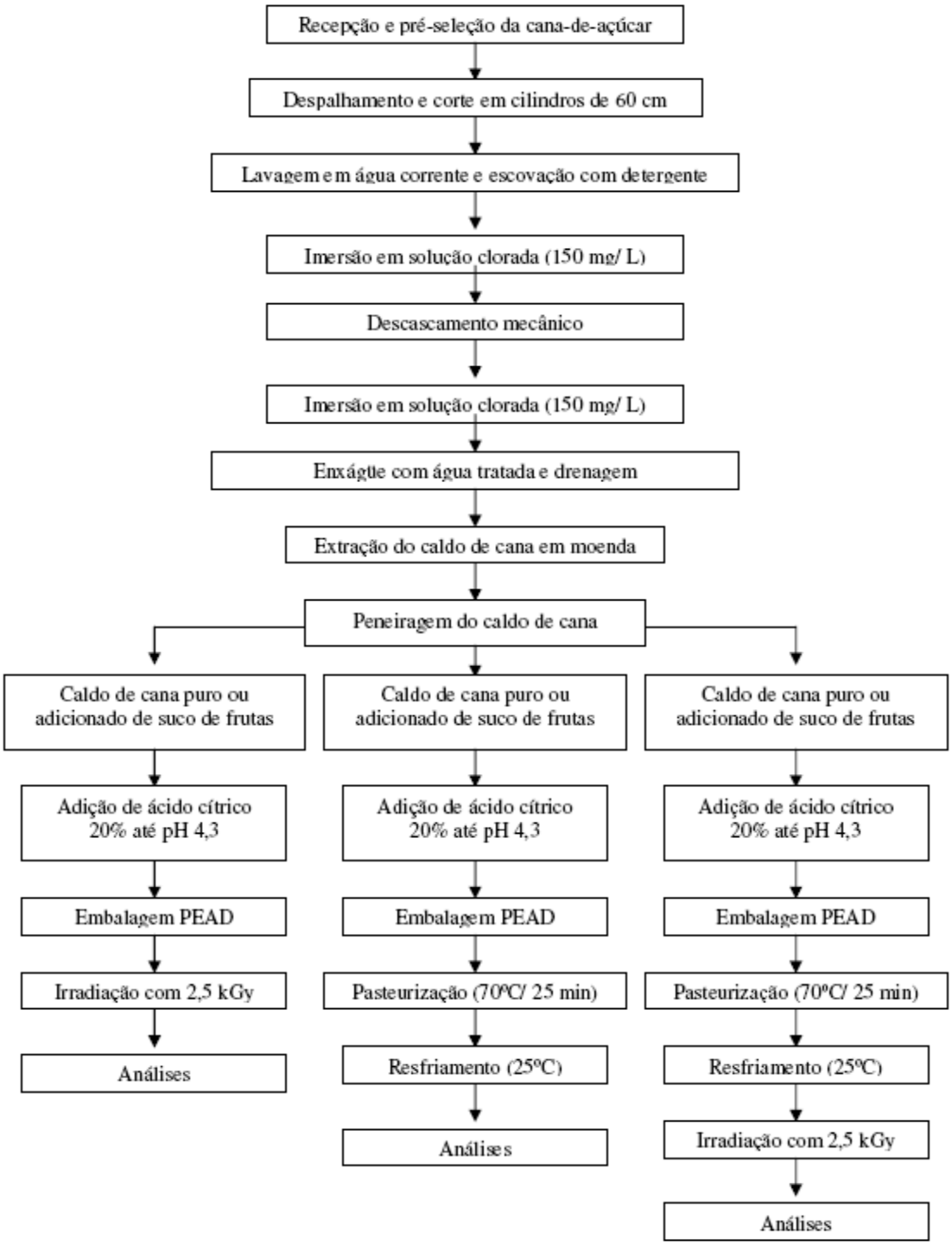
Antes e após o processamento do caldo de cana, todo o material e equipamentos utilizados foram lavados com detergente neutro, seguido de enxágüe com água e posterior sanitização com solução clorada a 150 mg/ L.

O controle correspondeu ao caldo de cana obtido de toletes de cana-de-açúcar descascados e sanitizados, adicionados ou não de suco de frutas.

A irradiação do caldo de cana foi realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), localizado na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo.

Tanto o enchimento quanto o fechamento das embalagens foram realizados manualmente e as amostras obtidas foram armazenadas à temperatura controlada de 5 ± 1ºC em estufa incubadora refrigerada, B.O.D., modelo Te-390, marca Tecnal, Piracicaba – SP.

A avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas foi realizada logo após o processamento (Fluxograma 3.1).




Fluxograma 3.1 – Fluxograma de processamento do caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas submetido ao processamento térmico e a radiação gama.

### 3.2.2.2 Análises microbiológicas

- **Contagem de aeróbios psicrotróficos**

Para a contagem de aeróbios psicrotróficos foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade em meio Plate Count Agar (PCA). As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$, $10^{-3}$ e $10^{-4}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio PCA. As placas foram incubadas a 7ºC durante 10 dias. Foram selecionadas placas com 25 a 250 colônias e procedida a contagem com auxílio de um contador de colônias. O número de unidades formadoras de colônia (UFC) por ml da amostra foi calculado multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

- **Contagem de bactérias lácticas**

Para a contagem de bactérias lácticas foi utilizado o método de plaqueamento com sobrecapa em meio Agar de Man, Rogosa & Sharpe (MRS). As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$ e $10^{-3}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio MRS. Após, as placas foram incubadas a 30ºC durante 72 horas. As placas com desenvolvimento de 25 a 250 colônias foram contadas e o resultado calculado multiplicando-se o número de colônias pelo inverso da diluição, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

- **Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes**

Para a contagem de fungos filamentosos e leveduriformes foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade em meio Agar Potato Dextrose (PDA) acidificado com ácido tartárico até pH 3,5. As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$ e $10^{-3}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio PDA. As placas foram incubadas a 30ºC durante 3 a 5 dias. Foram selecionadas placas com 25 a 250 colônias e procedida a contagem com auxílio de um

contador de colônias. O número de unidades formadoras de colônia por ml da amostra foi calculado multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

### 3.2.2.3 Análises físico-químicas

- **Umidade**

A umidade foi determinada por infravermelho em equipamento modelo B-Top Ray, marca Tecnal, Piracicaba-SP e os resultados expressos em percentual (%).

- **Valor calórico**

O valor calórico foi determinado multiplicando-se os valores de conversão para carboidratos (4,0 kcal), lipídeos (9,0 kcal) e proteínas (4,0 kcal), segundo método proposto por Pregnolato e Pregnolato (1985).

- **Carboidratos totais**

Para o cálculo da estimativa de carboidratos totais (CHOT) foi utilizada a equação descrita por Sniffen et al. (1992), que se baseia na diferença entre 100 g da amostra e a soma total dos valores em porcentagem de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinza (C) e umidade (U) [CHOT = 100 – (%PB + %EE + %C + %U)].

- **Teor de açúcares totais e redutores**

Os teores de açúcares totais e redutores foram determinados pelo método proposto por Horii e Gonçalves (1991) que é baseado na reação de redução do cobre bivalente por açúcares redutores em meio alcalino e a quente na presença de ferrocianeto de potássio. O protóxido de cobre formado na reação com ferrocianeto de potássio produz um composto analisado através de titulação. O azul de metileno é utilizado como indicador tornando-se incolor quando reduzido.

- **Teor de proteína**

O teor de proteína foi calculado através da determinação do teor de nitrogênio pelo método de Microkjedahl, multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25 (A.O.A.C., 1995).

- **Extrato etéreo**

O extrato etéreo foi determinado por extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet utilizando hexano como solvente, segundo metodologia proposta pela A.O.A.C. (1995).

- **Teor de ácido ascórbico**

O teor de ácido ascórbico foi determinado por extração em ácido oxálico e titulação, segundo Leme Júnior e Malavolta (1950) e os resultados expressos em mg de vitamina C por 100 ml de caldo de cana.

- **Cinza**

O teor de cinza foi determinado pela incineração da amostra em mufla à temperatura de 550ºC durante 4 horas, conforme procedimento descrito pela A.O.A.C. (1995).

- **Minerais**

Os minerais foram determinados pelo método descrito por Sarruge e Haag (1974), sendo utilizada a digestão com ácido nítrico perclórico a 50ºC por 10 a 15 minutos, a 100ºC até digerir o material e atingir a temperatura de 150ºC. Após resfriamento e diluição do material com água desmineralizada foi realizada a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo Perkim-Elmer 3.110, para cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco e ferro; espectrofotômetro colorimétrico para o fósforo e enxofre; e fotômetro de chama para sódio e potássio.

- **pH**

O pH foi determinado diretamente em potenciômetro digital DIGIMED modelo DMPH, com duas casas decimais, segundo metodologia proposta pela A.O.A.C. (1995).

- **Teor de sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado utilizando refratômetro marca Auto Abbe, modelo 10500/10501 e os resultados expressos em ºBrix (A.O.A.C., 1995).

- **Acidez titulável**

A acidez titulável (AT) foi determinada e calculada como o volume em mililitros de NaOH 0,1N requeridos para titular 100 ml de caldo de cana até o pH 8,1 (A.O.A.C., 1995). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100 ml de caldo de cana-de-açúcar.

- **Relação sólidos solúveis/acidez titulável (*ratio*)**

O *ratio* foi calculado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

- **Cor**

As avaliações da cor do caldo de cana foram realizadas utilizando-se o colorímetro Color Meter-Minolta C-400. Os resultados foram expressos em valor L (luminosidade), que varia do negro (L = 0) ao branco (L = 100), valor a*, que caracteriza coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a) e valor b*, que indica coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b). O Croma, relação entre os valores de a* e b*, no qual se obtém a saturação da cor da amostra e o ângulo de cor, ângulo formado entre a* e b*, indicando a cor real do objeto, foram calculados segundo Minolta (1994).

- **Atividade enzimática da polifenoloxidase**

A atividade enzimática da polifenoloxidase foi determinada no caldo de cana puro e no adicionado de suco de frutas antes e após o processamento segundo metodologia de Campos et al. (1996), que utiliza o catecol como substrato fenólico. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 425 nm em intervalos de 1 minuto. Uma unidade de atividade foi definida como a quantidade de enzima capaz de aumentar a absorbância em 0,001 unidades por minuto. Desta forma, cada aumento de 0,001 na leitura de absorbância corresponde a 1 unidade por minuto.

### 3.2.2.4 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com dois testes afetivos: ordenação, para a escolha das melhores concentrações dos sucos de limão e abacaxi a serem adicionados ao caldo de cana e hedônico, para avaliação sensorial do produto processado. A aplicação do teste sensorial foi realizada conforme metodologia descrita por Meilgaard; Civille e Carr (1999).

Para a determinação da melhor formulação em relação à quantidade de suco de frutas a ser adicionado ao caldo de cana foram propostas três concentrações para cada tipo de suco, sendo a concentração intermediária a normalmente comercializada pelos garapeiros. Para o suco de limão foram servidas amostras com 4, 5 e 6% de suco e para o suco de abacaxi foram servidas amostras com 8, 10 e 12% de suco. Foram apresentadas 3 amostras por vez aos 35 provadores não treinados correspondendo às formulações propostas para cada mistura de suco. As amostras de 30 ml foram servidas em copos plásticos com capacidade volumétrica de 50 ml codificados com três dígitos à temperatura de 5 ± 1ºC, acompanhadas de um copo com água e de uma ficha para avaliação sensorial das amostras (Anexo B). Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais com a utilização de luz branca.

Para a avaliação da aceitação do produto processado foram realizadas análises sensoriais, posteriormente ao processamento, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, com a nota 9 significando gostei muitíssimo e a nota 1, desgostei muitíssimo, recrutando-se 50 provadores não treinados, mas consumidores de caldo de cana para avaliação dos atributos: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global. Foi avaliada também a atitude de compra em relação ao produto usando escala estruturada de 5 pontos, com a nota 5 significando certamente compraria e nota 1,

certamente não compraria. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais com a utilização de luz branca. Foram apresentadas 4 amostras por vez aos provadores, correspondendo ao caldo de cana *in natura*, caldo de cana submetido ao tratamento térmico, caldo de cana submetido à irradiação e caldo de cana submetido ao tratamento térmico combinado com radiação gama. As amostras de 30 ml foram servidas em copos plásticos com capacidade volumétrica de 50 ml codificados com três dígitos. Todas as amostras foram servidas à temperatura de refrigeração (5 ± 1ºC), como é habitualmente consumida, acompanhadas de um copo com água e uma ficha para avaliação sensorial das amostras (Anexo C).

#### 3.2.2.5 Análise Estatística

Os dados referentes às análises sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os dados das análises físico-químicas foram analisados através do programa Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para a comparação das médias, foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O experimento foi realizado com 3 repetições e as determinações foram efetuadas em triplicata.

## 3.3 Resultados e discussão

### 3.3.1 Sucos de limão e abacaxi

Os resultados das determinações físico-químicas nos sucos de limão e abacaxi utilizados para a elaboração da bebida com caldo de cana encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Determinações físico-químicas nos sucos naturais de limão Tahiti e abacaxi Havaí *

| Análises | suco de limão | suco de abacaxi |
|---|---|---|
| pH | 2,30 ± 0,14 | 3,54 ± 0,04 |
| TSS (ºBrix) | 10,52 ± 0,78 | 13,60 ± 0,57 |
| AT (% ácido cítrico) | 6,32 ± 0,04 | 0,58 ± 0,02 |
| *ratio* | 1,66 ± 0,12 | 23,43 ± 1,27 |
| Ácido ascórbico (mg/ 100 ml) | 47,12 ± 0,99 | 34,48 ± 1,72 |
| Luminosidade | 57,35 ± 1,97 | 31,86 ± 1,25 |
| Ângulo de cor | 127,03 ± 1,08 | 102,08 ± 0,54 |
| Croma | 3,04 ± 0,67 | 18,09 ± 1,01 |

Nota: *médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão

Para o suco de limão, os valores de pH e o teor de ácido ascórbico são semelhantes aos encontrados por Silva (1993) que determinou 2,22 e 46,47 mg/ 100 ml, respectivamente. O teor de sólidos solúveis e a acidez titulável encontrados foram maiores do que o determinado por esse autor, que encontrou valores médios de 7ºBrix e 5,21% de ácido cítrico, respectivamente. Para o suco de abacaxi, os valores de pH, teor de sólidos solúveis e acidez titulável estão de acordo com os determinados por Tocchini; Nisida e Martin (1995) que encontraram 3,60; 13,50ºBrix e 0,60% de ácido cítrico, respectivamente. O suco de abacaxi apresentou-se com coloração amarela mais intensa que o suco de limão que tendeu à coloração verde.

### 3.3.2 Caldo de cana puro

#### 3.3.2.1 Análises microbiológicas

Os processamentos aplicados ao caldo de cana puro contribuíram para a diminuição das contagens de psicrotróficos, bactérias lácticas e de fungos filamentosos e leveduriformes quando comparado ao controle, evidenciando que os tratamentos foram eficazes para a finalidade pretendida. Os resultados das determinações microbiológicas no caldo de cana puro *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Determinações microbiológicas no caldo de cana puro *in natura* e processado

| Produto | Contagem de aeróbios psicrotróficos (UFC/ ml) | Contagem de bactérias lácticas (UFC/ ml) | Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes (UFC/ ml) |
|---|---|---|---|
| controle | $1,3 \times 10^6$ | $9,1 \times 10^5$ | $1,4 \times 10^6$ |
| pasteurizado | $8,5 \times 10$ | $2,0 \times 10$ | $5,1 \times 10$ |
| irradiado | $3,9 \times 10^2$ | $4,3 \times 10^2$ | $6,6 \times 10^2$ |
| pasteurizado e irradiado | $2,5 \times 10$ | $< 10$ | $6,0 \times 10$ |

Segundo Duncan e Colmer (1964) e Mayeux e Colmer (1960) canas-de-açúcar saudáveis podem conter $10^1$ a $10^8$ colônias de bactérias por grama do colmo e $10^1$ a $10^3$ colônias de fungos por grama do colmo. Os resultados encontrados para o controle das contagens de psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes ao redor de $10^5$ e $10^6$ eram esperados.

As bactérias lácticas e as leveduras apresentam baixa resistência térmica, sendo, geralmente, destruídas quando submetidas ao processamento térmico (GERALDINI et al., 1979; THOMAS, 1996). Entre as bebidas processadas, as submetidas ao tratamento térmico isolado e

ao combinado com a radiação gama foram as que apresentaram menores contagens de psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes quando comparadas ao controle. Segundo Urbain (1986) os fungos apresentam alta susceptibilidade à radiação quando comparados com algumas bactérias não formadoras de esporos, sendo que as doses letais para os fungos filamentosos situam-se entre 2,5 e 6,0 kGy e para as leveduras entre 4,65 e 20 kGy. Para os sucos de frutas essas doses podem ser muito elevadas, causando alterações indesejáveis principalmente no sabor. Spoto (1988) cita que a combinação do aquecimento ou da refrigeração com a irradiação causa um efeito inibitório sobre a multiplicação de microrganismos deteriorantes, reduzindo a dose de radiação requerida para o seu controle.

### 3.3.2.2 Análises físico-químicas

Os resultados das determinações físico-químicas no caldo de cana puro *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Determinações físico-químicas no caldo de cana puro *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| pH | 5,28 ± 0,07A | 4,30 ± 0,03B | 4,30 ± 0,04B | 4,32 ± 0,04B |
| TSS (ºBrix) | 22,74 ± 1,45A | 22,58 ± 1,51A | 22,67 ± 1,39A | 22,52 ± 1,43A |
| AT (% ácido cítrico) | 0,04 ± 0,01B | 0,09 ± 0,01A | 0,09 ± 0,01A | 0,10 ± 0,01A |
| *ratio* | 491,49 ± 98,14A | 235,47 ± 37,63B | 228,83 ± 32,54B | 218,15 ± 27,46B |
| Luminosidade | 23,69 ± 0,86C | 26,28 ± 1,26B | 26,00 ± 1,02B | 28,43 ± 2,07A |
| Ângulo de cor | 97,46 ± 2,00A | 95,25 ± 1,35B | 98,67 ± 0,85A | 96,27 ± 1,06B |
| Croma | 4,88 ± 1,02C | 8,50 ± 0,90A | 7,09 ± 1,36B | 8,82 ± 0,56A |
| Polifenoloxidase (unidades/min/ml) | 6,18 ± 0,38 A | 3,22 ± 0,10C | 3,98 ± 0,14B | 1,46 ± 0,11D |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os processamentos aplicados ao caldo de cana puro não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis. Devido à adição de ácido cítrico ao caldo de cana submetido aos processamentos, a acidez titulável nessas bebidas foi mais elevada do que no controle e os valores de pH dos produtos processados foram significativamente menores que o do controle. O caldo de cana submetido ao tratamento térmico combinado com a radiação gama apresentou maior luminosidade em relação aos demais tratamentos. O controle foi o que apresentou a menor luminosidade e os tratamentos de pasteurização e radiação gama isolados, não apresentaram diferença significativa entre si.

