

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

RODOLFO DOS SANTOS PEREIRA
SANVILI PAVÃO DOS SANTOS

**ESTUDO DA ESTABILIDADE DO CALDO DE CANA PASTEURIZADO
E ADICIONADO DE SUCO NATURAL DE LIMÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2014

RODOLFO DOS SANTOS PEREIRA
SANVILI PAVÃO DOS SANTOS

**ESTUDO DA ESTABILIDADE DO CALDO DE CANA PASTEURIZADO
E ADICIONADO DE SUCO NATURAL DE LIMÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Takeo Ueno

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Lyssa Sakanaka

LONDRINA
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

ESTUDO DA ESTABILIDADE DO CALDO DE CANA PASTEURIZADO E ADICIONADO DE SUCO NATURAL DE LIMÃO.

RODOLFO DOS SANTOS PEREIRA
SANVILI PAVÃO DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 05 de dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Cláudio Takeo Ueno
Prof. Orientador

Prof^a. Dr^a. Lyssa Sakanaka
Membro titular

Prof^a Dr.^a.Margarida M Yamaguchi
Membro titular

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pelos momentos de ausência. A meus pais, sogro e sogra pelo apoio e motivação que foram cruciais para que mais essa vitória e desafio fossem possíveis. A todos os meus professores e sem exceção pela paciência e por me proporcionar maiores conhecimentos. A minha esposa, que incansavelmente me apoiou e sempre esteve ao meu lado; aos meus amados filhos que apesar da pouca idade, sempre me apoiaram incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Uma folha não é o suficiente para agradecer a todas as pessoas que juntamente conosco compartilharam de mais essa conquista em nossas vidas. Esperamos não estar esquecendo ninguém.

Meus pais Odir Alves Pereira “in memoriam”, grande batalhador e quem nunca poupou esforços para que essa conquista se realizasse, espero que de onde quer que esteja, fique orgulhoso de mais essa conquista. Minha mãe Geny dos Santos Pereira, que de sua maneira sempre me motivou a seguir independente da dificuldade.

Minha esposa Fernanda Fernandes Solano, essa sim incansável mulher, motivadora e incentivadora, não tenho palavras para expressar minha admiração e orgulho de você, sempre me “empurrando” nos momentos de fraqueza e desânimo muitas vezes presente.

A meus filhos Arthur e Augusto Fernandes Pereira Solano, que mesmo com 6 anos, me deram muitas broncas quando eu não ia às aulas, e pela paciência em muitos momentos em que eu estava ausente em busca dessa conquista.

A todos, digo todos meus professores pelo apoio, carinho, ensinamento, paciência, dedicação e dizer para vocês o quanto vocês foram importantes para minha vida e de outras pessoas.

Ao meu eterno “mestre” e orientador prof. Dr. Cláudio Takeo Ueno, pela sabedoria e paciência para comigo e a Profa. Lyssa Setsuko Sakanaka pelas sugestões e opiniões sobre o trabalho.

A todos os colegas, que estiveram presentes em algum momento comigo e em especial aos meus queridos amigos Rodrigo Sudam e Naiale Veloso, que sempre, digo sempre estivemos juntos, uns apoiando os outros.

Ao Sr. João que com sua visão e feeling empreendedor, me proporcionou a realização e concretização dessa valiosa pesquisa que de certa forma é de suma importância para a área de alimentos.

Àqueles que por ventura não foram citados nestas breves linhas, peço minhas desculpas, mas saibam que tem toda minha gratidão e respeito.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para a realização desta pesquisa.

Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso, não importam quais sejam os obstáculos.

Se estivermos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los.

Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho. (Dalai Lama)

RESUMO

SANTOS, Rodolfo dos P.; PAVÃO, Sanvili dos S. **Estudo da estabilidade do caldo de cana pasteurizado e adicionado de suco natural de limão**. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

O caldo de cana é uma bebida comercializada e produzida artesanalmente por ambulantes por quase todo o Brasil, merecendo destaque a falta de condições higiênicas sanitárias em que são processadas e dessa forma representando um grande risco à saúde pública, haja vista as possíveis contaminações que podem ser veiculadas pelas mesmas. Diversas são as fontes de uma possível contaminação que vai desde a falta de higiene pessoal até o armazenamento inadequado do produto final e da matéria-prima. A realização desse trabalho teve como principal objetivo o envase e o processamento térmico de caldo de cana de açúcar em que o processo produtivo fosse o mais natural possível sem adição de qualquer tipo de conservante utilizando apenas o processamento térmico como forma de assegurar a qualidade sensorial e microbiológica do produto. Fatos esses comprovados através das análises microbiológicas e físico-químicas utilizando técnicas e procedimentos preconizados pela Legislação brasileira para este alimento. Os testes microbiológicos foram realizados pelo Departamento de Tecnologia em Alimentos da UEL. Análises físico-químicas tais como pH, acidez titulável, graus Brix e cor com utilização do colorímetro, foram realizadas na própria Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O processo de produção (moagem da cana) foi realizado nas dependências da UTFPR Campus Londrina, no laboratório de processamento de frutas e bebidas. O produto apresentou-se estável sob refrigeração e não apresentando sinais de deterioração pelo período de 20 dias, resultados esses confirmados através das análises microbiológicas e físico químicas. Foram realizadas pesquisas de coliformes totais, termotolerantes, *Salmonella* spp, contagem total de mesófilos aeróbios, bolores e leveduras em “t” zero inicial, e 2 análises intermediárias pesquisando apenas 2 grupos (contagem total de mesófilos aeróbios e bolores e leveduras) e, por fim, uma quarta pesquisa repetindo os 5 grupos iniciais 20 dias após o processo inicial. Nesse período não observou-se desenvolvimento microbiológico, comprovando que o processo de extração e pasteurização foram satisfatórios e eficientes. Fato constatado também através dos resultados das análises físico químicas que foram realizadas nos mesmos tempos da microbiológica, sendo realizadas análises de pH, acidez titulável, °Brix e cor, não havendo no período alterações consideráveis se comparado aos resultados após extração evidenciando e confirmando a eficiência tanto do processo de extração quanto a pasteurização.

Palavras-chave: Segurança alimentar. Pasteurização. Análise microbiológica.

ABSTRACT

SANTOS, Rodolfo dos P.; PAVÃO, Sanvili dos S. **Study of stability of sugarcane juice pasteurized and added natural lemon juice**. 2014. 63 f. Work Completion in Food Technology Course - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2014.

The cane juice is a drink marketed and handcrafted by street for almost all Brazil, with emphasis on the lack of sanitary hygienic conditions in which they are processed and thus represents a major public health risk, given the possible contaminations can be conveyed by them. There are several sources of possible contamination ranging from poor personal hygiene to the improper storage of the final product and raw material. The completion of this work had as main objective the filling and heat processing (pasteurizing water bath) sugar cane sugar in the production process to be as natural as possible without adding any preservatives using only thermal processing as a way to ensure sensory and microbiological quality of the product. These facts proven through microbiological and physico-chemical analysis using techniques and procedures recommended by Brazilian legislation for this type of food. Microbiological tests were carried out in the Department of Food technology UEL. Physico-chemical analysis such as pH, titratable acidity, soluble solids and color, were held at Federal Technological University of Paraná. The production process (grinding of the cane) was held on the premises of the Campus UTFPR Londrina, fruit processing and beverage laboratory. The product was stable under refrigeration, not showing signs of deterioration for a period of 20 days, and these results were confirmed by microbiological and physicochemical analyzes. Surveys of total coliforms, thermotolerant, *Salmonella* spp, total count of mesophilic aerobic, yeasts and molds in 't' with zero initial surveys of five groups and the number of interim analyzes in two searching only 2 groups (total count of aerobic mesophilic and were held molds and yeasts) and a fourth and final research groups repeating the initial 20 days after the initial procedure and did not get that period microbiological growth, thus proving that the process of extraction and pasteurization were satisfactory and efficient. A fact confirmed also by the results of physicochemical analyzes were performed at the same times of the microbiological analyzes, pH, titratable acidity, ° Brix and color being held in the period with no significant changes compared to the results after extraction and evidence confirming the efficiency of both extraction process as pasteurization.

Keywords: Food Security. Pasteurization. Microbiological analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Raízes da cana de açúcar.....	17
Figura 2 – Colmo da cana de açúcar.....	17
Figura 3 - Rolos de extração de caldo de cana.....	25
Figura 4 – Fluxograma geral de processo de caldo de cana.....	27
Figura 5 – Sistema colorimétrico.....	32
Figura 6 – Esquema de diluição seriada.....	43

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografias 1 e 2– Moedor elétrico	37
Fotografia 3 - Coador utilizado para a filtragem do caldo de cana.....	37
Fotografia 4 - pHmetro utilizado para a análise.....	38
Fotografia 5 – Tanque de pasteurização	38
Fotografias 6 e 7 - Garrafa e tampa utilizadas.....	39
Fotografia 8 - Colmos de cana com a casca raspada.....	40
Fotografia 9 - Caldo de cana “in natura” após moagem.....	41
Fotografia 10 - Caldo acidificado com pH corrigido.....	41
Fotografia 11 – Resultado de ausência/presença de Salmonela spp	46
Fotografia 12 – Kit de análise de salmonela spp.....	47
Fotografia 13 – Aparelho de determinação de cor.....	49
Fotografia 14 – Refratômetro de ° Brix.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das partículas dispersas no caldo de cana.....	23
Tabela 2 – Composição da cana de açúcar e sólidos solúveis no caldo.....	24
Tabela 3 – Relação de sólidos solúveis (°Brix) e pH.....	50
Tabela 4 – Comparação entre os valores de pH e cor.....	52
Tabela 5 – Comparação entre acidez, sólidos solúveis e ratio.....	53
Tabela6 – Resultados microbiológicos	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 ORIGEM DA CANA DE AÇÚCAR.....	14
3.2 A CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL.....	15
3.3 CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA.....	16
3.4 FISIOLOGIA E MORFOLOGIA DA CANA DE AÇÚCAR.....	16
3.5 VARIEDADES DE CANA.....	19
3.6 PRODUÇÃO DE AÇÚCAR NA CANA.....	20
3.7 CALDO DE CANA DE AÇÚCAR.....	22
3.7.1 Definição.....	22
3.7.2 Composição do caldo de cana de açúcar.....	23
3.7.3 Qualidade nutricional do caldo de cana de açúcar.....	24
3.8 OBTENÇÃO DO CALDO DE CANA	25
3.9 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO CALDO	27
3.9.1 Filtração/clarificação	27
3.9.2 Pasteurização	28
3.9.3 Resfriamento	29
3.9.4 Armazenamento	29
3.10 SUCO NATURAL DE LIMÃO	30
3.11 UTILIZAÇÕES DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR.....	30
3.12 ALTERAÇÕES SENSORIAIS DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR	31
3.12.1 Cor	31
3.12.2 Odor	32
3.12.3 Sabor	33
3.13 MICROBIOLOGIA DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR	34
4 MATERIAIS E METODOS	36
4.1 MATERIAIS	36
4.1.2 Agente Sanitizante.....	36
4.2 EQUIPAMENTOS	36
4.2.1 Moenda.....	36
4.2.2 pHmetro.....	37
4.2.3 Tanque de pasteurização.....	38
4.2.4 Garrafas de vidro.....	39
4.3 MÉTODOS.....	39
4.3.1 Produção do caldo de cana adicionado de suco natural de limão e pasteurizado.....	39
4.3.1.1 Limpeza e higienização dos colmos.....	39
4.3.2 Extração do caldo de cana.....	40

4.3.3 Acidificação do caldo de cana com suco de limão.....	41
4.3.4 Envase e pasteurização.....	42
4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	42
4.4.1 Pesquisa de mesófilos aeróbios.....	44
4.4.2 Pesquisa de bolores e leveduras.....	44
4.4.3 Pesquisa de Coliformes totais e termotolerantes.....	45
4.4.4 Pesquisa de salmonela spp	45
4.5 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS	47
4.5.1 Acidez titulável	47
4.5.2 pH.....	48
4.5.3 Cor.....	48
4.5.4 Sólidos Solúveis.....	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
6 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que se destaca por sua grande vocação agrícola, sendo conhecido como principal produtor mundial de cana de açúcar. O consumo de caldo de cana, bastante apreciado em diversas regiões do país, poderia ser explorado com maior eficiência se o grau de conveniência e qualidade higiênico sanitária fosse estendido aos consumidores por meio do seu processamento e envase em embalagens para o consumo final, assegurando sua inocuidade, ampliando sua vida útil e facilitando a sua utilização em redes de alimentação (OLIVEIRA, 2007).