De acordo com McGuire (1992) valores de ângulo de cor mais distantes de 90º representam colorações mais verdes, ao passo que, quanto mais próximos a 90º, mais amarelas são as amostras. Já o croma define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e ao redor de 60 para cores vívidas. Assim, maiores valores de croma significaram maior intensidade da cor. Os valores médios do ângulo de cor e croma encontrados para o caldo de cana indicaram que as bebidas submetidas ao processamento térmico isolado ou combinado com a radiação gama apresentaram-se significativamente amarelas mais intensas do que a bebida irradiada e o controle, que se apresentaram com coloração verde, menos intensas.

O caldo de cana submetido ao processo combinado de tratamento térmico e radiação gama foi o que apresentou menor atividade da polifenoloxidase, com redução de 76,37% quando comparado ao controle. Os tratamentos com pasteurização e irradiação isolados reduziram também a atividade enzimática da polifenoloxidase em 47,90% e 35,60%, respectivamente, quando comparados ao controle. Os resultados das determinações da composição centesimal do caldo de cana *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Composição centesimal do caldo de cana puro *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| Umidade (%) | 81,14 ± 1,14A | 80,39 ± 1,32A | 80,75 ± 1,21A | 80,42 ± 0,50A |
| Valor calórico (kcal) | 73,80 ± 4,53A | 76,82 ± 5,30A | 75,41 ± 4,84A | 76,70 ± 2,03A |
| Carboidratos (%) | 18,20 ± 1,10A | 18,96 ± 1,25A | 18,61 ± 1,23A | 18,98 ± 0,40A |
| Açúcares totais (%) | 17,68 ± 0,08A | 17,73 ± 0,06A | 17,90 ± 0,19A | 17,64 ± 0,20A |
| Açúcares redutores (%) | 0,49 ± 0,01A | 0,49 ± 0,02A | 0,50 ± 0,02A | 0,50 ± 0,01A |
| Extrato etéreo (%) | 0,014 ± 0,01A | 0,017 ± 0,00A | 0,017 ± 0,01A | 0,015 ± 0,01A |
| Proteínas (%) | 0,21 ± 0,01A | 0,20 ± 0,01A | 0,20 ± 0,01 A | 0,19 ± 0,01A |
| Ácido ascórbico (mg/100ml) | 2,98 ± 0,12A | 2,70 ± 0,20AB | 2,58 ± 0,1B | 2,53 ± 0,10B |
| Cinza (%) | 0,41 ± 0,01A | 0,41 ± 0,01A | 0,42 ± 0,01A | 0,42 ± 0,00A |
| Fósforo ($g/kg^{-1}$) | 0,10 ± 0,01A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,01A | 0,09 ± 0,01A |
| Potássio ($g/kg^{-1}$) | 0,77 ± 0,10A | 0,76 ± 0,20A | 0,75 ± 0,01A | 0,82 ± 0,15A |
| Cálcio ($g/kg^{-1}$) | 0,31 ± 0,02A | 0,28 ± 0,03A | 0,31 ± 0,01A | 0,30 ± 0,01A |
| Magnésio ($g/kg^{-1}$) | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,01A | 0,10 ± 0,00A |
| Enxofre($g/kg^{-1}$) | 0,25 ± 0,01A | 0,25 ± 0,01A | 0,24 ± 0,01A | 0,24 ± 0,01A |
| Sódio ($g/kg^{-1}$) | 0,68 ± 0,15A | 0,74 ± 0,04A | 0,65 ± 0,03A | 0,76 ± 0,02A |
| Ferro ($mg/kg^{-1}$) | 14,33 ± 1,95A | 15,06 ± 3,87A | 14,71 ± 2,78A | 15,70 ± 4,18A |
| Manganês ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |
| Cobre ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |
| Zinco ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

< LQ: menor que o limite de quantificação do método.

A composição centesimal do caldo de cana puro *in natura* e submetido aos processamentos não apresentou diferença significativa, evidenciando que umidade, valor calórico, extrato etéreo, proteínas, carboidratos totais, açúcares totais e redutores, cinza e minerais não foram afetados pelo tratamento térmico nem pela radiação gama. No entanto, o teor de ácido ascórbico diminuiu significativamente no caldo de cana irradiado e no submetido à pasteurização combinada com a irradiação, quando comparado ao controle, com redução de 13,42% e 15,10%, respectivamente. Os teores de manganês, cobre e zinco foram determinados como abaixo do limite de quantificação do método. Os valores encontrados para a composição centesimal do caldo de cana são semelhantes aos propostos por Delgado e Cesar (1977), IBGE (1999), Franco (2001) e UNICAMP (2006).

### 3.3.2.3 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial do caldo de cana puro *in natura* e processado com a média das notas dos provadores para os atributos avaliados encontram-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Análise sensorial do caldo de cana puro *in natura* e processado com a média das notas dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, impressão global e atitude de compra

| atributo | amostra | médias | atributo | amostra | médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | t1 | 6,50c | | t1 | 6,96a |
| aparência | t2 | 7,62a | sabor | t2 | 6,84a |
| | t3 | 7,08b | | t3 | 6,58a |
| | t4 | 7,74a | | t4 | 6,62a |
| | t1 | 6,50b | | t1 | 7,06a |
| cor | t2 | 7,48a | impressão global | t2 | 7,12a |
| | t3 | 7,32a | | t3 | 6,84a |
| | t4 | 7,60a | | t4 | 6,98a |
| | t1 | 6,96a | | t1 | 3,84a |
| aroma | t2 | 6,80a | atitude de compra | t2 | 3,76a |
| | t3 | 6,70a | | t3 | 3,46b |
| | t4 | 6,84a | | t4 | 3,98a |

Nota: t1: controle; t2: pasteurizado; t3: irradiado; t4: pasteurizado e irradiado.
Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

Houve diferença significativa para os atributos aparência, cor e atitude de compra para o caldo de cana puro *in natura* e processado. As bebidas submetidas aos processamentos foram sensorialmente bem aceitas quanto aos atributos aparência e cor em relação ao controle,

provavelmente devido à coloração mais clara que essas apresentaram. O aroma e o sabor do caldo de cana puro não foram alterados significativamente pelos processamentos. O atributo impressão global dos produtos processados recebeu notas entre 6,0 e 7,0, representando, respectivamente, gostei ligeiramente a gostei moderadamente. Quanto à atitude de compra, houve menor aceitação sensorial da bebida irradiada em relação aos demais tratamentos e ao controle.

O teste sensorial de ordenação para a escolha das melhores concentrações de suco de frutas a ser adicionado ao caldo de cana elegeu a adição de 4% de suco de limão Tahiti e 10% de suco de abacaxi Havaí como sendo as preferidas pelos provadores. Prati; Moretti e Cardello (2005) determinaram que 7,5% de suco de limão Tahiti e 10% de suco de abacaxi Havaí seriam as melhores proporções de suco a serem empregadas na elaboração das misturas com caldo de cana. Asquieri et al. (1995) encontraram que a adição de 5% de suco de limão e de 10% de suco de abacaxi ao caldo de cana foram as proporções de suco preferidas sensorialmente pelos provadores.

### 3.3.3 Caldo de cana com adição de 4% de suco de limão

#### 3.3.3.1 Análises microbiológicas

Os processamentos aplicados ao caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão contribuíram para a diminuição das populações de psicrotróficos, bactérias lácticas e de fungos filamentosos e leveduriformes em relação ao controle, evidenciando que os tratamentos foram eficazes para a finalidade pretendida. Os resultados das determinações microbiológicas no caldo de cana com adição de suco de limão *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Determinações microbiológicas no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão *in natura* e processado

| Produto | Contagem de aeróbios psicrotróficos (UFC/ ml) | Contagem de bactérias lácticas (UFC/ ml) | Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes (UFC/ ml) |
|---|---|---|---|
| controle | $3,3 \times 10^6$ | $3,9 \times 10^5$ | $9,6 \times 10^5$ |
| pasteurizado | $2,5 \times 10$ | $< 10$ | $5,5 \times 10$ |
| irradiado | $4,3 \times 10^2$ | $7,5 \times 10^2$ | $4,0 \times 10^3$ |
| pasteurizado e irradiado | $4,0 \times 10$ | $< 10$ | $4,5 \times 10$ |

Entre as bebidas processadas, as submetidas ao tratamento térmico isolado e o combinado com a radiação gama apresentaram maiores reduções nas contagens dos microrganismos analisados, indicando que provavelmente o tratamento térmico seria o processo mais efetivo na redução da carga microbiana do produto *in natura* para sua posterior conservação.

### 3.3.3.2 Análises físico-químicas

Os resultados das determinações físico-químicas no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Determinações físico-químicas no caldo de cana com adição de 4% de suco de limão *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| pH | 3,62 ± 0,06B | 3,66 ± 0,03A | 3,67 ± 0,03A | 3,68 ± 0,04A |
| TSS (ºBrix) | 20,68 ± 0,34A | 20,76 ± 0,26A | 20,71 ± 0,32A | 20,92 ± 0,45A |
| AT (% ácido cítrico) | 0,38 ± 0,02A | 0,38 ± 0,03A | 0,38 ± 0,02A | 0,37 ± 0,03A |
| *ratio* | 53,79 ± 4,44A | 54,33 ± 4,84A | 53,92 ± 5,21A | 55,18 ± 6,67A |
| Luminosidade | 28,62 ± 0,32C | 29,93 ± 0,67B | 29,62 ± 0,48B | 30,84 ± 0,55A |
| Ângulo de cor | 106,90 ± 2,99A | 104,03 ± 2,33B | 105,18 ± 2,94AB | 103,98 ± 1,51B |
| Croma | 7,28 ± 0,73C | 7,31 ± 0,91B | 7,43 ± 0,93B | 8,01 ± 0,69A |
| Polifenoloxidase (unidades/min/ml) | 5,42 ± 0,14A | 3,38 ± 0,10B | 4,11 ± 0,12B | 1,38 ± 0,12C |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Observou-se neste trabalho que os processamentos aplicados ao caldo de cana com adição de 4% de suco de limão não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis, acidez titulável nem o *ratio* da bebida. O pH do controle foi significativamente mais ácido que o das bebidas processadas. O caldo de cana adicionado de suco de limão e submetido ao tratamento térmico combinado com a radiação gama, apresentou-se mais claro que os demais tratamentos, seguidos pelo pasteurizado e o irradiado que não apresentaram diferença significativa entre si. Os caldos de cana adicionados de 4% de suco de limão submetidos à pasteurização isolada e à combinada com a radiação apresentaram-se significativamente mais amarelos que o *in natura*. Quanto ao croma, o tratamento combinado de pasteurização e irradiação apresentou-se com maior intensidade da cor em relação aos demais e o controle com o menor valor para esse parâmetro. O caldo de cana submetido ao processamento térmico combinado com a radiação gama foi o que apresentou significativamente menor atividade da polifenoloxidase, com redução

de 74,53% quando comparado ao controle. A pasteurização do caldo de cana e a irradiação isoladas reduziram também a atividade dessa enzima em 37,63% e 24,17%, respectivamente, comparativamente ao controle.

Detectou-se que a composição centesimal do caldo de cana adicionado de suco de limão *in natura* e submetido aos processamentos não apresentou diferença significativa, evidenciando que a umidade, valor calórico, extrato etéreo, proteínas, carboidratos totais, ácido ascórbico, açúcares totais e redutores, cinza e minerais não foram afetados pelo tratamento térmico nem pela radiação gama. Os teores de manganês, cobre e zinco encontraram-se abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.8). Não foram encontrados dados na literatura referentes à composição centesimal do caldo de cana adicionado de suco de limão. No entanto, a adição de 4% de suco de limão ao caldo de cana não alterou significativamente sua composição centesimal em relação ao caldo de cana puro.

Tabela 3.8 - Composição centesimal do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| Umidade (%) | 81,05 ± 1,32A | 80,92 ± 1,37A | 81,09 ± 1,62A | 80,96 ± 1,35A |
| Valor calórico (kcal) | 74,19 ± 5,33A | 74,72 ± 5,51A | 74,05 ± 6,49A | 74,53 ± 5,46A |
| Carboidratos (%) | 18,29 ± 1,33A | 18,42 ± 1,38A | 18,26 ± 1,61A | 18,39 ± 1,33A |
| Açúcares totais (%) | 17,77 ± 0,07A | 17,60 ± 0,00A | 17,64 ± 0,19A | 17,69 ± 0,18A |
| Açúcares redutores (%) | 0,51 ± 0,02A | 0,52 ± 0,01A | 0,52 ± 0,01A | 0,51 ± 0,02A |
| Extrato etéreo (%) | 0,019 ± 0,00A | 0,020 ± 0,01A | 0,019 ± 0,00A | 0,019 ± 0,00 A |
| Proteínas (%) | 0,21 ± 0,01A | 0,20 ± 0,01A | 0,20 ± 0,01A | 0,19 ± 0,00A |
| Ácido ascórbico (mg/100ml) | 3,32 ± 0,09A | 3,21 ± 0,09A | 3,16 ± 0,08A | 3,15 ± 0,09A |
| Cinza (%) | 0,42 ± 0,01A | 0,41 ± 0,01A | 0,41 ±0,01A | 0,42 ± 0,01A |
| Fósforo ($g/kg^{-1}$) | 0,10 ± 0,01A | 0,09 ± 0,01A | 0,10 ± 0,01A | 0,09 ± 0,00A |
| Potássio ($g/kg^{-1}$) | 0,74 ± 0,04A | 0,77 ± 0,02A | 0,75 ± 0,03A | 0,76 ± 0,02A |
| Cálcio ($g/kg^{-1}$) | 0,30 ± 0,05A | 0,30 ± 0,05A | 0,28 ± 0,04A | 0,26 ± 0,02A |
| Magnésio ($g/kg^{-1}$) | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A |
| Enxofre ($g/kg^{-1}$) | 0,25 ± 0,02A | 0,26 ± 0,04A | 0,24 ± 0,03A | 0,26 ± 0,05A |
| Sódio ($g/kg^{-1}$) | 0,68 ± 0,15A | 0,74 ± 0,11A | 0,63 ± 0,10A | 0,76 ± 0,14A |
| Ferro ($mg/kg^{-1}$) | 15,66 ± 3,61A | 14,96 ± 2,13A | 16,56 ± 2,78A | 17,20 ± 3,25A |
| Manganês ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |
| Cobre ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |
| Zinco ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

< LQ: menor que o limite de quantificação do método.

### 3.3.3.3 Análise sensorial

Houve diferença significativa para os atributos aparência, cor, impressão global e atitude de compra para o caldo de cana adicionado de suco de limão *in natura* e processado (Tabela 3.9). Para os atributos aparência e cor, o caldo de cana submetido à pasteurização combinada com a irradiação foi o tratamento que apresentou melhor aceitação sensorial, recebendo notas médias entre 7,0 e 8,0, indicando que os provadores gostaram moderadamente a muito do produto em relação a esses atributos. O aroma e o sabor do caldo de cana adicionado de suco de limão não foram alterados significativamente pelos processamentos. Quanto à impressão global e atitude de compra, houve diferença entre a bebida irradiada e o controle. No entanto, entre as bebidas processadas não houve diferença significativa.

Tabela 3.9 - Análise sensorial do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão *in natura* e processado com a média das notas dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, impressão global e atitude de compra

| atributo | amostra | médias | atributo | amostra | médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | t1 | 7,26bc | | t1 | 7,20a |
| aparência | t2 | 7,52b | sabor | t2 | 7,12a |
| | t3 | 7,08c | | t3 | 6,88a |
| | t4 | 7,88a | | t4 | 6,96a |
| | t1 | 7,04c | | t1 | 7,04a |
| cor | t2 | 7,62b | impressão global | t2 | 6,96ab |
| | t3 | 7,10c | | t3 | 6,70b |
| | t4 | 8,08a | | t4 | 6,78ab |
| | t1 | 6,72a | | t1 | 3,72a |
| aroma | t2 | 6,64a | atitude de compra | t2 | 3,64ab |
| | t3 | 6,36a | | t3 | 3,38b |
| | t4 | 6,58a | | t4 | 3,52ab |

Nota: t1: controle; t2: pasteurizado; t3: irradiado; t4: pasteurizado e irradiado.
Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

## 3.3.4 Caldo de cana com adição de suco de abacaxi

### 3.3.4.1 Análises microbiológicas

Os processamentos aplicados ao caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi contribuíram para a redução das contagens de psicrotróficos, bactérias lácticas e de fungos filamentosos e leveduriformes quando comparado ao controle, evidenciando que os tratamentos

foram eficazes para a finalidade proposta. O tratamento combinado de pasteurização e irradiação foi o mais efetivo na redução das contagens microbianas. Os resultados das determinações microbiológicas no caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Determinações microbiológicas no caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado

| Produto | Contagem de aeróbios psicrotróficos (UFC/ ml) | Contagem de bactérias lácticas (UFC/ ml) | Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes (UFC/ ml) |
|---|---|---|---|
| controle | $7,6 \times 10^6$ | $1,7 \times 10^5$ | $1,1 \times 10^6$ |
| pasteurizado | $1,5 \times 10^2$ | $5,0 \times 10$ | $2,2 \times 10^2$ |
| irradiado | $8,1 \times 10^2$ | $5,4 \times 10^2$ | $7,9 \times 10^2$ |
| pasteurizado e irradiado | $5,0 \times 10$ | $< 10$ | $5,5 \times 10$ |

### 3.3.4.2 Análises físico-químicas

Os resultados das determinações físico-químicas no caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado encontram-se na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 - Determinações físico-químicas no caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| pH | 4,58 ± 0,09A | 4,32 ± 0,02B | 4,30 ± 0,02B | 4,30 ± 0,03B |
| TSS (ºBrix) | 21,35 ± 0,67A | 21,30 ± 0,89A | 21,32 ± 0,74A | 21,29 ± 0,90A |
| AT (% ácido cítrico) | 0,09 ± 0,01B | 0,11 ± 0,01A | 0,11 ± 0,02A | 0,12 ± 0,01A |
| *ratio* | 204,76 ± 19,93A | 180,21 ± 10,58B | 181,51 ± 12,32B | 176,62 ± 15,41B |
| Luminosidade | 27,17 ± 0,40B | 27,58 ± 0,97B | 27,39 ± 0,52B | 28,41 ± 0,45A |
| Ângulo de cor | 96,72 ± 0,70AB | 95,97 ± 0,54B | 97,73 ± 0,90A | 95,74 ± 1,27B |
| Croma | 9,55 ± 0,27A | 9,77 ± 0,18A | 8,89 ± 0,40B | 9,49 ± 0,71A |
| Polifenoloxidase (unidades/min/ml) | 5,43 ± 0,16A | 3,39 ± 0,09C | 4,30 ± 0,16B | 1,47 ± 0,12D |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os processamentos aplicados ao caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis. Devido à adição de ácido cítrico aos caldos de cana submetidos aos processamentos, a acidez titulável nesses produtos foi mais elevada do que no controle e os valores de pH das bebidas processadas foram menores que o do caldo *in natura*. O caldo de cana submetido ao processamento térmico combinado com a radiação

gama apresentou-se mais claro do que os demais tratamentos. Em relação à coloração, não houve diferença entre o controle e as bebidas submetidas à pasteurização isolada e a combinada com a radiação gama. A bebida irradiada apresentou-se com coloração mais verde do que as demais processadas, mas não diferiu do controle. O caldo de cana submetido ao processo combinado de tratamento térmico e irradiação foi o que apresentou menor atividade da polifenoloxidase, com redução de 74,58%, quando comparado ao controle. A pasteurização do caldo de cana e a irradiação também reduziram a atividade enzimática da polifenoloxidase em 37,57% e 20,81%, respectivamente, comparativamente ao controle.

Os resultados da composição centesimal do caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e submetido aos processamentos encontram-se na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Composição centesimal do caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado*

| Determinações | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|
| Umidade (%) | 81,21 ± 1,08A | 81,10 ± 1,21A | 80,94 ± 1,41A | 81,00 ± 0,41A |
| Valor calórico (kcal) | 73,55 ± 4,38A | 74,01 ± 4,85A | 74,67 ± 5,63A | 74,40 ± 1,59A |
| Carboidratos (%) | 18,11 ± 1,09A | 18,23 ± 1,22A | 18,39 ± 1,40A | 18,34 ± 0,39A |
| Açúcares totais (%) | 17,40 ± 0,07A | 17,28 ± 0,06A | 17,24 ± 0,00A | 17,20 ± 0,13A |
| Açúcares redutores (%) | 0,58 ± 0,03A | 0,56 ± 0,02A | 0,57 ± 0,01A | 0,57 ± 0,01A |
| Extrato etéreo (%) | 0,02 ± 0,00A | 0,02 ± 0,00A | 0,02 ± 0,00A | 0,02 ± 0,00A |
| Proteínas (%) | 0,22 ± 0,01A | 0,22 ± 0,00A | 0,22 ± 0,01A | 0,21 ± 0,01A |
| Ácido ascórbico (mg/100ml) | 3,21 ± 0,20A | 3,04 ± 0,10A | 2,98 ± 0,10A | 2,98 ± 0,10A |
| Cinza (%) | 0,41 ± 0,01A | 0,41 ± 0,01A | 0,41 ± 0,01A | 0,42 ± 0,01A |
| Fósforo ($g/kg^{-1}$) | 0,09 ± 0,01A | 0,09 ± 0,00A | 0,09 ± 0,01A | 0,08 ± 0,01A |
| Potássio ($g/kg^{-1}$) | 0,77 ± 0,00A | 0,76 ± 0,25A | 0,76 ± 0,10A | 0,72 ± 0,09A |
| Cálcio ($g/kg^{-1}$) | 0,26 ± 0,03A | 0,31 ± 0,06A | 0,30 ± 0,05A | 0,30 ± 0,05A |
| Magnésio ($g/kg^{-1}$) | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A | 0,10 ± 0,00A |
| Enxofre($g/kg^{-1}$) | 0,24 ± 0,01A | 0,25 ± 0,01A | 0,25 ± 0,01A | 0,25 ± 0,01A |
| Sódio ($g/kg^{-1}$) | 0,85 ± 0,14A | 0,88 ± 0,19A | 0,78 ± 0,24A | 0,85 ± 0,58A |
| Ferro ($mg/kg^{-1}$) | 14,83 ± 5,45A | 13,13 ± 4,71A | 12,50 ± 3,42A | 13,23 ± 2,58A |
| Manganês ($mg/kg^{-1}$) | 1,56 ± 0,48A | 1,46 ± 0,80A | 1,53 ± 0,86A | 1,86 ± 0,93A |
| Cobre ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |
| Zinco ($mg/kg^{-1}$) | < LQ | < LQ | < LQ | < LQ |

Nota: Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
< LQ: abaixo do limite de quantificação do método.

A composição centesimal do caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e submetido aos processamentos não apresentou diferença significativa entre os tratamentos para a umidade, extrato etéreo, proteínas, carboidratos totais, açúcares totais e redutores, ácido ascórbico, cinza e minerais, evidenciando que esses não foram afetados pelo

tratamento térmico nem pela radiação gama. Os teores de cobre e zinco encontraram-se abaixo do limite de quantificação do método (Tabela 3.12). A adição de 10% de suco de abacaxi ao caldo de cana alterou o teor de manganês na bebida em relação ao caldo de cana puro ou adicionado de suco de limão. De acordo com Phillip (2001) o suco de abacaxi apresenta 1,65 mg de manganês a cada 100 ml de suco, o que é um teor significativo quando comparado ao suco de limão que segundo o autor, apresenta 0,01 mg do mineral por 100 ml de suco. O caldo de cana puro não apresenta teor significativo desse mineral (DELGADO; CESAR, 1977). A adição de 10% de suco de abacaxi ao caldo de cana incrementou o teor de açúcares redutores em relação à bebida na forma pura e adicionada de suco de limão.

### 3.3.4.3 Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial do caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e submetido aos processamentos encontram-se na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Análise sensorial do caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e processado com a média das notas dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, impressão global e atitude de compra

| atributo | amostra | médias | atributo | amostra | médias |
|---|---|---|---|---|---|
| | t1 | 7,04b | | t1 | 7,18a |
| aparência | t2 | 7,36ab | sabor | t2 | 7,10a |
| | t3 | 7,22ab | | t3 | 6,82a |
| | t4 | 7,44a | | t4 | 6,90a |
| | t1 | 6,94b | | t1 | 6,84a |
| cor | t2 | 7,28ab | impressão global | t2 | 7,06a |
| | t3 | 7,06b | | t3 | 6,48b |
| | t4 | 7,56a | | t4 | 6,98a |
| | t1 | 6,62a | | t1 | 3,74a |
| aroma | t2 | 6,78a | atitude de compra | t2 | 3,82a |
| | t3 | 6,40a | | t3 | 3,26b |
| | t4 | 6,66a | | t4 | 3,40b |

Nota: t1: controle; t2: pasteurizado; t3: irradiado; t4: pasteurizado e irradiado.
Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

Houve diferença significativa em relação ao atributo aparência para o caldo de cana adicionado de 10% de suco de abacaxi *in natura* e o submetido ao tratamento térmico combinado com a irradiação. Quanto à cor, a bebida pasteurizada combinada com a irradiação foi sensorialmente a mais aceita entre os provadores, provavelmente devido à maior luminosidade e

coloração amarelada, não apresentando diferença entre a bebida submetida apenas à pasteurização. Os tratamentos isolados de pasteurização, irradiação e o controle não apresentaram diferença entre si em relação ao atributo cor. O aroma e o sabor do caldo de cana adicionado de suco de abacaxi não foram alterados significativamente pelo processamento, devido às notas médias dos provadores para esses atributos não diferirem do controle. Quanto ao atributo impressão global, a bebida submetida à irradiação foi a menos aceita entre os provadores. O mesmo foi observado em relação à atitude de compra, com as bebidas submetidas à irradiação e à pasteurização combinada com a radiação gama.

Segundo Alves e Garcia (1993) os alimentos submetidos ao processamento térmico brando, como a pasteurização e armazenados sob refrigeração, apresentam características organolépticas semelhantes as do produto fresco, o que agrada o mercado brasileiro, que é extremamente exigente em relação ao odor e sabor natural de sucos, detectando alterações devido a tratamentos térmicos intensos. Não houve alteração significativa na composição centesimal do caldo de cana submetido ao tratamento térmico, e a bebida apresentou boa aceitação sensorial quando comparada ao controle.

De acordo com Roberts (1998) e Smith e Pillai (2004) o tratamento por irradiação não altera fisicamente a aparência, a forma ou a temperatura dos produtos e ocasiona poucas alterações na composição química e no valor nutricional dos alimentos, sendo que a natureza e a extensão dessas mudanças dependem de vários fatores, entre eles a dose à qual o alimento será exposto, o tipo de alimento, sua embalagem e condições de tratamento, tais como a temperatura durante a irradiação e o tempo de armazenamento. Os macronutrientes, tais como proteínas, carboidratos e lipídeos são relativamente estáveis quando os alimentos são expostos a doses de radiação de até 10 kGy. O caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas submetido à radiação gama, não apresentou alterações significativas em relação à sua composição de macronutrientes, quando comparado ao controle.

Os teores de açúcares redutores e de carboidratos totais presentes no caldo de cana não apresentaram diferença significativa entre o produto *in natura* e os processados, concordando com os resultados encontrados por Alcarde; Walder e Horii (2003) que observaram estabilidade na concentração total de açúcares redutores do mosto de caldo de cana-de-açúcar submetidos a doses de radiação de 10 kGy. Van Zeller; Oliveira e Zago (1984) estudando a conservação de xarope de cana-de-açúcar pelo emprego da radiação gama, não verificaram mudanças

significativas nos teores de glucose, frutose e sacarose do xarope quando irradiado com doses de até 40 kGy. Watanabe e Sato (1980) observaram estabilidade na concentração de açúcares totais presentes em xarope e mosto de cana-de-açúcar submetidos à radiação gama com doses de 30 e 40 kGy, respectivamente.

Segundo Roberts (1998) e Smith e Pillai (2004) os micronutrientes, principalmente as vitaminas, podem ser sensíveis a qualquer método de conservação de alimentos, incluindo o tratamento térmico e a irradiação. As vitaminas A, C, E e B1 são as mais susceptíveis a doses de radiação maiores ou iguais a 1 kGy. Nesse estudo, o caldo de cana puro submetido à radiação gama e ao tratamento térmico combinado com a radiação apresentaram teores reduzidos de ácido ascórbico quando comparados ao produto *in natura*.

Estudos realizados por Bucheli e Robinson (1994) com diferentes variedades de cana-de-açúcar mostraram grande variação da atividade da polifenoloxidase, na presença de compostos fenólicos bem como no desenvolvimento da cor do caldo de cana. Algumas variedades mostraram reduzido escurecimento enzimático como resultado de baixos níveis de substâncias fenólicas e de enzimas. O caldo de cana extraído de canas-de-açúcar variedade SP81-3250, utilizadas nesse estudo, apresentou pequena tendência ao escurecimento após a extração, mesmo na bebida *in natura*.

Prati et al. (2005) avaliaram sensorialmente as bebidas elaboradas com caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado e adição de 5% de suco de maracujá, 10% de suco de abacaxi e 7,5% de suco de limão e verificaram que a maioria dos provadores atribuiu o conceito “provavelmente compraria” às misturas apresentadas, evidenciando que todas as bebidas teriam boa aceitação junto ao mercado consumidor. Nesse estudo, para as bebidas submetidas aos processamentos, os provadores atribuíram conceitos em relação à atitude de compra entre “talvez compraria” à “provavelmente compraria”, indicando, também, aceitação satisfatória entre os provadores.

As garrafas de polietileno de alta densidade utilizadas para o acondicionamento das bebidas elaboradas resistiram ao tratamento térmico e/ ou à radiação gama, apresentando-se em boas condições após o processamento, evidenciando um potencial uso dessas garrafas para o envase do caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas.

## 3.4 Conclusões

O processamento térmico e/ ou a radiação gama no caldo de cana puro e com adição de suco de frutas não alteraram a composição centesimal, o aroma e o sabor da bebida. No entanto, a luminosidade no produto submetido ao tratamento térmico combinado com a radiação gama foi significativamente maior. O teor de ácido ascórbico foi afetado pelo processo de radiação gama isolado e combinado com o tratamento térmico no caldo de cana puro.

O teste sensorial de ordenação para a escolha das melhores concentrações de suco a ser adicionado ao caldo de cana elegeu a adição de 4% de suco de limão e 10% de suco de abacaxi como sendo as preferidas pelos provadores.

A adição de suco de frutas ao caldo de cana nas concentrações propostas não alterou significativamente a composição centesimal da bebida. No entanto, a adição de suco de abacaxi ao caldo de cana incrementou o teor de manganês e o teor de açúcares redutores quando comparado ao caldo de cana puro e o adicionado de suco de limão.

As determinações microbiológicas das bebidas submetidas aos processamentos indicaram boas condições fitossanitárias e reduções nas contagens de psicrotróficos, bactérias lácticas e de fungos filamentosos e leveduriformes, quando comparado ao controle, evidenciando que todos os tratamentos foram eficazes para a finalidade pretendida.

## Referências

ALCARDE, A.R.; WALDER, J.M.M.; HORII, J. Fermentation of irradiated sugarcane must. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.677-681, 2003.

ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.105-122, 1993.

ASQUIERI, E.R.; ASSIS, E.M.; SERRA, G.E.; CUBA, W.S.; MORETTI, R.H. Concentrado natural de jugo de cana de azúcar. **La Alimentacion Latinoamericana**, Buenos Aires, n.209, p.29-34, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analitical chemists**. 16th ed. Arlington, 1995. 1141p.

BUCHELI, C.S.; ROBINSON, S.P. Contribution of enzymatic browning to color in sugarcane juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.42, n.2, p.257-261, 1994.

CAMPOS, C.F.; SOUZA, P.E.A.; VIRGÍLIO COELHO, J.; GLÓRIA, M.B.A. Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation on flavor quality of green coconut water. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.20, p.487-500, 1996.

CARASCHI, J.C.; LEÃO, A.L. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.6, p.1599-1602, 2002.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1977. 752p. v.2.

DELGADO, A.A.; OLIVEIRA, E.R.; STUPIELLO, J.P.; CESAR, M.A.A.; VALSECHI, O. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: _____. **Tecnologia dos produtos agropecuários I:** parte I – tecnologia do açúcar. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1975. p. 7-14.

DUNCAN, C.L.; COLMER, A.R. Coliforms associated with sugarcane plants and juices. **Applied Microbiology**, Washington, v.12, p.173-177, 1964.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 652p.

FIGUEIREDO, F. Irradiação de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v.6, n.30, p.96-98, 1990.

FONSECA, H. Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos: conservação pelo calor e pelo frio. In: CAMARGO, R. (Coord.) **Tecnologia dos produtos agropecuários**: alimentos. São Paulo: Nobel, 1984. cap. 5, p.73-95.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 307p.

GALLAGHER, L.C. Lemon juice improves foods. **Food Engineering**, New York, v.35, n.5, p.94-95, 1963.

GALLO, C.R. **Determinação da microbiota bacteriana de mosto e de dornas de fermentação alcoólica**. 1989. 388p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

GALLO, C.R.; CANHOS, V.P. Contaminantes bacterianos na fermentação alcoólica – Revisão. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.9, n.4/5, p.35-40, 1991.

GAVA, A.J. Processamento asséptico de suco de frutas. **Alimentação**, São Paulo, v.76, n.1, p.32-37, 1985.

GERALDINI, A.M.; DELAZARI, I.; LEITÃO, M.F.F.; OLIVEIRA, C.M.M.; UBOLDI-EIROA, M.N. Caracterização de bactérias lácticas em alimentos. I. Avaliação de meios sólidos para contagens de culturas puras. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.1, p.53-64, 1979.

HORII, J.; GONÇALVES, R. H. Um método alternativo para a determinação de AR e ART. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 2, p. 45-47, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Estudo nacional da despesa familiar:** tabela de composição de alimentos. 5ed. Rio de Janeiro: Varela, 1999. 137p.

LEME JÚNIOR, J.; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica de ácido ascórbico. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz**", Piracicaba, v.7, p.115-129, 1950.

LUBATTI, M.R.S. Vendedor ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n.7, p.1-2, 1999.

MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S.; CARDOSO, R.L.; FERREIRA, D.C. Sensory acceptance of mixed néctar of papaya, passion fruit and acerola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.6, p.604-608, 2004.

MAYEUX, P.A.; COLMER, A.R. Study on microflora associated with *Saccharum officinarum*. **Sugar Journal**, New Orleans, v.23, n.7, p.28-30, 1960.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3th ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 387p.

MINOLTA. **Precise color communication:** color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49p.

MORALES, J.O.Z. **Processamento de suco de abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merrill]**: qualidade sensorial e físico-química. 1999, 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. Brasília: ANVISA, FINATEC/NUT – Universidade de Brasília, 2001. 133p.

PRATI, P. **Desenvolvimento de processo para estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas**. 2004. 169p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.147-152, 2005.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. (Coord.). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos de composição de alimentos. 3ed. São Paulo: Atheneu, 1985. v.1. 533p.

QUDSIEH, H.Y.M.; YUSOF, S.; OSMAN, A.; RAHMAN, R.A. Effect of maturity on chorophyll, tannin, color and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.50, p.1615-1618, 2002.

ROBERTS, T. Cold pasteurization of food by irradiation. **Food Safety**,Chicago, v.458, p.1-6, 1998.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SILVA, N. **Influência do resfriamento em torre sobre a microbiota do caldo de cana no processo de produção de álcool**. 1988. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

SILVA, N.; CANHOS, V.P. Caracterização da microbiota bacteriana contaminante do caldo-de-cana durante a etapa de resfriamento em torre no processo de produção de álcool. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.60-72, 1990.