O caldo de cana, popularmente conhecido como garapa, é o líquido extraído por meio do processo de moagem dos colmos da cana de açúcar, utilizando-se de moendas automáticas ou manuais. Trata-se de um líquido opaco, cuja cor varia em função da variedade, clima, sanidade e idade da planta, podendo esta cor oscilar de parda a verde.

O caldo de cana é um produto altamente perecível, por isso, recomenda-se seu consumo imediato após a extração. A perecibilidade da bebida pode ser atribuída às más condições higiênico sanitárias durante a obtenção do caldo, à sua elevada concentração de açúcar, à alta atividade de água e à baixa acidez (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Naturalmente o caldo de cana carrega uma alta carga microbiana em seus colmos, raízes e folhas, e apesar de ser um produto altamente nutritivo, sua maior contaminação parece originar-se no decorrer do processo produtivo pelo uso dos equipamentos e utensílios, como moendas, jarras de coletas, coadores, além de uma manipulação e armazenamento inadequados (KITOKO, 2004). Por se tratar de um produto com alta atividade de água, pH entre 5,0 e 5,5 e geralmente vendido em ambientes a temperaturas entre 25 e 30°C, e sendo um alimento rico em componentes orgânicos e inorgânicos, torna-se um excelente substrato para diversos micro-organismos (GALLO e CANHOS, 1989).

Alimentos e bebidas a base de vegetais devem ser preparados e consumidos imediatamente ou mantidos sob temperaturas inferiores a 5°C, para melhor preservação. A tecnologia dos processos combinados é um conceito amplamente empregado no processamento de alimentos em virtude das importantes vantagens que

oferece. Tal prática assegura a produção de um alimento de qualidade superior e vida útil estendida.

Métodos físicos como a redução de temperatura (congelamento), pasteurização ou esterilização, envase do alimento em embalagens com barreiras à passagem de iluminação e oxigênio, a desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas entre outros, são formas de garantir a inativação ou controlar a ação da enzima polifenoloxidase. Métodos químicos também são utilizados para amenizar e ou eliminar a ação das PPOs, sendo necessária neste caso a utilização de agentes antioxidantes. A inativação enzimática através do aquecimento só é possível aplicando-se temperaturas superiores a 50°C, porém deve-se cuidar para que o aquecimento não produza cores e ou “*flavors*” indesejáveis assim como alteração na textura do produto (OLIVEIRA, 2008).

O objetivo do presente trabalho foi obter a estabilização do caldo de cana processado através da acidificação e envase asséptico da bebida seguido da pasteurização e estocagem refrigerada do produto final.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi a elaboração de uma bebida a base de caldo de cana de açúcar (garapa), acidificada com suco natural de limão e tratada termicamente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar diferentes concentrações de suco de limão na fabricação;
- Testar dois diferentes frascos e condições de tratamento térmico;
- Realizar análises físico-químicas de pH, acidez, sólidos solúveis e cor;
- Analisar microbiologicamente o produto durante o armazenamento;
- Estudar as alterações químicas e microbiológicas do produto sob temperatura de refrigeração.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ORIGEM DA CANA DE AÇÚCAR

Inicialmente a cana de açúcar seria originária de uma região próxima às Índias, mas estudos recentes indicam que os povos das ilhas do sul do pacífico há mais de 20 mil anos a.C é que descobriram as propriedades dessa cultura que cresciam espontaneamente em suas terras. Credita-se à Nova Guiné como primeiro país a ter cultivado a cana de açúcar e em sequência teria sido cultivada nas ilhas Fúji e Nova Caledônia na mesma região.

A cultura da cana continuou sua peregrinação pelo mundo, chegando às Filipinas, Indonésia, Malásia e China. Atribui-se aos indianos o primeiro povo a extrair o suco da cana, “garapa”, e a produzir o açúcar em seu estado bruto.

Foi através de Alexander Magno, rei da Macedônia no século IV a.C, em suas viagens e conquistas pelo Oriente, que a Europa Ocidental passou a conhecer a cana de açúcar, sendo trazida em segredo e guardada na Pérsia. Continuando sua peregrinação pelo mundo, os árabes, após invadirem a Pérsia, descobrem a tão guardada em segredo, cana de açúcar, e a partir daí inicia-se a expansão e cultivo da cana de açúcar pela Síria, Egito e Mediterrâneo.

A produção de açúcar sólido teve início na região do Mediterrâneo, pelos árabes através de técnica aprendida na Pérsia. No século VII a cultura chegava às cidades do norte da África, mais especificamente nas cidades de Chipre, Creta e Rodes, adaptadas ao solo e climas da região. No século XII a cultura passa a ser adaptada e cultivada nas regiões da Grécia, sul da Itália e sul da França com produção em pequena escala (ITAMARATI, 2013).

No ano de 1887 na Ilha de Java, Soltweld realizava o primeiro cruzamento de variedades de cana que se tem conhecimento. Nesta oportunidade realizou o cruzamento da variedade Glagah com a Loethers e o seu recíproco, obtendo sementes férteis somente da Glagah. Dessa forma iniciava-se o primeiro melhoramento genético da cana de açúcar que se tem registro através de cruzamentos controlados. Dois anos mais tarde, em Barbados, Harrison e Bowell obtiveram *seedlings* (*mudas*) de sementes

originárias de cruzamentos. Criavam-se assim os primeiros programas de melhoramento genético que se tem conhecimento (COMCIENCIA, 2007).

3.2 A CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL

No ano de 1493, em sua segunda expedição, Cristovão Colombo introduziu a cana de açúcar nas Américas, mas foi em 1502 por intermédio de Martim Afonso de Souza que a cultura de cana de açúcar iniciou-se no Brasil de mudas trazidas da Ilha da Madeira. Tem-se registro de entrada de açúcar brasileiro na alfândega de Lisboa, nos anos de 1502 e 1526 (COMCIENCIA, 2007).

A cana de açúcar foi a principal cultura brasileira durante a época da colonização, e hoje, o Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar, com mais de 8 milhões de hectares plantados, produzindo aproximadamente 625 milhões de toneladas de cana na safra de 2010/ 2011. Este feito posiciona o país na liderança mundial em tecnologia de produção de etanol e açúcar, além de subprodutos e outros resíduos utilizados para cogeração de energia elétrica, fabricação de ração animal e fertilizante para lavouras, como o bagaço, a torta de filtro, o melaço a vinhaça entre outros.