SILVA, S.M. **Conservação pós-colheita do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka)**: uso de choque frio, atmosfera modificada e refrigeração – aplicação de modelagem matemática. 1993. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciência dos Alimentos, Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.

SMITH, J.S.; PILLAI, S. Irradiation and food safety. **Food Technology**, Chicago, v.58, n.11, p. 48-55, 2004.

SNIFFEN, C.J.; O´CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOCCOL, C.R.; SCHWAB, A.; KATSOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.8, n.2, p.116-125, 1990.

SPOTO, M.H.F. **Radiação gama na conservação de suco concentrado de laranja**: características físicas, químicas e sensoriais. 1988. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

STATISTICAL ANALISIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC software**: usage and reference (version 6). 2th ed. Cary, 1996. 1 CD-ROM.

STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar**: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, v.2, 1987. p.761-804.

THOMAS, R.W.S.P. A microflora dos produtos engarrafados. **Engarrafador Moderno**, São Paulo, v.7, n.47, p. 69-74, 1996.

TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; MARTIN, Z.J**. Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 85p. (manual técnico).

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco>. Acesso em: 05 ago. 2006.

URBAIN, W.M. Biological effects of ionizing radiation. In: _____. **Food irradiation**. Orlando: Academic Press, 1986. chap.4, p.83-117.

VAN ZELLER, A.L.; OLIVEIRA, A.J.; ZAGO, E.A. Conservação de xarope de cana-de-açúcar pelo emprego da radiação gama. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.2, n.4, p.29-37, 1984.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium for the microbiological examination of foods**. 3th ed. Washington: APHA, 1992. 1219p.

WATANABE, H.; SATO, T. Changes in content and composition of sugar in molasses caused by gamma irradiation. **Journal of Fermentation Technology**, Osaka, v.58, p.363-366, 1980.

# 4 DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DO CALDO DE CANA ADICIONADO DE SUCO DE LIMÃO SUBMETIDO AO PROCESSAMENTO TÉRMICO E À RADIAÇÃO GAMA ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO

**Resumo**

O caldo de cana é uma bebida que conserva todos os nutrientes presentes na cana-de-açúcar, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas, muito apreciado no Brasil. Em razão da grande aceitação popular, o caldo de cana, devidamente explorado, é um produto com elevado potencial mercadológico, podendo atender aos mais diversos setores. O presente trabalho teve como objetivos determinar a vida útil do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão submetido ao processamento térmico (70ºC/ 25 min) e/ ou à radiação gama (2,5 kGy), armazenado em garrafas de polietileno de alta densidade sob refrigeração (5 ± 1ºC). A qualidade do caldo de cana adicionado de suco de limão foi avaliada através dos parâmetros: microbiológicos (contagem de aeróbios psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes), físico-químicos (pH, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, *ratio*, açúcares totais e redutores) e sensoriais (teste hedônico). A vida útil foi determinada a cada 7 dias analisando o produto armazenado sob refrigeração durante 42 dias. Os resultados foram avaliados através de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ($p<0,05$). As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e 4% de suco de limão submetidas à radiação, pasteurização combinada com radiação e pasteurização isolada mantiveram qualidade microbiológica, físico-química e sensorial satisfatória durante os períodos de 28, 35 e 42 dias, respectivamente, após o processamento. O tratamento térmico isolado foi considerado a melhor forma de conservação da bebida.

Palavras-chave: Caldo de cana, Radiação gama, Suco de frutas, Vida útil, Tratamento térmico

**Abstract**

Sugarcane juice is a beverage that conserves all the nutrients of the fresh cane sugar and is very appreciated by the Brazilian population. The drink can be consumed pure or added with fruits juice, and its production has been shown to be a highly lucrative business. The objective of this research was to study the shelf life of a mixture formulated with sugarcane juice and 4% of lemon juice, submitted of heat treatment (70ºC/ 25 min) and/ or gamma radiation (2,5 kGy), stored in high density polyethylene bottles, under refrigeration (5 ± 1ºC). The quality of sugarcane juice added with 4% of lemon juice was evaluated through microbiological (psicrothrophic count, lactic bacteria and yeasts and molds count), physical-chemical (pH, color, titratable acidity, soluble solids, ratio) and sensory (hedonic test) parameters. Shelf life period was determinate ever 7 days over a period of 42 days of storage. The data were submitted to the variance analysis and compared by Tukey´s test ($p < 0,05$). Sugarcane juice added with 4% of lemon juice submitted to gamma radiation, heat treatment combined with gamma radiation and heat treatment remaining satisfactory microbiological, sensory and physical-chemical characteristics until 28, 35 and 42 days, respectively, after processing. These results indicated that the heat treatment was effective for sugarcane juice preservation.

Key-words: Sugarcane juice, Gamma radiation, Fruits juice, Shelf-life, Heat treatment

## 4.1 Introdução

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética, não alcoólica, podendo ser consumida pura ou adicionada de suco de frutas ácidas. Essa bebida é muito popular e apreciada no Brasil e também na Malásia, onde é comercializada desde restaurantes simples de beira de estrada até hotéis de alta classe. Tal fato revela a lucratividade da produção de caldo de cana e a importância do desenvolvimento de processos que possam conservar a qualidade do produto durante seu armazenamento, estimulando o desenvolvimento de agroindústrias já existentes bem como a implantação de outras micro-empresas do ramo (LUBATTI, 1999; SOCCOL; SCHWAB; KATSOKA, 1990; YUSOF; SHIAN; OSMAN, 2000).

O caldo de cana fresco apresenta um *flavor* característico e constitui-se num produto perecível com vida útil muito curta entre a extração e o consumo, em função de sua rica composição química, sendo um meio adequado ao crescimento e desenvolvimento de microrganismos. Após 24 horas, mesmo armazenado sob refrigeração, o caldo extraído apresenta sedimentação e sinais de alteração em suas características sensoriais, principalmente devido à fermentação e ao escurecimento enzimático (BHUPINDER; SHARMA; HARINDER, 1991; SANTOS, 2004; SIVASUBRAMANIAN; PAI, 1994).

Alguns estudos revelam interesse em desenvolver tecnologias que possam manter as características de estabilidade do caldo fresco, preservando-o por um período prolongado, a fim de que esse possa ser comercializado sob condições higiênico-sanitárias adequadas com garantia de segurança e qualidade aos consumidores desse produto.

Bhupinder; Sharma e Harinder (1991) estudaram a estabilidade físico-química e sensorial de caldo de cana adicionado de 3% de suco de limão e 1% de extrato de gengibre submetido à pasteurização a 80ºC durante 10 minutos, seguido da adição de metabissulfito de potássio nas concentrações de 140, 300 e 700 mg/ L de caldo. Posteriormente, o caldo foi engarrafado e submetido à esterilização durante 30 minutos seguido de resfriamento e analisado físico-química e sensorialmente. Das três concentrações de metabissulfito de potássio utilizadas apenas a de 140 mg/ L foi sensorialmente aceitável pelos provadores, sendo armazenada durante 24 semanas a temperatura ambiente, a 10ºC e a 40ºC. No suco engarrafado, as taxas de acidez e de sacarose diminuíram significativamente durante as condições de armazenamento. A temperatura de 40ºC afetou adversamente a aceitabilidade do caldo adicionado ou não de conservante. O caldo

estocado a 10ºC e à temperatura ambiente com conservante apresentou aceitabilidade entre os provadores, diminuindo gradualmente no decorrer do período de armazenamento.

Sivasubramanian e Pai (1994) estudaram o efeito do tratamento térmico na qualidade do caldo de cana. Os colmos da cana-de-açúcar descascados, parcialmente descascados e com casca foram submetidos ao branqueamento a vapor durante 10 a 15 minutos. Após o processo, as canas foram resfriadas à temperatura ambiente e moídas para extração do caldo que foi misturado com suco de limão até pH 3,6 e extrato de gengibre a 0,75%. Posteriormente, o caldo foi submetido aos tratamentos térmicos de pasteurização a 85ºC durante 60 segundos com aquecimento em chama, injeção a vapor e HTST (Hight Temperature Short Time). O caldo foi armazenado durante 30 dias em garrafas de vidro. O tratamento térmico HTST foi o que apresentou melhores resultados em termos sensoriais devido à sua alta taxa de transferência de calor e resfriamento, não permitindo a formação de produtos de degradação, podendo ser empregado para a comercialização do caldo de cana. O descascamento da cana associado com o tratamento térmico, possivelmente inativou o complexo polifenoloxidase, responsável pela oxidação dos compostos fenólicos presentes na cana, resultando num produto com coloração desejável verde-amarelada.

Singh et al. (2002) realizaram estudos sobre a conservação de caldo de cana, a fim de obterem uma bebida pronta para beber, com boa aceitação sensorial submetendo-o ao tratamento de pasteurização a 70ºC durante 10 minutos, seguido da adição de ácido cítrico (40 mg/ 100 ml de suco), ácido ascórbico (40 mg/ 100 ml) e 150 ppm de metabissulfito de potássio, como agente conservador. As amostras foram estocadas à temperatura ambiente (30 ± 5ºC) e sob refrigeração (4 ± 2ºC) em garrafas de vidro e analisadas físico-química, microbiológica e sensorialmente a cada 15 dias durante 90 dias de armazenamento. Houve um aumento significativo ($p < 0,01$) na contagem total de bactérias e na contagem de fungos filamentosos e leveduriformes, entretanto, não na contagem de coliformes em relação ao armazenamento em temperatura ambiente quando comparado ao armazenamento refrigerado. Ocorreram pequenas alterações nos atributos sensoriais durante o armazenamento tanto em temperatura ambiente quanto na de refrigeração. Pode-se concluir que o caldo de cana engarrafado apresentou estabilidade durante 90 dias em temperatura ambiente e de refrigeração, podendo ser comercializado.

Prati et al. (2004) avaliaram as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais da mistura de garapa clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá. A mistura foi adicionada de antioxidante (125 ppm de ácido ascórbico), conservador (40 ppm de parabeno) e

espessante (0,05% Pectina Genu tipo 106), sendo posteriormente pasteurizada a 75ºC durante 15 segundos, acondicionada em garrafas PET e armazenada sob refrigeração (4 - 6ºC) durante 30 dias. A mistura de garapa com suco de maracujá manteve a qualidade microbiológica e sensorial até 15 dias após o processamento.

Silva (2004) avaliou o processo de industrialização de caldo de cana-de-açúcar por enchimento a quente, no qual o caldo foi submetido ao binômio 110ºC durante 10 segundos e envasado a quente (85 - 95ºC) e por processamento asséptico, no qual o caldo foi submetido ao binômio 141ºC por 10 segundos, a fim de se obter um produto estável à temperatura ambiente, acondicionado em garrafa de vidro. Os lotes foram submetidos aos testes de esterilidade comercial, análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais durante estocagem a temperatura ambiente. Os lotes produzidos pelo sistema asséptico apresentaram estabilidade de 30 dias e os submetidos ao envase a quente apresentaram estabilidade de 60 dias.

As misturas de frutas na preparação de bebidas apresentam uma série de vantagens, como a combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais (MATSUURA et al., 2004). A adição de sucos de frutas ácidas em pequenas proporções ao caldo de cana como o limão Tahiti, abacaxi Havaí e maracujá-amarelo, tem por finalidade melhorar sensorialmente a bebida. Desta forma, conferem ao produto sabor refrescante e agradável ao paladar devido ao fato de promover uma mudança na relação teor de sólidos solúveis/ acidez, incrementando o seu sabor e suavizando a doçura do mesmo (PRATI, 2004).

O suco de limão utilizado em mistura com sucos de frutas de baixa acidez preserva o sabor, balanceando o *flavor* e eliminando o sabor exageradamente doce, além de retardar a decomposição, evitar a descoloração, prolongar a vida útil do produto, estabilizar emulsões, melhorar a consistência e controlar o crescimento bacteriano em função da redução do pH. As combinações de seus diversos constituintes como açúcares, ácidos, sais minerais, aminoácidos e protopectinas revelam o sabor e conferem ao suco de limão propriedade antioxidante (GALLAGHER, 1963).

Várias mudanças podem ocorrer nos alimentos durante o processamento e a estocagem. As alterações na qualidade de bebidas à base de frutas envolvem mudanças físico-químicas, microbiológicas e sensoriais geralmente relacionadas ao tratamento térmico, composição química, temperatura de armazenamento, embalagem, entre outros fatores. As alterações sensoriais afetam a cor, o aroma, o sabor e a consistência da bebida, enquanto as principais

alterações físico-químicas relacionam-se a reações oxidativas, e às microbiológicas ao crescimento de fungos filamentosos e leveduriformes (SINGH, 1994).

A aceitação de alimentos processados pelos consumidores depende, principalmente, da capacidade deste alimento em atender às suas expectativas em relação aos atributos sensoriais de qualidade como aparência, sabor e textura, valor nutritivo e custo. O sabor e o aroma de vários alimentos podem sofrer alterações durante o manuseio da matéria-prima, processamento e armazenamento. Compostos primários de sabor e de aroma podem ser perdidos ou compostos secundários podem ser formados, podendo ocasionar a perda da qualidade sensorial dos alimentos (BALDINI; CAMPOS; SREBERNICH, 1983).

A pasteurização é um processamento térmico que visa à inativação enzimática, destruição de microrganismos patogênicos e deterioradores de baixa resistência ao calor, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades organolépticas e nutritivas do alimento e para produtos alimentícios que serão posteriormente armazenados em condições que minimizem o crescimento bacteriano como a refrigeração, utilização de aditivos químicos e de embalagens herméticas, visando à conservação do alimento (FONSECA, 1984).

Os sucos prontos para beber, pasteurizados e comercializados sob refrigeração, constituem um segmento que desperta grande interesse nos fabricantes desse produto, por se acreditar que esse seja um mercado promissor, devido à tendência do consumidor moderno em preferir o alimento refrigerado (PRATI, 2004).

Dentre os fatores que podem afetar a qualidade de um produto processado termicamente pode-se considerar o desenvolvimento microbiano, a temperatura de estocagem, a disponibilidade de oxigênio, bem como a característica de barreira do sistema de embalagem. A estabilidade ou vida útil de um produto alimentício é o período de tempo no qual, em condições definidas (temperatura, umidade relativa), há uma tolerável diminuição da qualidade de um produto alimentício acondicionado em uma embalagem (PIERGIOVANNI, 1998).

O tratamento de frutas e vegetais com radiações ionizantes tem como principal finalidade assegurar sua preservação aumentando o período de tempo no qual o alimento ainda estará adequado para o consumo. A absorção da radiação ionizante causa alterações químicas nos componentes celulares dos microrganismos, alterando suas estruturas moleculares e os processos de síntese de DNA e RNA, além de retardar a maturação, ao induzir alterações bioquímicas nos

processos fisiológicos do tecido vegetal, atribuindo consideráveis vantagens econômicas ao produto (SMITH; PILLAI, 2004; URBAIN, 1986b).

Spoto (1988) cita que um tratamento promissor para sucos de frutas pode ser a combinação da radiação gama com a refrigeração. O aquecimento moderado ou a refrigeração, combinados com a irradiação, causam efeito inibitório sobre a multiplicação de microrganismos deteriorantes, reduzindo a dose de radiação requerida para o seu controle. Dentre as vantagens da irradiação, cabe destacar a possibilidade de se efetuar o tratamento dos alimentos mesmo após a embalagem, conservando-os, assim, em seu estado fresco, sem perda da qualidade e evitando a sua contaminação (SPOTO; DOMARCO; WALDER, 1992; WIENDL, 1978).

A utilização de garrafas plásticas para o envasamento de produtos líquidos apresenta-se em constante expansão no mercado. Entre as matérias-primas comumente utilizadas na fabricação desses recipientes estão: o polietileno, policloreto de vinila, polipropileno, poliestireno e polietileno tereftalato. Cada um desses materiais apresenta características peculiares que devem ser analisadas em conjunto com as características comportamentais do produto e processo a ser utilizado, a fim de que seja definido o melhor tipo de acondicionamento (CARASCHI; LEÃO, 2002).

A vida útil de um produto alimentício é fator a ser considerado na tentativa de estabelecer sua expansão comercial, uma vez que a venda ao consumidor não ocorre imediatamente à produção. Normalmente, sucos e produtos de frutas são conservados pela prevenção do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e pela inibição de enzimas, o que pode ser obtido por meio da adição de substâncias químicas, por refrigeração/ congelamento, ou por tratamentos térmicos brandos como a pasteurização do produto (ALVES; GARCIA, 1993).

Devido à grande aceitação popular e se devidamente explorado, o caldo de cana pode alcançar um mercado consumidor com proporções ainda maiores, ao invés de limitar-se apenas ao comércio de alimentos de rua.

O presente trabalho teve como objetivos determinar a vida útil do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão, submetido ao processamento térmico e/ ou à radiação gama, armazenado em garrafas de polietileno de alta densidade sob refrigeração.

## 4.2 Materiais e métodos

### 4.2.1 Materiais, matérias-primas e equipamentos

- **Cana-de-açúcar**

Os colmos de canas-de-açúcar (*Saccharum* sp.) processados para obtenção do caldo de cana eram pertencentes à variedade SP81-3250, obtidas do município de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. Foram utilizados 100 colmos de canas-de-açúcar para o processamento.

- **Suco de fruta**

O suco natural de limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka) foi extraído em despolpadeira mecânica marca Braun, modelo MC-1.

- **Embalagem**

Garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD), num total de 120 embalagens com capacidade volumétrica de 300 ml, marca USICOMP® foram adquiridas e utilizadas para o acondicionamento do caldo de cana adicionado de suco de limão.

- **Descascador de cana-de-açúcar**

Foi utilizado descascador elétrico de aço inoxidável, fabricado pela Vencedora Maqtron, Joaçaba – SC.

- **Moedor de cana-de-açúcar**

Foi utilizado moedor elétrico com três cilindros de aço inoxidável, modelo Sucana – 170, fabricado pela Vencedora Maqtron, Joaçaba – SC.