Devido ao grande potencial da cultura de cana de açúcar, desenvolveu-se uma política de orientação da expansão sustentável da cana de açúcar no Brasil utilizando de critérios ambientais, econômicos e sociais, definindo através de um criterioso estudo, denominado "Zoneamento Agroecológico da cana de açúcar, (ZAEcana), que teve como principal objetivo determinar as áreas mais propícias para o plantio da cana de açúcar, levando em consideração parâmetros como solo, clima, necessidade de irrigação e outras características importantes para o plantio da cultura (MAPA,2011).

O Brasil além de ser o maior produtor de cana de açúcar, é também o maior na produção de açúcar e etanol, respondendo por mais de 50% do açúcar comercializado no mundo. Estima-se que entre 2018/19 ocorra um aumento de 3,25% na produção de açúcar e devemos colher aproximadamente 47,34 milhões de toneladas do produto o que corresponde a 14,6 milhões de toneladas a mais se comparado a produção 2007/2008. O setor sucroalcooleiro nacional é referência para todos os países produtores, sendo produzida em quase sua totalidade no estado de

São Paulo (60%), seguido dos estados do Paraná, Triângulo Mineiro e Zona da Mata Nordestina (AGRICULTURA,2013) .

A cana de açúcar tem papel importante no cenário do agronegócio brasileiro destacando-se em âmbito internacional por toda sua tecnologia em suas diferentes etapas de produção, porém a pesquisa científica ainda tem muito a contribuir para a maximização do processo produtivo, desde a lavoura até a indústria (COSTA, 2005).

3.3 CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA

A cana-de-açúcar (*Saccharum*) é uma planta tropical pertencente à família das gramíneas ou poáceas juntamente com os gêneros *Zea* e *Sorghum*. A cana-de-açúcar tem a habilidade de reservar sacarose em seus colmos. Considerada um híbrido de duas espécies específicas do gênero *Saccharum* (CHEN; CHOU, 1993).

A cana de açúcar pertence a divisão *Angiospermae*, classe *Monocotyledonea*, família *Poaceae*, tribo *Andropogoneae*, subtribo *Saccharinae* e possui 10 gêneros: *Erianthus*, *Miscanthus*, *Sclerostachya*, *Norenga*, *Ripidium* e *Saccharum*, formando dessa forma um grupo de entrecruzamento conhecido como “Complexo *Saccharum*”. O gênero *Saccharum* é a base genética das principais variedades conhecidas e comercializadas atualmente, compreendendo seis espécies principais: *Saccharum Officinarum*, *S. robustum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi* e *S. edule* (ROACH e DANIELS, 1987).

3.4 FISIOLOGIA E MORFOLOGIA DA CANA DE AÇÚCAR

A cana de açúcar pertence à vasta família das gramíneas a qual inclui mais de 5000 espécies. É uma planta que vive vários anos, possui talho aéreo e fibroso que atinge de 2 a 5 metros de altura, dividido em nós e entrenós. A cor e a largura dependem da variedade. O colmo é constituído no seu interior por um tecido esponjoso muito rico em sumo açucarado que pode ser extraído de diversas maneiras.

A planta de cana está constituída por quatro partes principais, que são: Raízes, Talho, Folhas e Flores.

As raízes da cana são fibrosas (sistema radicular fasciculada) e têm a função de absorver as substâncias nutritivas do solo para servir de alimento para a planta. A imagem abaixo mostra as partes da raiz da cana de açúcar.

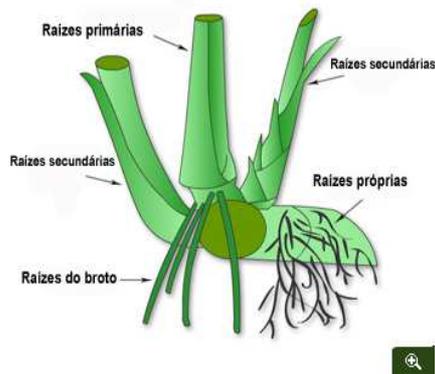


Figura 1 - Raízes da cana de açúcar
Fonte: Sugarcrops (2014)

Quando se planta uma estaca de cana, desenvolvem-se duas classes de raízes, as raízes transitórias e as raízes definitivas ou permanentes.

O talho ou colmo é a parte mais importante da planta, constitui o fruto agrícola da mesma e nele se encontra armazenado o açúcar. É formado por entrenós que variam em longitude, diâmetro, forma e cor segundo a variedade. Os entrenós estão unidos por nós, lugar onde se enxertam as folhas. Nos nós encontramos a gema que é importante na propagação da planta.

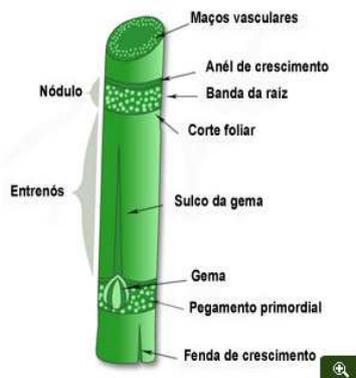


Figura 2 - Colmo de cana de açúcar
Fonte: sugarcrops (2014)

O corte transversal do talho permite observar a medula ao centro, formada por um tecido esponjoso que contém sumo rico em açúcar. A parte morfológica da cana de açúcar de interesse comercial é o colmo, que possui sacarose industrializável.

A composição química dos colmos é extremamente variável em função de diversos fatores como: variedade da cultura, idade fisiológica, condições climáticas durante o desenvolvimento e maturação, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo, entre outros.

Dos nós do talho brotam as folhas. Estas são lancetadas, lineares, largas e agudas. Apresentam um nervo na veia central forte, dispostas no talho de forma alternada. A sua cor é verde e vai variando de tonalidade de acordo com a variedade e as condições de desenvolvimento da planta. A florescência da planta aparece em forma de panícula (guino) que se desenvolve a partir do último entrenó. A forma da mesma é característica de cada variedade, pelo qual serve também para sua identificação.

Sobre as espigas se desenvolvem flores hermafroditas (que têm órgãos feminino e masculino), as quais podem produzir sementes férteis, o que permite a obtenção de novas variedades ou híbridos (plantas produtos de cruzamento de variedades) através dos trabalhos genéticos que têm sido desenvolvido nas estações experimentais. As variedades diferem em suas características de floração. Algumas florescem mais cedo, outras de floração mais tardia, algumas são de floração abundante, outras não florescem etc.

O cultivo de cana de açúcar está limitado fundamentalmente por dois componentes ecológicos: o clima e o solo. O clima comporta-se com bastante regularidade em todas as áreas de cultivo de cana do mundo, já o tipo de solo que é requerido para o bom desenvolvimento da planta não se encontra com as mesmas características nas diferentes regiões do mundo onde é cultivada a cana. Isso resulta na diferenciação dos rendimentos.

A cana de açúcar para o seu desenvolvimento requer um clima cálido e úmido com uma temperatura média de 23°C. Mesmo que o seu estado vegetativo mostre um bom desenvolvimento nos climas subtropicais, os melhores rendimentos são obtidos nos climas tropicais.

3.5 VARIEDADES DE CANA

Um dos fatores de produção e desenvolvimento tecnológico de maior importância a ser considerado em uma usina sucroalcooleira, é a escolha das variedades da cana de açúcar. Visto que as variedades são responsáveis pelo fornecimento da matéria prima para a indústria, caracterizada como sendo colmos de cana de açúcar em adequado estágio de maturação, onde estão armazenados os carboidratos de reserva.

As variedades são híbridos obtidos por um cuidadoso e criterioso trabalho de seleção e melhoramento genético entre as variedades conhecidas, fazendo com que características desejáveis para regiões e situações específicas sejam agrupadas por cruzamentos.

Dentre as principais características a serem atendidas nas variedades citam-se as agronômicas, especialmente de produtividade, rusticidade, resistência às pragas e doenças, além de características industriais como alto teor de sacarose e médio teor de fibras.

As variedades de cana de açúcar que conhecemos atualmente são seleções de cruzamentos que foram realizados no século XX na ilha de Java, onde variedades das espécies da *Saccharum officinarum* que tem como principais características a doçura, mas que eram muito susceptíveis a doenças, foram cruzadas com outras variedades de espécies pobres em açúcar, porém resistente a pragas e intempéries. Deste cruzamento foi possível o surgimento de um híbrido resistente a doenças, com maior capacidade de armazenamento de sacarose, rústica, tolerante a fatores climáticos etc. (AGROBYTE, 2013).

Tais variedades são codificadas pela origem de sua obtenção, pelo ano do cruzamento e pelo número do indivíduo assim obtido. Exemplos: IAC 52-326 (Instituto Agrônomo de Campinas, ano de 1952, "seedling" nº 326), RB 72-454 (República do Brasil, ano de 1972, "seedling" nº 454). Esta variedade foi obtida pelo PLANALSUCAR, Programa de Melhoramento da Cana de Açúcar do extinto Instituto do Açúcar e do Alcool e continuado pelo Centro de Ciências Agrárias, da UFSCar, em Araras, SP 80-1842 (São Paulo, ano de 1980, obtida pelo Centro de Tecnologia Coopersucar, "seedling" n.º 1842).

As variedades obtidas no mundo canavieiro, por via de regra, são codificadas pela sua origem. Exemplos: Co = Coimbatore, Índia; NA = Norte Argentina; B = Barbados; V = Venezuela; F = Flórida, EUA; TUC = Tucumán, Argentina. As antigas plantas cultivadas, da espécie *Sacharum officinarum* recebiam nomes vulgares, como Riscada, Roxinha, Kassoer, Black Cheribon, etc, atualmente extintas.

3.6 PRODUÇÃO DO AÇÚCAR NA CANA

Desde os primeiros meses de crescimento e desenvolvimento da cana, o armazenamento do açúcar se processa paulatinamente nos entrenós completamente desenvolvidos da base do colmo. O acúmulo máximo de sacarose só ocorre quando a planta encontra condições restritivas ao seu crescimento, sendo o processo de acúmulo total de açúcares comumente descrito como amadurecimento.

A cana é muito eficiente na conversão da energia solar em açúcar e fibra, e isto requer adequada quantidade de água para acontecer de modo eficiente. O clima aparece como um fator muito importante para todo o ciclo da vida da planta principalmente por causa das funções que este desempenha na fotossíntese nas folhas da planta de cana. Com o calor, as chuvas e raios solares, todo processo da fotossíntese é direcionado para o crescimento da planta. Com pouco calor, poucos raios solares e pouca chuva, o processo fotossintético é direcionado para a fabricação dos açúcares no colmo.

A planta de cana absorve água do solo e sintetiza o dióxido de carbono (CO_2). No processo em que a água e o dióxido de carbono se combinam, são formados os carboidratos. Este processo é denominado por fotossíntese, já que na lamina da folha de cana são sintetizadas substâncias orgânicas, neste caso o açúcar, a partir de água, dióxido de carbono e parte de energia da luz do sol absorvida.

Outra parte dessa energia é absorvida pela clorofila (pigmento verde da folha). Nesta primeira fase ocorre então a síntese de açúcares e sua translocação, terminando na ocasião em que ocorre queda da folha.

A segunda fase envolve todos os processos relacionados com o acúmulo de açúcares nos entrenós expandidos. O açúcar formado na reação química que ocorre na primeira fase é conservado no colmo da cana principalmente na época de pouca

luz, calor e chuva. O açúcar pertence ao grupo químico conhecido por carboidratos. Em períodos de muita luz, calor e chuvas, pode haver a reação inversa com liberação de energia, tendo a maior quantidade dos açúcares na base do colmo do que no topo do colmo.

A primeira fase, primeiros meses de idade da cana, é considerada um período crucial. Análises de tecido mostraram altos conteúdos de nitrogênio e água, níveis elevados de enzimas, de auxinas e GA endógenas no meristema do tecido de armazenamento imaturo, muita sacarose invertida e numerosos compostos intermediários da fotossíntese e respiração. A atividade respiratória é alta, há rápida absorção e transpiração de água com absorção e circulação de nutrientes. A sacarose é rapidamente sintetizada e estocada e, com igual rapidez, retirada do armazenamento para ser metabolizada para a formação dos tecidos novos da planta.

Ainda na primeira fase, as células de armazenamento (colmos) são grandes com paredes delgadas e hidratadas. Cada entrenó, de forma sucessiva, completa seu próprio ciclo vegetativo, que inclui: o engrossamento e alongamento das células da parede, aumento sensível da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção da sacarose acumulada e diminuição do grau de alongamento. As folhas se despreendendo do colmo e caindo, findam a primeira fase.