- **Pasteurizador**

O caldo de cana embalado em garrafas PEAD foi submetido ao processamento térmico por imersão em pasteurizador modelo Mar-Girius Continental, fabricado pela Mecamau São José-LTDa, a 70ºC durante 25 minutos.

- **Irradiador**

O caldo de cana adicionado de suco de limão foi irradiado em irradiador Gammacell – 220 que tem como fonte o cobalto-60, a taxa de dose de 0,807 kGy/h.

### 4.2.2 Métodos

#### 4.2.2.1 Processamento

A cana-de-açúcar foi processada na planta piloto do Setor de Processamento de Alimentos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Os colmos de cana-de-açúcar foram inicialmente pré-selecionados para eliminar partes visivelmente deterioradas. Feita a seleção inicial, os colmos foram submetidos ao despalhamento, cortados em cilindros de 60 centímetros de comprimento, escovados com detergente neutro e lavados em água corrente tratada, para a remoção de resíduos de solo e fragmentos do vegetal. Após, a cana-de-açúcar foi imersa em solução contendo 3% de cloro ativo (Dicloro S-Triazinatriona Sódica Dihidratada) com concentração de 150 mg/ L durante 15 minutos, a fim de reduzir a carga microbiana do produto e, posteriormente, descascada com o uso de descascador mecânico. A seguir, os colmos foram imersos novamente em solução clorada com concentração de 150 mg/ L durante 15 minutos, para eliminação do suco celular extravasado e também para reduzir possíveis contaminantes microbiológicos. O enxágüe foi realizado com água mineral e os colmos foram drenados por 2-3 minutos, para reduzir o excesso de umidade.

Paralelamente, os limões utilizados foram pré-selecionados, escovados com detergente neutro e lavados em água corrente tratada. Após, foram imersos em solução clorada a 150 mg/ L

durante 15 minutos, enxaguados com água mineral e despolpados, obtendo-se os respectivos sucos.

Os colmos de canas-de-açúcar foram moídos em moenda e o caldo extraído foi peneirado e adicionado de 4% de suco de limão. As formulações dos produtos finais e os tratamentos a que foram submetidos constaram de:

- Tratamento 1 (controle): adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana, embalagem PEAD e armazenamento refrigerado.

- Tratamento 2 (pasteurizado): adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos, resfriamento (25ºC) e armazenamento refrigerado.

- Tratamento 3 (irradiado): adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana, embalagem PEAD, irradiação gama com dose de 2,5 kGy e armazenamento refrigerado.

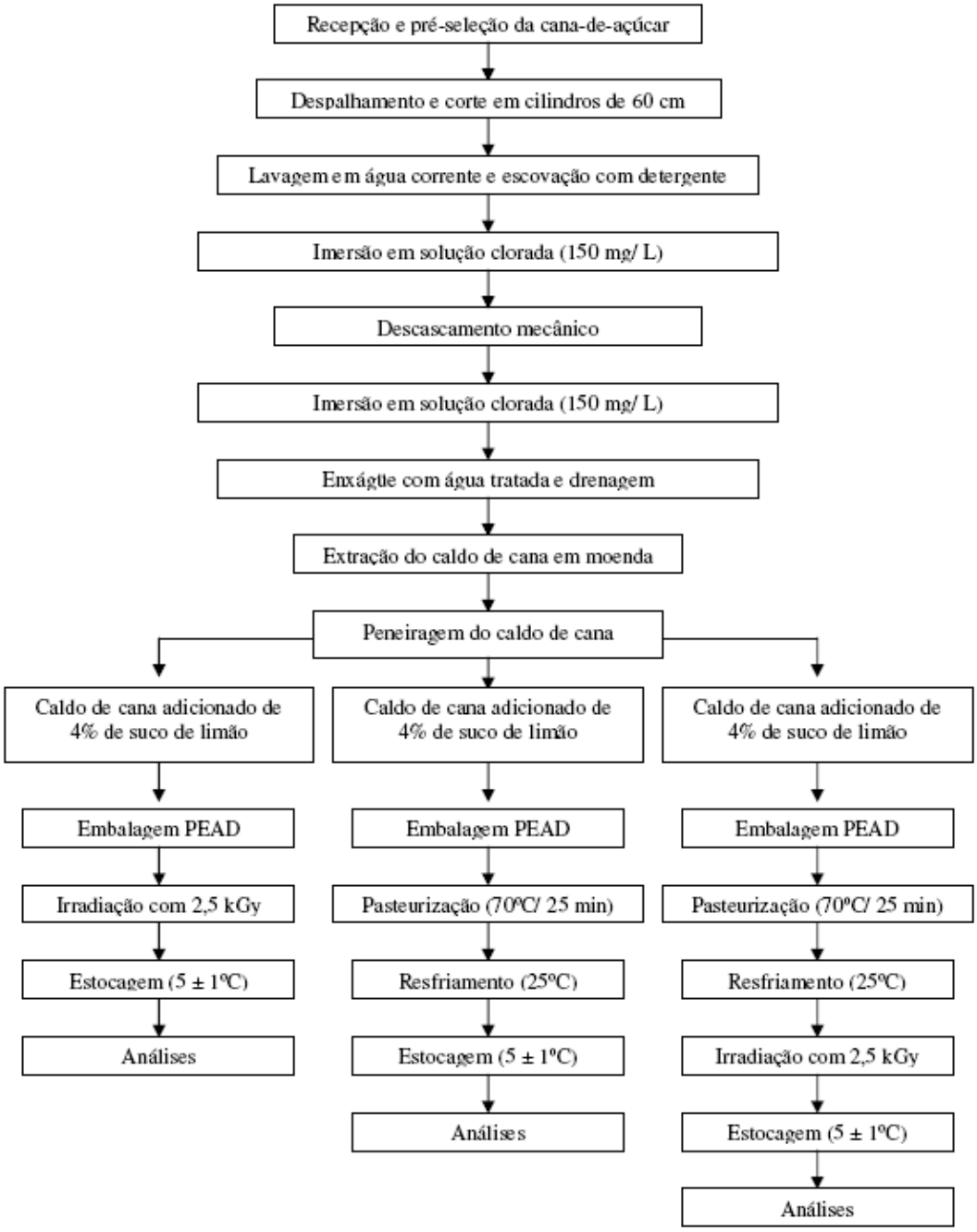
- Tratamento 4 (pasteurizado e irradiado): adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana, embalagem PEAD, tratamento térmico a 70ºC durante 25 minutos, resfriamento (25ºC) e irradiação gama com dose de 2,5 kGy seguida de armazenamento refrigerado.

Antes e após o processamento do caldo de cana, todo o material e equipamentos utilizados foram lavados com detergente neutro, seguido de enxágüe com água e posterior sanitização com solução clorada a 150 mg/ L.

A irradiação do caldo de cana adicionado de suco de limão foi realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), localizado na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo.

Tanto o enchimento quanto o fechamento das embalagens foram realizados manualmente e as amostras obtidas foram armazenadas a temperatura controlada de 5 ± 1ºC em estufa incubadora refrigerada B.O.D., modelo Te-390, marca Tecnal, Piracicaba-SP. A avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do caldo de cana adicionado de suco de

limão foi realizada posteriormente ao processamento e a vida útil do produto avaliada a cada 7 dias de armazenamento refrigerado até os 42 dias (Fluxograma 4.1).




Fluxograma 4.1 – Fluxograma de processamento do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão submetido ao processamento térmico e a radiação gama, armazenado sob refrigeração.

#### 4.2.2.2 Análises microbiológicas

- **Contagem total de aeróbios psicrotróficos**

Para a contagem de aeróbios psicrotróficos foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade em meio Plate Count Agar (PCA). As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$, $10^{-3}$ e $10^{-4}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio PCA. As placas foram incubadas a 7ºC durante 10 dias. Foram selecionadas placas com 25 a 250 colônias e procedida a contagem com auxílio de um contador de colônias. O número de unidades formadoras de colônia (UFC) por ml da amostra foi calculado multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

- **Contagem de bactérias lácticas**

Para a contagem de bactérias lácticas foi utilizado o método de plaqueamento com sobrecapa em meio Agar de Man, Rogosa & Sharpe (MRS). As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$ e $10^{-3}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio MRS. Após, as placas foram incubadas a 30ºC durante 72 horas. As placas com desenvolvimento de 25 a 250 colônias foram contadas e o resultado calculado multiplicando-se o número de colônias pelo inverso da diluição, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

- **Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes**

Para a contagem de fungos filamentosos e leveduriformes foi utilizado o método de plaqueamento em profundidade em meio Agar Potato Dextrose (PDA) acidificado com ácido tartárico até pH 3,5. As amostras de caldo de cana foram diluídas a $10^{-1}$, $10^{-2}$ e $10^{-3}$ utilizando-se água peptonada 0,1%. Foi inoculado 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e, posteriormente, adicionado o meio PDA. As placas foram incubadas a 25ºC durante 5 a 7 dias. Foram selecionadas placas com 25 a 250 colônias e procedida a contagem com auxílio de um

contador de colônias. O número de unidades formadoras de colônia por ml da amostra foi calculado multiplicando o número de colônias pelo inverso da diluição inoculada, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

#### 4.2.2.3 Análises físico-químicas

- **pH**

O pH foi determinado diretamente em potenciômetro digital DIGIMED modelo DMPH, com duas casas decimais, segundo metodologia proposta pela A.O.A.C. (1995).

- **Teor de sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado utilizando refratômetro marca Auto Abbe, modelo 10500/10501 e os resultados expressos em ºBrix (A.O.A.C., 1995).

- **Acidez titulável**

A acidez titulável (AT) foi determinada e calculada como o volume em mililitros de NaOH 0,1N requeridos para titular 100 ml de caldo de cana até o pH 8,1 (A.O.A.C., 1995). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100 ml de caldo de cana-de-açúcar.

- **Relação sólidos solúveis/acidez titulável (*ratio*)**

O *ratio* foi calculado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

- **Teor de açúcares totais e redutores**

Os teores de açúcares totais e redutores foram determinados pelo método proposto por Horii e Gonçalves (1991).

- **Cor**

As avaliações da cor do caldo de cana foram realizadas utilizando-se o colorímetro Color Meter-Minolta C-400. Os resultados foram expressos em valor L (luminosidade), que varia do negro (L = 0) ao branco (L = 100), valor a*, que caracteriza coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a) e valor b*, que indica coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b). O Croma, relação entre os valores de a* e b*, no qual se obtém a saturação da cor da amostra e o ângulo de cor, ângulo formado entre a* e b*, indicando a cor real do objeto, foram calculados segundo Minolta (1994).

#### 4.2.2.4 Análise sensorial

Foi realizado teste afetivo de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, com a nota 9 significando gostei muitíssimo e a nota 1, desgostei muitíssimo, recrutando-se provadores não treinados, mas consumidores de caldo de cana para avaliação dos atributos: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global. A atitude de compra em relação ao produto foi determinada utilizando escala estruturada de 5 pontos, com nota 5 significando certamente compraria e nota 1, certamente não compraria (Anexo C). A aplicação do teste sensorial foi realizada conforme metodologia descrita por Meilgaard; Civille e Carr (1999).

Para a determinação da vida útil do produto processado foi realizada a análise sensorial das bebidas elaboradas com caldo de cana e suco de limão por 35 provadores em intervalos de 7 dias de armazenamento refrigerado. A determinação do final da vida de prateleira do produto foi estabelecida como o tempo no qual mais de 50% dos provadores avaliaram a amostra com valores inferiores a 6, o que corresponde a “gostei ligeiramente” na escala hedônica utilizada (MAN; JONES, 1997).

#### 4.2.2.5 Análise estatística

Os dados referentes às análises sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os dados das análises físico-químicas foram analisados através do programa Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para comparação das médias foi aplicado o teste de

Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O experimento foi realizado com 3 repetições e as determinações foram efetuadas em triplicata.

## 4.3 Resultados e discussão

### 4.3.1 Análises microbiológicas

Os processamentos das bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e suco de limão reduziram consideravelmente as contagens de aeróbios psicrotróficos em relação ao controle (Tabela 4.1), evidenciando eficiência em todos os tratamentos para a conservação da bebida. Mesmo ao final do período de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram baixas contagens de psicrotróficos. Deve-se enfatizar que normalmente na literatura, são citadas contagens de bactérias acima de $10^5$ a $10^6$ UFC/ ml de alimento para que sinais de deterioração possam ser percebidos. O tratamento térmico isolado e o combinado com a radiação gama foram os que mais reduziram as contagens de psicrotróficos entre as bebidas processadas.

Tabela 4.1 – Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

| Contagem de aeróbios psicrotróficos (UFC/ ml) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | $3,3 \times 10^6$ | $2,5 \times 10$ | $4,3 \times 10^2$ | $4,0 \times 10$ |
| | 7 | $2,5 \times 10^5$ | $2,0 \times 10^2$ | $2,5 \times 10^2$ | $3,5 \times 10^2$ |
| | 14 | $5,4 \times 10^6$ | $7,5 \times 10^2$ | $3,0 \times 10^2$ | $2,5 \times 10^2$ |
| | 21 | ... | $3,0 \times 10$ | $2,1 \times 10^2$ | $5,0 \times 10$ |
| | 28 | ... | $2,0 \times 10$ | $7,2 \times 10^2$ | $3,0 \times 10$ |
| | 35 | ... | $5,2 \times 10$ | $4,0 \times 10$ | $< 10$ |
| | 42 | ... | $3,0 \times 10$ | $5,4 \times 10^2$ | $3,5 \times 10$ |

Nota: Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

Algumas bactérias, fungos filamentosos e leveduriformes têm habilidade de transformar açúcares em ácidos e gomas, substâncias indesejáveis à industrialização de alguns alimentos. O processo de deterioração microbiológica da cana-de-açúcar pode ser acelerado se as condições de armazenamento não forem adequadas, podendo ocorrer aumento da acidez titulável, do índice de pH e do teor de gomas (SILVA; CESAR; SILVA, 2003).

Hansted et al. (1997) investigaram os efeitos da radiação gama na redução de microrganismos contaminantes do caldo de cana obtido através da moagem manual da cana-de-açúcar. As amostras foram irradiadas com doses de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 kGy e armazenadas sob refrigeração a 4 ± 1ºC durante 1, 7, 15 e 21 dias. Observaram que a dose de 3,0 kGy manteve a contagem microbiológica total inicial até o sétimo dia de armazenamento, a dose de 5 kGy até o décimo quinto dia e a dose de 6,0 kGy até o vigésimo primeiro dia de armazenamento, diferindo do encontrado nesse estudo, em que a dose de 2,5 kGy foi suficiente para manter a contagem microbiológica inicial até o quadragésimo segundo dia de armazenamento refrigerado.

As bebidas submetidas aos processamentos apresentaram reduções nas contagens de bactérias lácticas em relação ao controle. Ao final do quadragésimo segundo dia de armazenamento, todas as bebidas processadas encontravam-se em condições satisfatórias, não apresentando deterioração microbiológica (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Contagem de bactérias lácticas durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

| Contagem de bactérias lácticas (UFC/ ml) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | $3,9 \times 10^5$ | < 10 | $7,5 \times 10^2$ | < 10 |
| | 7 | $6,0 \times 10^5$ | $1,0 \times 10^2$ | $3,0 \times 10^2$ | < 10 |
| | 14 | $1,7 \times 10^5$ | $2,5 \times 10^2$ | $4,0 \times 10^2$ | $2,0 \times 10^2$ |
| | 21 | ... | 2,0 x 10 | $3,6 \times 10^2$ | 6,0 x 10 |
| | 28 | ... | 9,5 x 10 | $2,9 \times 10^2$ | 7,0 x 10 |
| | 35 | ... | 8,0 x 10 | 7,5 x 10 | 3,0 x 10 |
| | 42 | ... | 7,0 x 10 | $1,1 \times 10^2$ | 4,0 x 10 |

Nota: Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

De acordo com Geraldini et al. (1979) e Thomas (1996) as bactérias lácticas são microaerófilas, toleram pH ácido e apresentam baixa resistência térmica sendo, geralmente, destruídas quando submetidas ao tratamento térmico. Entre as bebidas processadas, às submetidas ao tratamento térmico isolado e a combinada com a radiação gama foram as mais efetivas na redução das contagens de bactérias lácticas.

Os produtos resultantes da degradação pelas bactérias lácticas são o diacetil, que induz odor forte e sabor desagradável, $CO_2$, ácido láctico e dextranas, que alteram a viscosidade do produto (GERALDINI et al., 1979). Nesse estudo, no sétimo dia de armazenamento, o controle apresentou-se turvo, viscoso e com sedimentação, provavelmente devido aos produtos da

degradação das bactérias lácticas, além da presença de películas e floculação, indicando que o caldo de cana adicionado de suco de frutas e sem processamento apresenta vida útil muito reduzida.

Alcarde; Walder e Horii (2003) estudando a ação da radiação gama em mosto de caldo de cana-de-açúcar com doses de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 kGy observaram que esses tratamentos reduziram a população de bactérias contaminantes da fermentação alcoólica como *Bacillus* e *Lactobacillus*, sendo eficiente para descontaminar o produto e melhorar os parâmetros da fermentação alcoólica, aumentando significativamente seu rendimento.

Os processamentos das bebidas elaboradas com caldo de cana adicionadas de suco de limão reduziram as contagens de fungos filamentosos e leveduriformes quando comparado ao controle (Tabela 4.3). Ao final do período de armazenamento, todas as bebidas estavam em condições satisfatórias para consumo, não apresentando sinais de deterioração microbiológica.

Tabela 4.3 – Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

| Contagem de fungos filamentosos e leveduriformes (UFC/ ml) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | $9,6 \times 10^5$ | $5,5 \times 10$ | $4,0 \times 10^3$ | $4,5 \times 10$ |
| | 7 | $4,2 \times 10^5$ | $1,5 \times 10^2$ | $1,0 \times 10^2$ | $6,0 \times 10^2$ |
| | 14 | $6,5 \times 10^5$ | $6,0 \times 10$ | $3,5 \times 10^2$ | $3,5 \times 10^2$ |
| | 21 | ... | $5,0 \times 10$ | $2,5 \times 10^2$ | $2,5 \times 10$ |
| | 28 | ... | $3,5 \times 10$ | $1,4 \times 10^2$ | $3,5 \times 10$ |
| | 35 | ... | $5,6 \times 10$ | $7,0 \times 10$ | $1,5 \times 10$ |
| | 42 | ... | $5,0 \times 10$ | $1,8 \times 10^2$ | $4,5 \times 10$ |

Nota: Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

Segundo Leitão (1973) e Uboldi-Eiroa (1989) a deterioração de sucos de frutas ocasionada por leveduras ocorre devido a esses microrganismos apresentarem elevada tolerância aos ácidos e capacidade de se desenvolverem anaerobicamente. As leveduras possuem baixa resistência térmica e sua multiplicação resulta na produção de $CO_2$ e etanol, podendo também ocorrer a formação de películas e floculação, o que diminui a turvação dos sucos. As leveduras podem utilizar ácidos orgânicos, resultando em elevação do pH e também produzir acetaldeído, o que contribui para o odor fermentado.