A segunda fase é regulada por cultivares, solos e aspectos eco fisiológicos, podendo os produtores manipular o nitrogênio e a irrigação afim de melhorar a maturação. Em regiões úmidas, não irrigadas, havendo abundante precipitação, o produtor deve dedicar sua maior atenção ao uso de fertilizantes e reguladores vegetais, buscando melhor qualidade de maturação.

Idade não é sinônimo de maturidade. Após a planta ultrapassar certo número de meses, tenderá a exaurir a maior parte do seu nitrogênio disponível, diminuindo a água em regiões secas. No entanto, se água e nitrogênio permanecerem abundantes, a planta não amadurecerá.

Em deficiência de nitrogênio, fósforo, potássio e boro a velocidade de transporte da sacarose diminui consideravelmente. A elevação da temperatura do ar e das raízes aumenta a quantidade de sacarose existente e transportada.

3.7 CALDO DE CANA DE AÇÚCAR

3.7.1 Definição

O caldo de cana, popularmente conhecido como garapa, é o líquido obtido pela moagem da cana de açúcar e caracterizado como uma bebida energética não alcoólica de gosto doce e agradável, opaca, de baixa acidez, com coloração que varia de parda a verde escura, composição variável em função da variedade, idade e sanidade da cana, solo, condições climáticas e práticas agrícolas (OLIVEIRA et al, 2007).

O caldo é considerado uma solução impura de sacarose, glicose e frutose, e constituído de água (82%) e sólidos solúveis ou Brix (18%), sendo estes agrupados em açúcares orgânicos e inorgânicos. Os açúcares são representados pela sacarose, glicose e frutose. A sacarose, como o componente mais importante, tem um valor médio de 14%, enquanto os demais, dependendo do estado de maturação, 0,2 e 0,4%, respectivamente para a frutose e glicose. Estes carboidratos que constituem o açúcar total, quando expressos em glicose ou açúcar invertido, apresentam um teor próximo de 15 – 16%.

O caldo de cana encontra-se nos entrenós da fase sólida da cana de açúcar. A fase sólida da cana é constituída por um complexo pentoxan e lignocelulósico integrado por fibras celulósicas e que formam os entrenós da planta. O caldo de cana na fase líquida é uma solução aquosa composta por uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos composto na sua grande maioria de açúcares, cerca de 90% (SPENCER; MEAD, 1967).

Tabela 1 – Classificação das partículas dispersas no caldo de cana

DISPERSÕES	DIÂMETRO (μm)	% MASSA	ESPÉCIE
Grosseiras	$> 0,1$	2 – 5	Bagacilho, terra, areia, gravetos.
Coloidais	$0,001 < \emptyset < 0,1$	0,05 – 0,3	Ceras, proteínas, gordura, gomas, corantes, dextranas, amido.
Moleculares e iônicas	$\emptyset < 0,01$	8 – 21	Açúcares (sacarose, glicose, frutose, manose) Sais minerais (sulfatos, cloretos, sílica, fosfatos, K, Ca, Mg e Na) Ácidos orgânicos, oxálicos, málico entre outros.

Fonte: Delgado e César (1977)

3.7.2 Composição do caldo de cana de açúcar

Os açúcares redutores, glicose e frutose, quando em teores elevados mostram um estágio pouco adiantado de maturação da cana, além da presença de outras substâncias indesejáveis ao processamento. No entanto, em cana madura, os açúcares redutores contribuem, embora com uma pequena porcentagem, para o aumento do teor de açúcar total. Os compostos orgânicos são constituídos de substâncias nitrogenadas (proteínas, aminoácidos, etc), ácidos orgânicos. As substâncias inorgânicas, representadas pelas cinzas, têm como componentes principais: sílica, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, enxofre, ferro e alumínio.

Tabela 2 – Composição da cana de açúcar e sólidos solúveis no caldo

Componentes da cana-de-açúcar	(%) em massa na cana-de-açúcar
Água	73-76
Sólidos	24-27
Sólidos solúveis	10-16
Fibra (seca)	11-16
Constituintes do caldo de cana	(%) em sólidos solúveis
Açúcares	75-92
Sacarose	70-88
Glicose	2-4
Frutose	2-4
Sais	3,0-4,5
Ácidos orgânicos	1,5-5,5
Ácidos carboxílicos	1,1-3,0
Aminoácidos	0,5-2,5
Outros não-açúcares orgânicos	
Proteínas	0,5-0,6
Amido	0,001-0,100
Gomas	0,30-0,60
Ceras, gorduras, fosfolipídios	0,05-0,15

Fonte: Modificado de CHEN; CHOU (1993)

3.7.3 Qualidade nutricional do caldo de cana de açúcar

O valor nutricional da cana está diretamente ligado ao seu alto teor de açúcar, uma vez que o seu conteúdo protéico é extremamente baixo, o que lhe confere a característica de ser um alimento muito desbalanceado em relação a seus nutrientes.

A cana é uma planta composta, em média, de 65% a 75% de água, mas seu principal componente é a sacarose, que corresponde de 70% a 91% de substâncias sólidas solúveis. O caldo conserva todos os nutrientes da cana-de-açúcar, entre eles minerais (de 3 a 5%) como ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio e cloro, além de vitaminas do complexo B e C. A planta contém ainda glicose (de 2% a 4%), frutose (de 2% a 4%), proteínas (0,5% a 0,6%), amido (0,001% a 0,05%) ceras e graxos (0,05% a 0,015%) e corantes, entre 3% a 5%.

Além desses o caldo de cana é composto por antioxidantes: ácidos fenólicos (cafêico, sináptico e isômero do ácido clorogênico), flavonóides (apigenina, luteolina e derivados de tricina) e outros compostos fenólicos.

3.8 OBTENÇÃO DO CALDO DE CANA

A extração do caldo de cana consiste no processo físico de separação da fibra (bagaço) do caldo propriamente dito, sendo executado fundamentalmente pela escolha de um dos processos vigentes: moagem ou difusão. Para se obter uma melhor extração (moagem) ou descolamento (difusão) do caldo é indispensável um bom preparo da cana e um método que facilite sua expulsão das fibras.

A extração por moagem é um processo estritamente físico. A separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada. A liberação do caldo é conseguida através da passagem da cana entre dois rolos, submetida a determinadas pressões ao passar sucessivamente pelos vários ternos da moenda.

Na difusão, o deslocamento do caldo depende da proporção de células rompidas e da possibilidade de acesso do líquido de extração destas células. O processo é realizado através de duas operações: a difusão que consiste na separação por osmose, relativa apenas às células não rompidas da cana e a lixiviação, referente ao arraste pela água da sacarose e das impurezas contidas nas células abertas. (EMBRAPA, 2012).

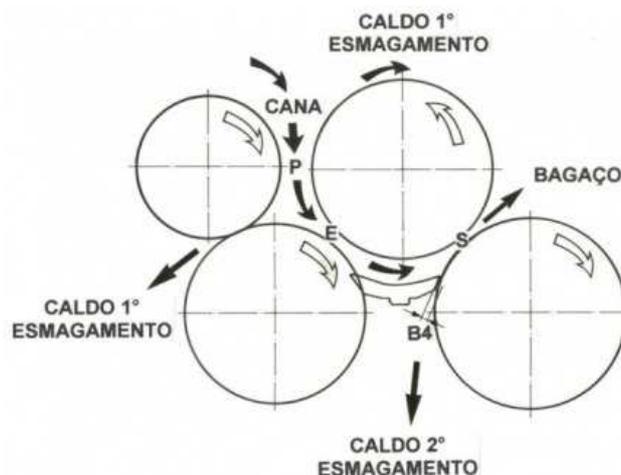


Figura 3 - Rolos de extração de caldo de cana
 Fonte: Pimartins (2014)

O rolo de pressão encontra-se na parte superior, logo acima do rolo inferior de entrada, e tem função de compactar a camada de cana permitindo uma melhor alimentação do terno. O rolo superior localiza-se na parte superior, entre o rolo de entrada e o rolo de saída, e gira no sentido anti-horário. É muito importante no conjunto de ternos devido ao maior contato com a cana. Recebe força através do acoplamento e transmite aos demais rolos por intermédio dos roletes. Em cada terno de moenda existem dois rolos inferiores, de entrada e saída, cuja função é fazer uma pequena extração do caldo e direcionar a cana na abertura de saída.

A moenda é um equipamento composto por cilindros ou rolos. A fonte de energia para o funcionamento do motor do equipamento pode ser elétrica, diesel ou vapor e possuem reguladores de pressão com objetivo de controlar as aberturas de entrada e saída, e também a pressão exercida sobre a massa de bagaço. A velocidade de rotação dos cilindros deve ser de 7 a 10 rotações por minuto (rpm). A ausência destes dispositivos de controle ou velocidade de trabalho elevada pode provocar um desgaste maior resultando em ruptura ou quebra do cilindro (VENTURINI-FILHO, 2005).

No mercado são encontradas moendas otimizadas, com rolo de pressão e compressão, que proporcionam ganho de rendimento com eficiência de 97%, mantendo a alimentação regular durante todo processo (VENTURINI FILHO, 2005)

3.9 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO CALDO

A Figura 4 mostra as etapas de extração de caldo de cana.

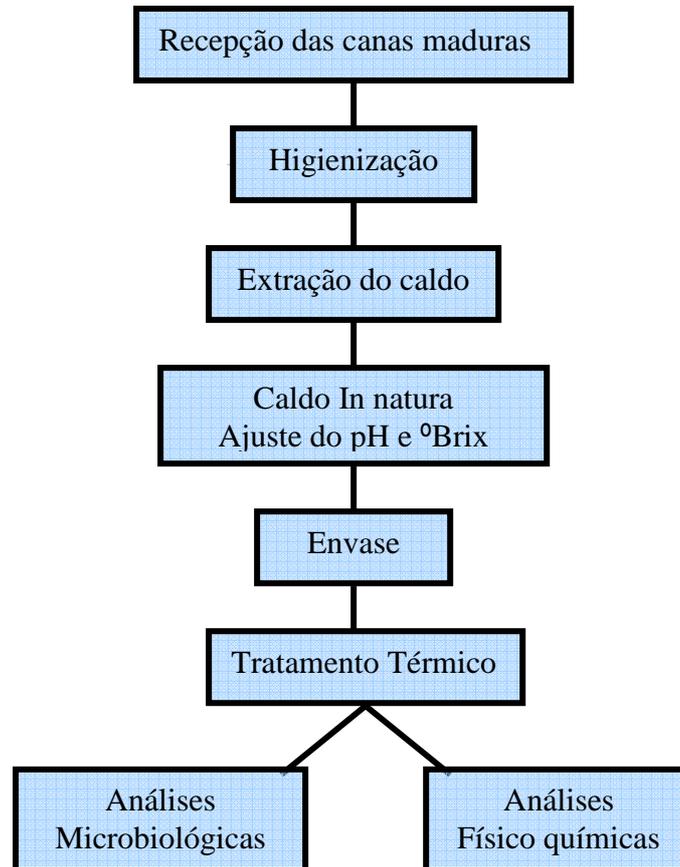


Figura 4 – Fluxograma geral do processo de caldo de cana

Fonte: Autoria própria

3.9.1 Filtração/clarificação

O caldo de cana após sua extração apresenta impurezas, também chamadas de bagacilhos, que devem ser removidas, pois podem trazer uma série de inconvenientes, dentre eles o entupimento de canais e bicos, além de formação de produtos indesejados para qualidade do produto final (VENTURINI; FILHO, 2005).

A clarificação é um processo que ocorre pela coagulação, floculação e precipitação dos coloides e substâncias que conferem cor (LEITÃO, 1973). A coloração amarelada do caldo de cana está ligada à degradação da clorofila. O meio ácido faz com que a tonalidade verde se torne amarela, pois a interação da clorofila com ácido resulta na perda do magnésio das clorofilas, sendo substituído por um próton fornecido pelos ácidos.

A filtração é um processo de separação de sólido e líquido que pode ser feita com peneiras fixas, rotativas ou vibratórias. As fixas geralmente são de náilon e comumente usadas em indústrias de pequeno porte, já as empresas de médio porte na maior parte das vezes utilizam peneiras vibratórias e também as fixas dotadas de rastelos (VENTURINI; FILHO, 2005).