De acordo com Urbain (1986a) os fungos filamentosos e leveduriformes apresentam susceptibilidade à radiação comparada a de algumas bactérias não formadoras de esporos, sendo

que as doses letais para os fungos filamentosos situam-se entre 2,5 e 6,0 kGy e para as leveduras entre 4,65 e 20 kGy.

O tratamento térmico isolado e o combinado com a radiação gama foram os mais efetivos nas reduções das contagens de fungos filamentosos e leveduriformes, entre as bebidas processadas provavelmente devido à baixa resistência térmica que esses microrganismos apresentam. O tratamento com irradiação isolada não apresentou a mesma eficácia na redução das contagens de fungos filamentosos e leveduriformes, em relação aos demais processamentos, provavelmente devido às elevadas doses de radiação requeridas para eliminação desses microrganismos. No entanto, esse tratamento apresentou-se eficaz quando comparado ao controle.

Estudos realizados por Domarco et al. (1996) concluíram que a dose de 2,5 kGy foi suficiente para controlar a proliferação de *Saccharomyces cerevisiae* em suco de laranja por 90 dias de armazenamento a 5ºC. Alcarde e Walder (1997) encontraram resultados semelhantes estudando mosto de melaço de cana-de-açúcar, concluindo que a radiação gama pode ser um importante processo para o controle da contaminação por leveduras nesse produto.

Os fungos filamentosos da microbiota natural das frutas são capazes de desenvolverem-se em uma ampla faixa de pH e de atividade de água, sendo pouco exigentes em nutrientes, fundamentalmente aeróbios e, em geral, apresentam baixa resistência térmica, sendo facilmente eliminados em produtos pasteurizados. A deterioração por fungos filamentosos manifesta-se pela produção de $CO_2$ e conseqüente estufamento da embalagem. A ocorrência de fungos filamentosos viáveis em sucos processados submetidos a tratamento térmico deve-se, geralmente, ao subprocessamento ou à recontaminação (LEITÃO, 1973; UBOLDI-EIROA, 1989). Nesse estudo, não foram observadas embalagens de caldo de cana adicionado de suco de limão estufadas em nenhum dos tratamentos, indicando que não houve a ocorrência de fungos filamentosos viáveis nos sucos submetidos ao processamento.

### 4.3.2 Análises físico-químicas

Os processamentos das bebidas elaboradas com caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão fizeram com que essas apresentassem significativamente pH menos ácido do que a

bebida *in natura*. Durante o período de 42 dias de armazenamento, em todos os tratamentos houve alteração do pH, com aumento da acidez do produto (Tabela 4.4 e Figura 4.1).

Segundo Urbain (1986b) as radiações ionizantes podem agir de forma direta ou indireta sobre as moléculas alvo. Os efeitos indiretos resultam na formação de radicais livres, geralmente modificações das moléculas de água. A radiólise da água é a modificação estrutural da molécula causada pela radiação ionizante. Esta pode levar à formação de radicais livres, como prótons hidrogênio e radicais hidroxilas que se caracterizam por serem muito reativos. A liberação dos prótons hidrogênio reduz o pH do meio, alterando as cinéticas das reações bioquímicas, levando à desnaturação das proteínas e à morte celular.

Tabela 4.4 – Determinações do pH no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil da bebida processada*

| pH | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 3,64 ± 0,02Ba | 3,69 ± 0,01Aa | 3,70 ± 0,01Aa | 3,69 ± 0,01Ab |
| | 7 | 3,60 ± 0,01Bb | 3,71 ± 0,01Aa | 3,71 ± 0,01Aa | 3,72 ± 0,01Aa |
| | 14 | 3,58 ± 0,02Bb | 3,70 ± 0,01Aa | 3,70 ± 0,01Aa | 3,71 ± 0,02Aa |
| | 21 | ... | 3,70 ± 0,01Aa | 3,68 ± 0,01Ba | 3,70 ± 0,01Aab |
| | 28 | ... | 3,68 ± 0,02Bab | 3,68 ± 0,01Ba | 3,70 ± 0,01Aab |
| | 35 | ... | 3,63 ± 0,08Bb | 3,65 ± 0,02ABb | 3,69 ± 0,01Abc |
| | 42 | ... | 3,62 ± 0,09Ab | 3,63 ± 0,03Ab | 3,67 ± 0,02Ac |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

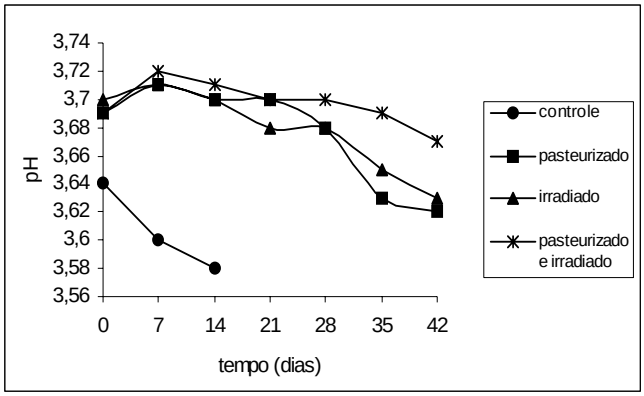



Figura 4.1 – Valores de pH detectados durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Entre os tratamentos, não houve diferença significativa em relação ao teor de sólidos solúveis. Durante o período de armazenamento, o teor de sólidos solúveis diminuiu significativamente na bebida submetida à pasteurização. Para os demais tratamentos, não houve diferença significativa quanto a esse atributo durante o armazenamento (Tabela 4.5 e Figura 4.2). Prati et al. (2004) estudando a vida útil de caldo de cana com adição de suco de maracujá pasteurizado também observou que o teor de sólidos solúveis diminuiu durante os 30 dias de armazenamento da bebida sob refrigeração (4 - 6ºC).

Tabela 4.5 – Determinações do teor de sólidos solúveis no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| | Teor de sólidos solúveis (ºBrix) | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 21,45 ± 0,71Aa | 21,31± 0,60Aa | 21,25 ± 0,53Aa | 21,26 ± 0,51Aa |
| | 7 | 21,23 ± 0,58Aa | 21,38 ± 0,61Aa | 21,33 ± 0,51Aa | 21,35 ± 0,57Aa |
| | 14 | 20,98 ± 0,64Aa | 21,40 ± 0,63Aa | 21,35 ± 0,46Aa | 21,43 ± 0,55Aa |
| | 21 | ... | 21,37 ± 0,49Aa | 21,15 ± 0,31Aa | 21,28 ± 0,49Aa |
| | 28 | ... | 21,28 ± 0,50Aab | 20,75 ± 0,38Ab | 21,15 ± 0,53Aa |
| | 35 | ... | 21,30 ± 0,58Aab | 20,74 ± 0,53Ab | 20,98 ± 0,60Aa |
| | 42 | ... | 21,20 ± 0,80Ab | 20,78 ± 0,56Aab | 20,91 ± 0,58Aa |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

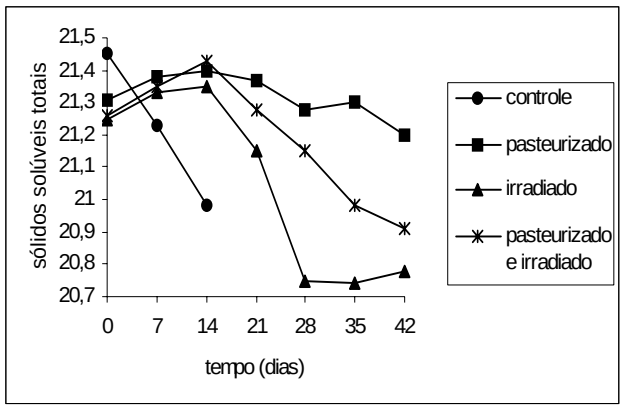



Figura 4.2 – Valores de sólidos solúveis durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

A acidez titulável aumentou durante o período de armazenamento nas bebidas pasteurizadas, irradiadas e no controle. Nos produtos submetidos à pasteurização combinada com a radiação gama, não houve diferença significativa em relação à acidez titulável durante os 42 dias de armazenamento. Ao final do período de armazenamento, as bebidas pasteurizadas e as irradiadas apresentaram-se mais ácidas do que a bebida submetida à pasteurização combinada com a radiação gama (Tabela 4.6 e Figura 4.3). Prati et al. (2004) estudando a vida útil de caldo de cana adicionado de suco de maracujá submetido à pasteurização observou que durante o armazenamento refrigerado, houve redução significativa da acidez titulável da bebida, discordando dos resultados encontrados nesse estudo.

Tabela 4.6 – Determinações da acidez titulável no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| Acidez titulável (% de ácido cítrico) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 0,31 ± 0,01Ab | 0,30 ± 0,01Abc | 0,30 ± 0,01Ac | 0,30 ± 0,01Aab |
| | 7 | 0,32 ± 0,01Aa | 0,29 ± 0,01Bc | 0,30 ± 0,01Bc | 0,29 ± 0,01Bb |
| | 14 | 0,33 ± 0,01Aa | 0,29 ± 0,01Bc | 0,29 ± 0,01Bc | 0,30 ± 0,01Bab |
| | 21 | ... | 0,29 ± 0,01ABc | 0,30 ± 0,01Abc | 0,29 ± 0,00Bb |
| | 28 | ... | 0,30 ± 0,01Abc | 0,30 ± 0,01Abc | 0,29 ± 0,01Ab |
| | 35 | ... | 0,31 ± 0,01Aab | 0,31 ± 0,01Aab | 0,30 ± 0,01Aab |
| | 42 | ... | 0,32 ± 0,01Aa | 0,31 ± 0,01Aa | 0,30 ± 0,01Ba |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a $p< 0,05$.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

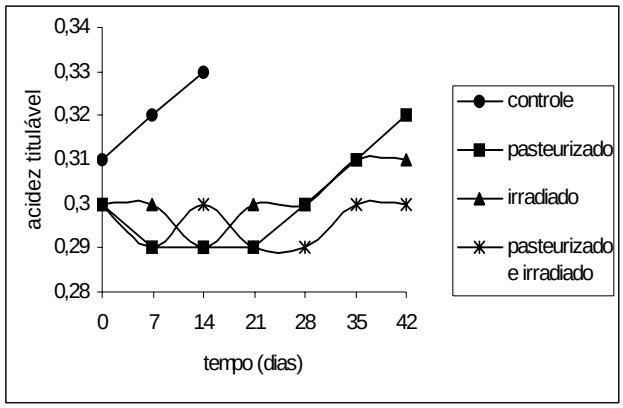



Figura 4.3 – Valores de acidez titulável durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Em relação ao *ratio*, não houve diferença significativa entre os tratamentos submetidos aos processamentos. A partir do sétimo dia de armazenamento, o controle diferiu significativamente das bebidas processadas, apresentando menor valor da relação teor de sólidos solúveis/ acidez titulável. O *ratio* da bebida irradiada diminuiu significativamente durante o período de 42 dias de armazenamento. O controle e as bebidas submetidas à pasteurização e a pasteurização combinada com a radiação gama não apresentaram diferença significativa em relação ao *ratio* durante o armazenamento (Tabela 4.7 e Figura 4.4). Prati et al. (2004) estudando a vida útil de caldo de cana adicionado de suco de maracujá submetido à pasteurização observou que não houve diferença significativa em relação ao *ratio* da bebida durante os 30 dias de armazenamento refrigerado, concordando com os resultados encontrados nesse estudo.

Tabela 4.7 – Determinações do *ratio* no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| | *Ratio* (ºBrix/AT) | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 68,77 ± 3,47Aa | 70,43 ± 2,73Aab | 70,74 ± 1,96Aa | 69,71 ± 1,52Aa |
| | 7 | 64,94 ± 3,63Ba | 71,75 ± 2,24Aa | 71,29 ± 1,63Aa | 71,35 ± 1,79Aa |
| | 14 | 63,51 ± 3,95Ba | 71,52 ± 1,95Aab | 71,36 ± 2,05Aa | 70,82 ± 2,52Aa |
| | 21 | ... | 71,20 ± 2,31Aab | 69,33 ± 1,66Aab | 71,13 ± 1,60Aa |
| | 28 | ... | 70,08 ± 3,18Aab | 68,30 ± 2,28Aabc | 70,95 ± 1,39Aa |
| | 35 | ... | 67,21 ± 4,89Aab | 65,86 ± 2,85Abc | 69,08 ± 3,03Aa |
| | 42 | ... | 65,80 ± 4,36Ab | 65,38 ± 2,66Ac | 67,78 ± 2,32Aa |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

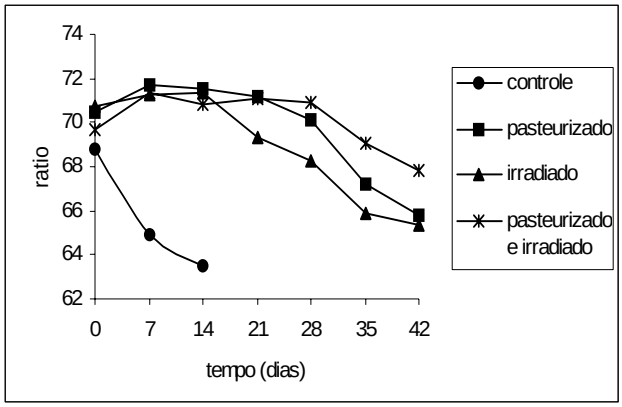



Figura 4.4 – Valores de *ratio* durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Com o decorrer do período de armazenamento, houve decréscimo significativo no teor de açúcares totais presentes na bebida *in natura*, pasteurizada e na irradiada. A bebida submetida à pasteurização combinada com a radiação não apresentou diferença significativa em relação ao parâmetro açúcares totais durante o armazenamento e foi a que apresentou menores perdas de açúcares totais comparativamente aos demais processamentos. O tratamento de pasteurização foi o que apresentou as maiores perdas de açúcares totais durante o armazenamento (Tabela 4.8 e Figura 4.5)

Tabela 4.8 – Determinações do teor de açúcares totais no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| Açúcares totais (%) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 17,77 ± 0,07Aa | 17,60 ± 0,01Aa | 17,64 ± 0,19Aa | 17,69 ± 0,19Aa |
| | 7 | 17,52 ± 0,06Ab | 17,56 ± 0,07Aa | 17,56 ± 0,07Aab | 17,81 ± 0,07Aa |
| | 14 | 17,40 ± 0,07Bb | 17,52 ± 0,14BAa | 17,64 ± 0,06ABa | 17,73 ± 0,12Aa |
| | 21 | ... | 17,48 ± 0,12Aa | 17,60 ± 0,21Aa | 17,77 ± 0,14Aa |
| | 28 | ... | 17,16 ± 0,06Bb | 17,52 ± 0,14Aab | 17,64 ± 0,19Aa |
| | 35 | ... | 16,89 ± 0,00Cc | 17,44 ± 0,07Bab | 17,68 ± 0,07Aa |
| | 42 | ... | 16,85 ± 0,06Cc | 17,20 ± 0,06Bb | 17,56 ± 0,14Aa |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

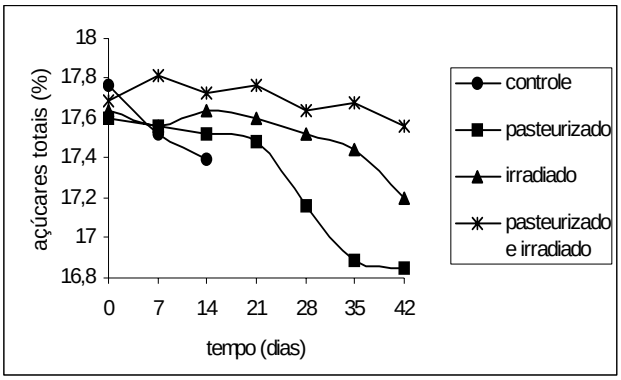



Figura 4.5 – Valores de açúcares totais durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Observou-se aumento no teor de açúcares redutores do caldo de cana adicionado de suco de limão durante o armazenamento em todos os processamentos analisados e também no controle. Ao final do período de armazenamento, a bebida submetida à pasteurização apresentou significativamente maior teor de açúcares redutores em relação aos demais processamentos (Tabela 4.9 e Figura 4.6). De acordo com Fogliata; Ayala e Torne (1989) com o decorrer do período de armazenamento do caldo de cana, a sacarose transforma-se em açúcares redutores (glicose e frutose) e ocorre uma correlação positiva entre o aumento no teor de açúcares redutores e na concentração de dextranas e no aumento do teor de açúcares redutores e a acidez titulável.