Os agentes coagulantes mais usados são sais de cátions trivalentes, isso porque seu poder complexante é maior que os bivalentes e monovalentes. O coagulante policloreto de alumínio tem sido empregado na clarificação do caldo de cana devido aos benefícios de sua utilização, como: promover floculação em qualquer faixa de pH, ser mais eficiente que o sulfato de alumínio para remoção de coloides, deixar menor quantidade de resíduos, além de um menor gasto (KOBLOITZ, 1998).

3.9.2 Pasteurização

O emprego do calor é uma forma de prolongar a vida útil do produto. São processos controlados industrialmente, visando eliminação dos micro-organismos indesejáveis e inativação de enzimas. Nem sempre trazem benefícios ao produto, pois podem causar perda do valor nutritivo, modificar a natureza histológica, física e química, alterando suas características sensoriais. Os principais métodos utilizados são pasteurização, branqueamento, esterilização entre outros (SILVA, 2000).

A pasteurização é um tratamento que utiliza o calor e foi criado por Louis Pasteur (1822-1895) para prolongar a vida de prateleira de alguns produtos e através do calor proporcionar inativação de enzimas, além de destruir grande parte dos micro-organismos. Fatores como tempo de tratamento, pH, umidade, espécie de microrganismo, idade e tamanho interferem diretamente na intensidade de calor necessário para destruição microbiológica (VENTURINI FILHO, 2005).

A pasteurização é um tratamento considerado suave, sendo assim não é capaz de eliminar todos os micro-organismos presentes no alimento e por isso deve ser usado em conjunto com outros métodos de conservação. Para alimentos de pH maior que 4,5 o tratamento térmico tem objetivo de destruir bactérias patogênicas, já nos que apresentam pH inferiores a 4,5 seu principal objetivo é destruir micro-organismos deterioradores, patogênicos e inativar enzimas, tanto as presentes no alimento quanto as produzidas pelos micro-organismos (SILVA, 2000).

3.9.3 Resfriamento

Como sequência ao processo de pasteurização utiliza-se a técnica de banho maria, essa etapa passa a ser de suma importância, uma vez que irá interromper o processo de aquecimento com uma brusca queda de temperatura, garantindo além de outras coisas um produto isento de micro-organismos (CHOQUE TÉRMICO, 2014).

As reações químicas e enzimáticas e o crescimento microbiológico não são destruídas pelo processo de aquecimento e resfriamento, esse procedimento apenas retarda as alterações físicas químicas e microbiológicas e nem são capazes de melhorar a qualidade final dos produtos, por isso também se faz necessário que a matéria prima tenha o mínimo de contaminação possível para, uma vez que o abaixamento da temperatura não elimina a flora bacteriana patogêna (ORDÓNEZ, 2005).

3.9.4 Armazenamento

Baixas temperaturas como forma de conservação de alimentos é uma técnica bem antiga, remetendo inclusive a pré-história. A produção de frio para a conservação de alimentos possibilitou o armazenamento prolongado de produtos processados e também de matérias primas, além de possibilitar o armazenamento e transporte prolongados dos produtos (ORDÓNEZ, 2005).

A técnica de conservação de produtos e matérias primas pelo frio possibilita a conservação de todas as características sensoriais e nutritivas por longos períodos de estocagem e armazenamento (EVANGELISTA, 2000).

A refrigeração tem sido muito utilizada como forma de conservação de alimentos, tendo como característica a redução da temperatura que gira em valores médios de -1 a 8°C, implicando na mudança do calor sensível do produto, reduzindo dessa forma a velocidade das alterações causadas pela ação enzimática e microbiológicas durante longos períodos de tempo (TOLEDO, 1991 FELLOWS, 2006).

3.10 SUCO NATURAL DE LIMÃO

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade. O ácido cítrico é um ácido orgânico tricarbóxico presente na maioria das frutas, sobretudo nas cítricas como o limão e a laranja. A explicação do poder bactericida e antibiótico do limão está no seu elevado teor de ácido cítrico que é de cerca de 5 a 7%, independentemente da variedade de limão. Um fato real é que, na indústria alimentícia, o ácido cítrico e seus citratos são massivamente usados como conservantes naturais de alimentos processados. Ou seja, são utilizados para evitar o crescimento de bactérias e fungos. Portanto, o ácido cítrico é um bactericida de alimentos e bebidas industrializados.

3.11 UTILIZAÇÕES DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR

O caldo de cana é um produto composto por um alto teor de minerais como o ferro, cálcio, potássio, magnésio além das vitaminas A, B e C. O caldo de cana além dos compostos citados, possuem em sua composição substâncias antioxidantes como os ácidos fenólicos, flavonoides entre outros compostos fenólicos. O produto pode ser utilizado como suplemento alimentar natural, haja vista sua composição, atuando como repositores do glicogênio perdido durante uma atividade física, além de hidratar o corpo e atuar no auxílio do sistema imunológico do organismo (MUNDO DAS TRIBOS, 2011).

Por ser rico em sacarose, o caldo de cana pode ser usado como matéria-prima na fabricação de açúcar, etanol (álcool etílico), cachaça bebida (garapa). O resíduo industrial da destilação para fabricação de álcool e cachaça é o melaço, ou mel de furo.

O caldo de cana é consumido também in natura, como alimento muito energético e agradável. É ainda apreciado após iniciado seu processo de fermentação, embora haja controvérsia quanto aos efeitos de tal ingestão no organismo, se benéficos ou não. Neste estado, em fermentação, adquire sabor semelhante ao do aluá, bebida fermentada típica das festas juninas brasileiras similares ao quentão, como é chamada no Sudeste do país. Também é utilizado como base para a produção de melado e rapadura, alimentos muito populares na região nordeste do Brasil.

3.12 ALTERAÇÕES SENSORIAIS DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR

3.12.1 Cor

Alteração na cor do produto torna-se um fator predominante para a rejeição da bebida por parte dos consumidores, tornando-se necessário a determinação e avaliação de cores para a bebida pronta (YUSOF et al, 2000).

A cor está relacionada diretamente na aceitação ou não do produto por parte dos consumidores, dessa forma o atributo cor é de extrema importância na indústria (BATISTA, 1994).

O uso da colorimetria torna-se de fundamental importância na determinação da coloração da bebida utilizando instrumentos óticos para a sua medição no espaço tridimensional de modo que a cor analisada torna-se inconfundível e suas coordenadas indicam um ponto de espaço de cor (FRANCIS, 1998). A medição poderá ser feita por um colorímetro que adota