Tabela 4.9 – Determinações do teor de açúcares redutores no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| Açúcares redutores (%) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 0,51 ± 0,02Ab | 0,52 ± 0,01Abc | 0,52 ± 0,01Ac | 0,51 ± 0,01Ad |
| | 7 | 0,55 ± 0,01Aa | 0,51 ± 0,01Cc | 0,53 ± 0,01ABbc | 0,52 ± 0,01BCcd |
| | 14 | 0,58 ± 0,01Aa | 0,51 ± 0,02Bc | 0,52 ± 0,01Bbc | 0,52 ± 0,01Bbcd |
| | 21 | ... | 0,53 ± 0,01Abc | 0,54 ± 0,01Abc | 0,53 ± 0,01Abcd |
| | 28 | ... | 0,55 ± 0,01Ab | 0,53 ± 0,01Abc | 0,53 ± 0,01Abc |
| | 35 | ... | 0,59 ± 0,01Aa | 0,54 ± 0,01Bb | 0,55 ± 0,01Bab |
| | 42 | ... | 0,60 ± 0,01Aa | 0,57 ± 0,01Ba | 0,56 ± 0,01Ba |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a $p< 0,05$.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

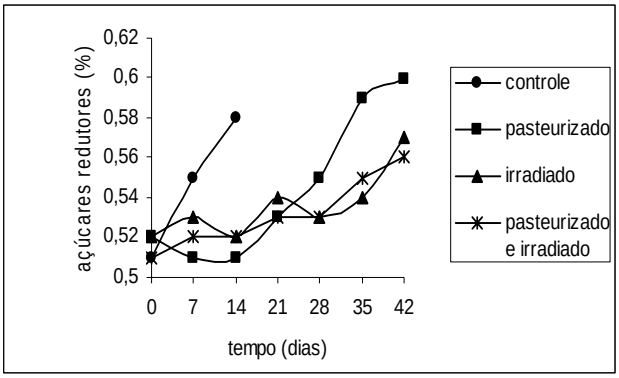



Figura 4.6 – Valores de açúcares redutores durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Na avaliação da coloração das bebidas, sabe-se que o valor L expressa a luminosidade da amostra e varia de 0 a 100; sendo que, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra, e quanto mais distante, mais escura. Durante o período de 42 dias de armazenamento, houve diminuição significativa da luminosidade das bebidas submetidas ao processamento, concordando com os resultados encontrados por Prati et al. (2004). O controle apresentou-se, de acordo com o valor L, mais escuro entre as bebidas analisadas. O tratamento térmico combinado com a radiação gama foi o que se apresentou mais claro ao final do armazenamento, entre as bebidas processadas (Tabela 4.10 e Figura 4.7).

Tabela 4.10 – Determinações físico-químicas da luminosidade no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| Luminosidade | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 28,07 ± 0,70Ca | 29,01 ± 0,21ABa | 28,93 ± 0,41Ba | 29,72 ± 0,38Aab |
| | 7 | 27,79 ± 0,68Ca | 29,08 ± 0,10Ba | 28,95 ± 0,57Ba | 29,86 ± 0,29Aa |
| | 14 | 27,37 ± 0,37Ca | 28,96 ± 0,18Bab | 28,86 ± 0,53Ba | 29,78 ± 0,25Aa |
| | 21 | ... | 28,77 ± 0,23Bab | 28,43 ± 0,56Ba | 29,44 ± 0,28Aabc |
| | 28 | ... | 28,23 ± 0,36Bbc | 28,10 ± 0,78Bab | 29,40 ± 0,28Aabc |
| | 35 | ... | 27,89 ± 0,38Bc | 27,24 ± 0,32Cb | 28,86 ± 0,49Abc |
| | 42 | ... | 27,51 ± 0,87Bc | 27,07± 0,78Bb | 28,10 ± 0,46Ac |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

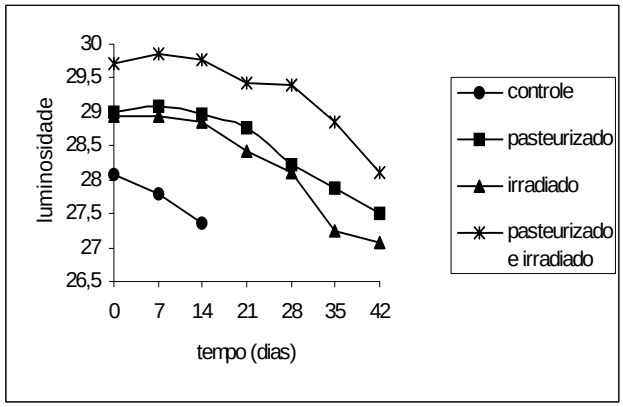



Figura 4.7 – Valores de luminosidade durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Com o decorrer do período de armazenamento, observou-se diferença significativa em relação à coloração das bebidas processadas e do controle que tenderam do amarelo ao verde. Segundo McGuire (1992) valores de ângulo de cor mais distantes de 90º representam colorações mais verdes, ao passo que, quanto mais próximos a 90º, mais amarelas são as amostras. No início do período de armazenamento, a bebida submetida à pasteurização combinada com a irradiação apresentou-se mais amarelada que as demais amostras e o controle mais esverdeado. Ao final do período de armazenamento, a bebida pasteurizada combinada com a irradiação apresentou-se mais amarelada que a submetida à pasteurização, mas não diferiu significativamente da bebida irradiada (Tabela 4.11 e Figura 4.8).

Tabela 4.11 – Determinações físico-químicas do ângulo de cor no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| Ângulo de cor (º) | | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 107,78 ± 0,64Ab | 105,95 ± 0,52Cb | 106,86 ± 0,31Bb | 104,96 ± 0,23Db |
| | 7 | 109,07 ± 1,07Aa | 105,89 ± 1,36BCb | 106,93 ± 0,28Bb | 105,19 ± 0,40Cb |
| | 14 | 109,76 ± 0,37Aa | 105,84 ± 0,46Bb | 106,88 ± 0,57Ab | 105,20 ± 0,37Bb |
| | 21 | ... | 106,51 ± 0,32ABb | 107,41 ± 2,41Aab | 105,11 ± 0,58Bb |
| | 28 | ... | 108,74 ± 0,42Aa | 107,30 ± 0,84Bb | 105,65 ± 1,17Cab |
| | 35 | ... | 109,39 ± 1,29Aa | 108,86 ± 0,75Aab | 106,25 ± 1,03Bab |
| | 42 | ... | 109,58 ± 0,92Aa | 109,04 ± 1,04ABa | 107,31 ± 1,86Ba |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a p< 0,05.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

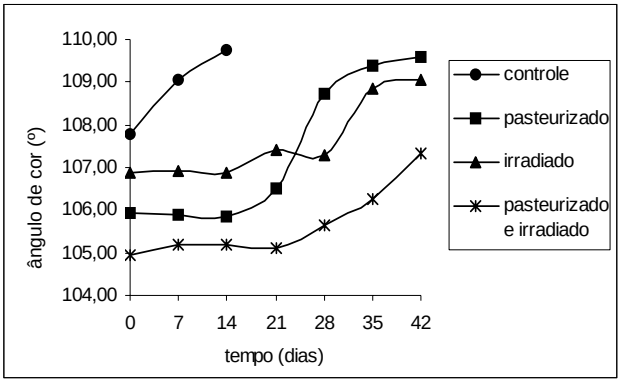



Figura 4.8 – Valores do ângulo de cor durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

De acordo com McGuire (1992) o croma define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e ao redor de 60 para cores vívidas. Assim, maiores valores de croma significam maior intensidade da cor. Ao final do período de armazenamento, os valores encontrados para o croma indicaram que as bebidas submetidas ao processo de irradiação isolado ou combinado com a pasteurização, apresentaram-se com coloração mais intensa do que no início do armazenamento. A bebida pasteurizada não apresentou variação durante o armazenamento quanto à intensidade da coloração, no entanto, no vigésimo primeiro dia de armazenamento foi verificado um pico de intensidade de cor, que se manteve constante nos demais períodos (Tabela 4.12 e Figura 4.9).

Tabela 4.12 – Determinações físico-químicas do croma no caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão durante a análise da vida útil das bebidas processadas*

| | Croma | controle | pasteurizado | irradiado | pasteurizado e irradiado |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo (dias) | 0 | 8,13 ± 0,61Aa | 8,17 ± 0,57Ab | 8,19 ± 0,36Ab | 8,18 ± 0,39Ad |
| | 7 | 8,16 ± 0,72Aa | 8,21 ± 0,75Ab | 8,13 ± 0,58Ab | 8,37 ± 0,38Acd |
| | 14 | 8,76 ± 0,48Aa | 8,38 ± 0,50Ab | 8,21 ± 0,53Ab | 8,80 ± 0,14Abc |
| | 21 | ... | 9,60 ± 0,34Aa | 9,29 ± 0,27ABa | 8,89 ± 0,24Bb |
| | 28 | ... | 9,13 ± 0,63Aab | 9,26 ± 0,22Aa | 8,87 ± 0,09Ab |
| | 35 | ... | 9,16 ± 0,64Aab | 9,43 ± 0,51Aa | 9,17 ± 0,25Aab |
| | 42 | ... | 9,04 ± 0,45Aab | 9,46 ± 0,27Aa | 9,42 ± 0,21Aa |

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, e letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
* médias seguidas de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível

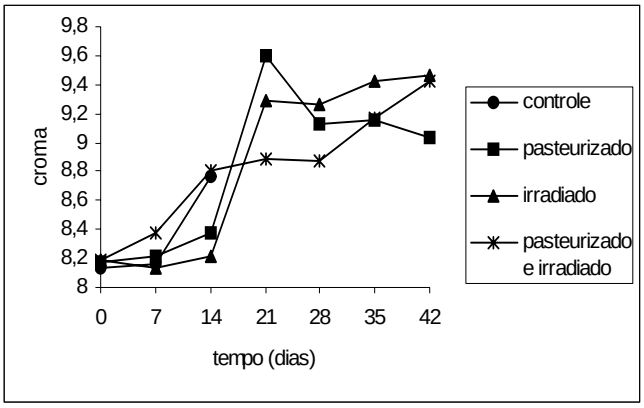



Figura 4.9 – Valores do croma durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

### 4.3.3 Análise sensorial

A análise sensorial possibilitou o estudo do efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade da bebida elaborada com caldo de cana e suco de limão, obtendo-se a diferença estatística entre as médias das notas dos 35 provadores durante o período de armazenamento (Tabela 4.13).

Tabela 4.13 - Resultados da análise sensorial com a média das notas dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, impressão global e atitude de compra do caldo de cana adicionado de suco de limão *in natura* e processado durante a análise da vida útil

| | | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atributo | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 |
| aparência | t1 | 6,97Ac | 6,03Bb | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 7,46Ab | 7,06Ba | 7,43Ab | 7,26ABab | 7,54Aa | 7,37ABa | 7,03Bb |
| | t3 | 7,23Abc | 6,97ABa | 7,17BAb | 6,91ABb | 7,03ABa | 6,96ABa | 6,80Bb |
| | t4 | 7,89Aa | 7,43CDa | 7,77ABa | 7,54BCa | 7,20Da | 7,51BCDa | 7,66ABCa |
| cor | t1 | 6,74Ac | 5,34Bc | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 7,29ABb | 7,60Aa | 7,20ABb | 7,17BCab | 7,34ABba | 7,06BCab | 7,23ABab |
| | t3 | 7,03Abc | 7,09Ab | 6,86ABb | 7,00ABb | 6,91ABb | 6,74ABb | 6,63Bb |
| | t4 | 7,94Aa | 7,83Aa | 7,89Aa | 7,74Aa | 7,77Aa | 7,69ABa | 7,37Ba |
| aroma | t1 | 6,80Aa | 5,74Bc | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 6,57Aa | 6,91Aa | 6,69ABa | 6,94Aa | 6,29BCa | 6,40BCa | 6,09Ca |
| | t3 | 6,46Aa | 6,34ABCb | 6,43Aa | 6,00BCb | 6,37ABa | 5,49Db | 5,94Ca |
| | t4 | 6,37ABCa | 6,80Aab | 6,60ABCa | 6,26BCab | 6,74ABa | 6,17Cab | 6,31ABCa |
| sabor | t1 | 7,03Aa | 4,71Bb | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 6,89BCa | 7,20ABa | 7,06ABa | 6,54Ca | 7,31Aa | 7,14ABa | 6,51Ca |
| | t3 | 6,69ABa | 7,00Aa | 6,71ABa | 6,34BCa | 6,03Cb | 5,63Dc | ... |
| | t4 | 6,74ABCa | 7,03Aa | 6,89ABa | 6,77ABCa | 6,51BCb | 6,37Cb | 5,89Db |
| impressão global | t1 | 6,91Aa | 5,08Bb | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 7,06Aa | 7,31Aa | 6,97Aa | 6,60Aa | 7,03Aa | 6,46Aa | 6,77Aa |
| | t3 | 6,66ABa | 7,06Aa | 6,09ABb | 6,14ABa | 6,11ABb | 5,66ABb | 5,23Bc |
| | t4 | 6,80Aa | 7,27Aa | 6,51Aab | 6,83Aa | 6,51Aab | 6,04Aab | 5,86Ab |
| atitude de compra | t1 | 3,17Aa | 1,97Bc | ... | ... | ... | ... | ... |
| | t2 | 3,34Ba | 3,80Aa | 3,54ABa | 3,43Ba | 3,49ABa | 3,60ABa | 3,54ABa |
| | t3 | 2,97Ba | 3,46Ab | 2,69BCb | 2,60CDb | 2,34Dc | 2,46CDc | 2,31Dc |
| | t4 | 3,23Ba | 3,63Aab | 2,77Cb | 3,02BCab | 2,83Cb | 3,03BCb | 2,74Cb |

Notas: Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas, e mesma letra minúcula nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.
t1: controle; t2: pasteurizado; t3: irradiado; t4: pasteurizado e irradiado.
Sinal convencional utilizado:
... Dado não disponível.

O controle apresentou rejeição sensorial pelos provadores a partir do sétimo dia de armazenamento, em todos os atributos avaliados, exceto a aparência.

O tratamento combinado de pasteurização e radiação gama apresentou-se ao final do período de armazenamento, com a melhor avaliação sensorial em relação à aparência quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 4.13 e Figura 4.10). Durante o armazenamento, a bebida submetida à pasteurização combinada com a radiação gama apresentou-se juntamente com a bebida pasteurizada a melhor avaliação entre os provadores para a cor (Tabela 4.13 e Figura 4.11). Quanto ao aroma, não houve diferença significativa entre os processamentos, no final do período de armazenamento (Tabela 4.13 e Figura 4.12).

Houve redução significativa da aceitação dos provadores em relação ao atributo sabor nas bebidas irradiadas e nas submetidas à pasteurização combinada com a radiação gama. A partir do vigésimo oitavo dia de armazenamento, a bebida pasteurizada apresentou-se com melhor avaliação do que os demais tratamentos, em relação ao atributo sabor. A avaliação de sabor da bebida irradiada foi realizada até o trigésimo quinto dia, devido ao fato de mais de 50% dos provadores atribuírem notas inferiores a 6 para esse atributo, indicando término da vida útil aos 28 dias de armazenamento (Tabela 4.13 e Figura 4.13). Quanto aos atributos impressão global e atitude compra, houve diferença significativa entre os tratamentos, ao final do período de armazenamento. A bebida pasteurizada apresentou maior aceitação entre os provadores (Tabela 4.13 e Figuras 4.14 e 4.15).

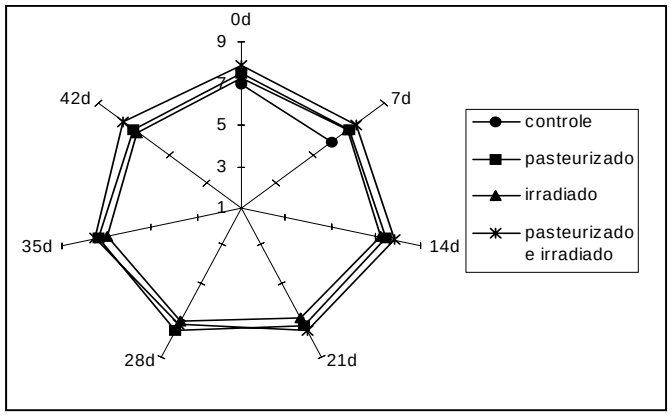



Figura 4.10 – Avaliação sensorial do atributo aparência durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

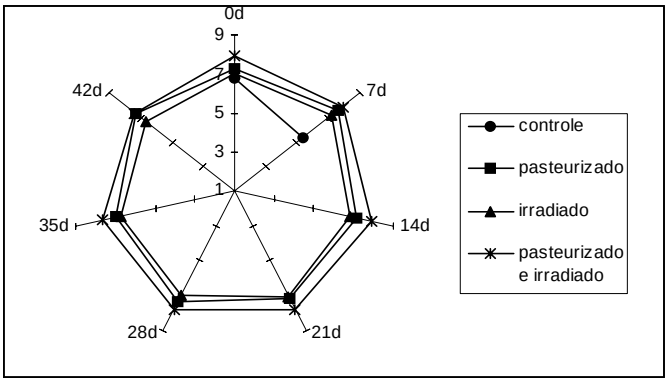



Figura 4.11 – Avaliação sensorial do atributo cor durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

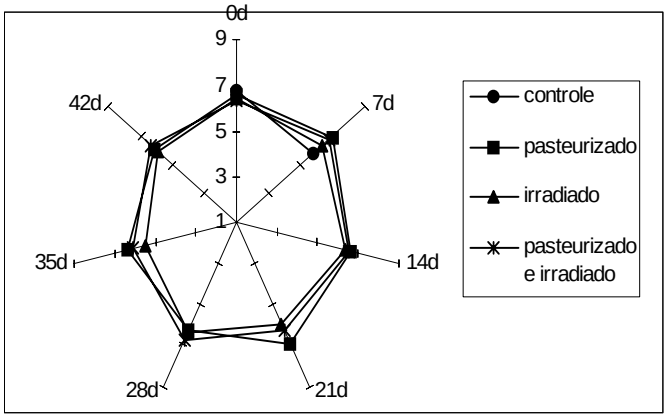



Figura 4.12 – Avaliação sensorial do atributo aroma durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

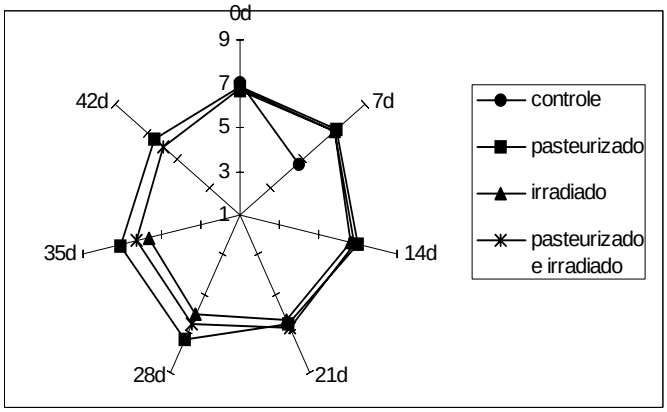



Figura 4.13 – Avaliação sensorial do atributo sabor durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

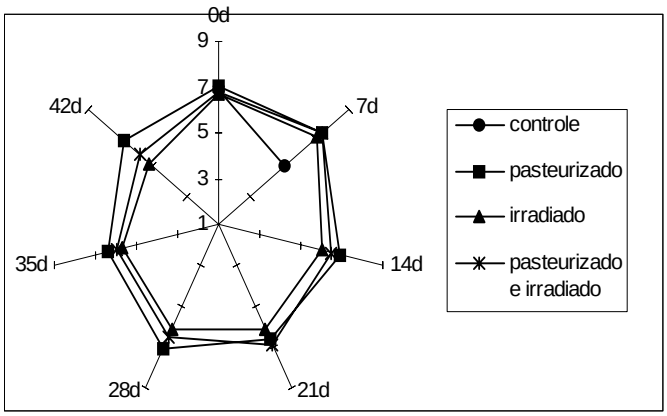



Figura 4.14 – Avaliação sensorial do atributo impressão global durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% e suco de limão

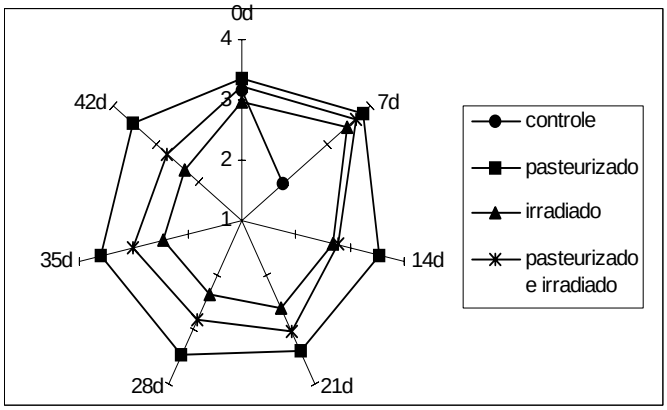



Figura 4.15 – Avaliação sensorial do atributo atitude de compra durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana e 4% de suco de limão

Prati et al. (2004) estudando a vida útil de caldo de cana adicionado de 5% de suco de maracujá observou que em relação aos atributos sensoriais, a nota média dos provadores para a cor, sabor e impressão global da bebida processada diminuiu significativamente durante o período de 30 dias de armazenamento refrigerado, variando entre 7,3 e 6,7, 7,8 e 7,3 e 7,7 e 7,4, respectivamente, utilizando escala hedônica não estruturada de 9 pontos.

Silva (2004) estudando a vida útil de caldo de cana puro envasado a quente e por processamento asséptico observou que as notas médias dos provadores para os atributos sensoriais de aparência, aroma e impressão global não apresentaram diferença significativa durante o período de armazenamento. Os valores encontrados variaram entre 6,7 e 5,8, 6,3 e 6,6 e 6,6 e 6,0, respectivamente, para o caldo de cana envasado a quente e entre 7,1 e 6,0, 6,4 e 6,1 e

6,2 e 5,6, respectivamente, para o caldo de cana processado assepticamente, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos.

De acordo com Coutinho; Mello e Santa-Maria (2003) o polietileno de alta densidade é utilizado em diferentes segmentos, inclusive na confecção de embalagens para alimentos. A utilização de garrafas plásticas desse material para o envasamento de produtos líquidos tem crescido, pois, quando comparadas a outros materiais convencionais, apresentam vantagens, como peso reduzido, facilidade de descarte, menor fragilidade à quebra, resistência à corrosão, fácil enchimento, boas condições de transporte, comodidade de manuseio, são atóxicas, inodoras, além de a fabricação requerer menores investimentos em maquinários e instalações.

Costa et al. (2006) estudaram o efeito da radiação gama obtida da fonte radioativa isotópica $^{60}Co$, com doses de 50, 100, 150, 200 e 2000 kGy sobre a resistência mecânica do polietileno de alta densidade. Os resultados demonstraram que a radiação provoca mudanças significativas na estrutura macromolecular do polietileno e, conseqüentemente, nas suas propriedades, ocorrendo aumento na resistência mecânica com o aumento das doses aplicadas. O aumento das propriedades mecânicas foi atribuído ao fato do PEAD apresentar insaturações em sua cadeia que favorecem a formação de ligações cruzadas na região amorfa. O grau de cristalinidade não foi alterado em função das doses de radiação a que foram submetidos.

As garrafas de polietileno de alta densidade utilizadas para o envasamento das bebidas elaboradas resistiram ao processamento térmico e à irradiação, apresentando-se em condições satisfatórias, sem vazamentos e deformações em sua estrutura durante todo o período de armazenamento estudado, evidenciando uma possibilidade de uso desse tipo de embalagem no envasamento das bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e 4% de suco de limão.

## 4.4 Conclusões

As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e 4% de suco de limão, submetidas à radiação gama, à pasteurização combinada com a radiação gama e a pasteurização, acondicionadas em garrafas de polietileno de alta densidade e armazenadas sob refrigeração mantiveram qualidade sensorial satisfatória durante os períodos de 28, 35 e 42 dias, respectivamente, após o processamento.

Entre os tratamentos empregados para a conservação do caldo de cana adicionado de 4% de suco de limão, o processamento térmico isolado foi o mais indicado para a preservação do produto, pois é o que menos incrementa o preço do processo e ainda confere poucas alterações nas características físico-químicas da bebida, foi sensorialmente bem aceito, reduziu as contagens de microrganismos e apresentou a maior vida útil.

**Referências**

ALCARDE, A.R.; WALDER, J.M.M. Efeito da irradiação gama na sobrevivência da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (cepa M-300-A) em mosto de mel de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.3, p.203-208, 1997.

ALCARDE, A.R.; WALDER, J.M.M.; HORII, J. Fermentation of irradiated sugarcane must. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.677-681, 2003.

ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.105-122, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analitical chemists**. 16th ed. Arlington, 1995. 1141p.

BALDINI, V.L.; CAMPOS, S.D., SREBERNICH, S.M. Sabor dos alimentos: os problemas e sua modificação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.4, p.249-260, 1983.

BHUPINDER,K.; SHARMA, K.P.; HARINDER, K. Studies on the development and storage stability of ready to serve bottled sugarcane juice. **International Journal of Tropical Agriculture**, New Delhi, v.9, n.2, p.128-134, 1991.

CARASCHI, J.C.; LEÃO, A.L. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.6, p.1599-1602, 2002.

COUTINHO; F.M.B.; MELLO, I.L.; SANTA-MARIA; L.C. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v.13, n.1, p.1-13, 2003.

COSTA, C.A.; FERREIRA, M.; LEAL, V. S.; SOARES, M. C.; AJDELSZTAJN, L. **Efeito da radiação gama sobre a resistência mecânica de polietileno de alta densidade.** Disponível em: < http://146.164.26.9/mirror/sarra/artigos/artigo10053/index.html>. Acesso em: 16 jan. 2006.

DOMARCO, R.E., SPOTO, M.H.F., WALDER, J.M.M., BLUMER, L., MATRAIA, C. Efeitos do tratamento combinado de irradiação gama e refrigeração no crescimento de levedura (*Saccharomyces cerevisiae* Hansen) em suco de laranja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p. 14-19, 1996.

FOGLIATA, F.A.; AYALA, H.G.; TORNE, C. Algunos parametros para medir el deterioro del jugo de la caña de azucar. **Boletin Geplacea**, México, v.6, n.4, p.1-4, 1989.

FONSECA, H. Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos: conservação pelo calor e pelo frio. In: CAMARGO, R. (Coord.) **Tecnologia dos produtos agropecuários:** alimentos. São Paulo: Nobel, 1984. cap. 5, p.73-95.

GALLAGHER, L.C. Lemon juice improves foods. **Food Engineering**, New York, v.35, n.5, p.94-95, 1963.

GERALDINI, A.M.; DELAZARI, I.; LEITÃO, M.F.F.; OLIVEIRA, C.M.M.; UBOLDI-EIROA, M.N. Caracterização de bactérias lácticas em alimentos. I. Avaliação de meios sólidos para contagens de culturas puras. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.1, p.53-64, 1979.

HANSTED, K.; IEMMA, J.; ALCARDE, A.R.; SPOTO, M.H.F.; DOMARCO, R.E.; MATRAIA, C. Efeito da radiação gama na redução da carga microbiana do caldo de cana-de-açúcar. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS DO CENA/ USP, 3. 1997, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: USP, CENA, 1997. p.16.

HORII, J.; GONÇALVES, R. H. Um método alternativo para a determinação de AR e ART. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 2, p. 45-47, 1991.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.33, p.9-42, 1973.

LUBATTI, M.R.S. Vendedor ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n.7, p.1-2, 1999.

MAN, C.M.D.; JONES, A.A. **Shelf life evaluation of foods**. London: Blackie Academic, 1997. 321p.

MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S.; CARDOSO, R.L.; FERREIRA, D.C. Sensory acceptance of mixed néctar of papaya, passion fruit and acerola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.6, p.604-608, 2004.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3th ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 387p.

MINOLTA. **Precise color communication:** color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49p.

PIERGIOVANNI, L. Materiais de embalagem e tecnologias de envase. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**, São Paulo: Atheneu, 1998. v.3, cap.10, p.219-278.

PRATI, P. **Desenvolvimento de processo para estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas**. 2004. 169p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B.; GÂNDARA, A.L.N. Estudo da vida de prateleira de bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.22, n.2, p.295-310, 2004.

SANTOS, R.C. Da beira da estrada às prateleiras. **Jornal da Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, v.18, n.250, p.8, 2004.

SILVA, S.K. **Avaliação de processo de industrialização de caldo de cana-de-açúcar (*Sacharum* ssp) por enchimento à quente e sistema asséptico**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

SILVA, F.C.; CESAR, M.A.A.; SILVA, C.A.B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar**: melado, rapadura e açúcar mascavo. Brasília: Embrapa, 2003. 155p.

SINGH, D.; CHAUHAN, O.P.; TYAGI, S.M.; BALYAN, D.K. Studies on preservation of sugarcane juice. **International Journal of Food Properties**, Chicago, v.5, n.1, p.217-229, 2002.

SINGH, R.P. Scientific principles of shelf life evaluation. In: MAN, C.M.D.; JONES, A.A. **Shelf life evaluation of foods**. London: Blackie Academic Professional, 1994. chap.1, p.3-24.

SIVASUBRAMANIAN, C.G.; PAI, J.S. Effect of heat treatments on the quality of sugarcane juice. **Indian Food Packer**, New Delhi, v.48, n.2, p.51-54, 1994.

SMITH, J.S.; PILLAI, S. Irradiation and food safety. **Food Technology**, Chicago, v.58, n.11, p. 48-55, 2004.

SOCCOL, C.R.; SCHWAB, A.; KATSOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.8, n.2, p.116-125, 1990.

SPOTO, M.H.F. **Radiação gama na conservação de suco concentrado de laranja**: características físicas, químicas e sensoriais. 1988. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

SPOTO, M.H.F.; DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M. Radiação gama na conservação do suco concentrado de laranja. I - Algumas características químicas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.37-43, 1992.

STATISTICAL ANALISIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC software**: usage and reference (version 6). 2th ed. Cary, 1996. 1 CD-ROM.

THOMAS, R.W.S.P. A microflora dos produtos engarrafados. **Engarrafador Moderno**, São Paulo, v.7, n.47, p. 69-74, 1996.

UBOLDI-EIROA, M.N. Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3/4, p.141-160, 1989.

URBAIN, W.M. Biological effects of ionizing radiation. In: _____. **Food irradiation**. Orlando: Academic Press, 1986a. chap.4, p.83-117.

URBAIN, W.M. General effects of ionizing radiation on foods. In: _____. **Food irradiation**. Orlando: Academic Press, 1986b. chap.5, p.118-123.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium for the microbiological examination of foods.** 3th ed. Washington: APHA, 1992. 1219p.

WIENDL, F.M. Irradiação de Alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.45, p.3-25, 1978.

YUSOF, S.; SHIAN, L.S.; OSMAN, A. Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extraction and storage. **Food Chemistry**, London, v.68, p.395-401, 2000.

# Anexos

ANEXO A – Questionário para caracterização do hábito alimentar e disponibilidade de pagar valores adicionais por alimentos seguros.

Nome: _____ local: _____ data: _____ idade: ___ sexo: ( ) F ( ) M

1. Qual a sua escolaridade?
   a) Sem escolarização.
   b) Ensino fundamental (1ª a 4ª).
   c) Ensino fundamental (5ª a 8ª).
   d) Ensino médio.
   e) Ensino superior.
   f) Pós-graduado.

2. Você considera seu hábito alimentar
   a) Muito saudável
   b) Saudável
   c) Indiferente
   d) Pouco saudável
   e) Muito pouco saudável

3. Preocupa-se com a segurança de sua alimentação habitual / rotineira?
   a) Sim
   b) Não
   c) Às vezes

4. Com que freqüência você adquire e consome alimentos provenientes de comércio ambulante?
   a) Todos os dias
   b) Freqüentemente (1 a 4 vezes por semana)
   c) Às vezes (pelo menos uma vez por mês)
   d) Raramente (pelo menos uma vez ao ano)
   e) Nunca

5. Você tem algum receio/ preocupação em se alimentar em comércio ambulante?
   a) Sim. Por quê?
   b) Não. Por quê?
   c) Às vezes. Por quê?

6. No caso de consumir alimentos do comércio ambulante, qual (is) produtos consome rotineiramente?

7. O que mais lhe agrada e desagrada no consumo de alimentos comercializados por ambulantes:
   Preço ( ) agrada ( ) desagrada ( ) indiferente
   Conveniência ( ) agrada ( ) desagrada ( ) indiferente
   Sabor ( ) agrada ( ) desagrada ( ) indiferente
   Qualidade ( )agrada ( ) desagrada ( ) indiferente
   Outro(s) motivo(s), cite qual(is):

8. Você gosta de caldo de cana?
   a) Sim b) Não

9. Qual a freqüência de consumo de caldo de cana?
   a) Sempre (pelo menos uma vez por semana)
   b) Freqüentemente (pelo menos uma vez por mês)
   c) Às vezes (pelo menos a cada seis meses)
   d) Raramente (pelo menos uma vez ao ano)
   e) Não consumo

10. Você tomou conhecimento sobre a transmissão de doença de Chagas associada ao caldo de cana?
   a) Sim
   b) Não (se não, passe para a questão 12)

11. Esse fato fez com que você:
   a) Não apresentou alterações no consumo
   b) Consumisse em menor quantidade esse produto
   c) Deixou de consumir o produto
   d) Outro _____

12. Você prefere caldo de cana na forma
   a) Pura
   b) Com adição de suco de fruta. Cite qual(is):

13. O que você acha do comércio ambulante de caldo de cana de sua cidade de forma geral?
   a) Adequado do ponto de vista higiênico-sanitário e da segurança alimentar. Por quê?
   b) Inadequado do ponto de vista higiênico-sanitário e da segurança alimentar. Por quê?
   c) Indiferente, não tenho opinião.

14. Se o caldo de cana puro ou envolvendo misturas com outros sucos de frutas fosse vendido embalado em supermercados, *shoppings*, restaurantes, lanchonetes, você certamente:
   a) Consumiria o produto com maior freqüência. Por quê?
   b) Consumiria o produto com igual freqüência que atualmente. Por quê?
   c) Consumiria o produto com menor freqüência. Por quê?
   d) Não tem opinião. Por quê?

15. Tem conhecimento sobre doenças veiculadas pelos alimentos?
   a) Não.
   b) Conheço parcialmente. Qual (is)?
   c) Sim, conheço bastante a respeito. Qual (is)?

16. Supondo que o preço unitário de um copo de 300ml de caldo de cana seja de R$ 1,50; quanto o (a) senhor (a) estaria disposto a pagar a mais pelo caldo de cana comercializado embalado, pronto para consumo, em condições que o classifique como seguro (segurança alimentar):
   a) R$ 0,00
   b) R$ 0,50
   c) R$ 1,00
   d) R$ 1,50
   e) R$ 2,00
   f) Outro valor _____

ANEXO B – Ficha sensorial: Teste para escolha de formulação de caldo de cana adicionado de suco de frutas em diferentes concentrações.

**Teste para escolha de formulação**

Nome_____ data __/__/__ sexo ( )F ( )M idade____

Você está recebendo amostras *in natura* de caldo de cana adicionado de suco de frutas em diferentes concentrações. Por favor, observe, sinta o aroma e prove as amostras codificadas da esquerda para a direita. Ordene as amostras em ordem decrescente de sua preferência (Da amostra que você mais gostou para a que você menos gostou).

| | | |
|---|---|---|
| _____ | _____ | _____ |
| (Mais gostou) | | (Menos gostou) |
| _____ | _____ | _____ |
| (Mais gostou) | | (Menos gostou) |

ANEXO C - Ficha sensorial para teste de aceitação e atitude de compra do produto processado.

**Teste de aceitação e atitude de compra**

Nome_____ data ___/___/___ sexo ( )F ( )M idade____

Você está recebendo amostras processadas de caldo de cana puro ou adicionado de suco de frutas. Por favor, observe, sinta o aroma e prove as amostras codificadas da esquerda para a direita e indique o quanto você gostou ou desgostou em relação aos atributos descritos e opine sobre sua atitude de compra em relação às amostras de acordo com as escalas abaixo:

| **Aparência, cor, aroma, sabor, impressão global** | **Atitude de Compra** |
|---|---|
| 9- gostei muitíssimo | 5- Certamente compraria |
| 8- gostei muito | 4- Provavelmente compraria |
| 7- gostei moderadamente | 3- Talvez compraria/ talvez não compraria |
| 6- gostei ligeiramente | 2- Provavelmente não compraria |
| 5- não gostei nem desgostei | 1- Certamente não compraria |
| 4- desgostei ligeiramente | |
| 3- desgostei moderadamente | |
| 2- desgostei muito | |
| 1- desgostei muitíssimo | |

| Amostra _____ | | Amostra _____ | | Amostra _____ | | Amostra _____ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atributo | Nota | Atributo | Nota | Atributo | Nota | Atributo | Nota |
| Aparência | | aparência | | aparência | | aparência | |
| Cor | | cor | | cor | | cor | |
| Aroma | | aroma | | aroma | | aroma | |
| Sabor | | sabor | | sabor | | sabor | |
| impressão global | | impressão global | | impressão global | | impressão global | |
| atitude compra | | atitude compra | | atitude compra | | atitude compra | |

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:


Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo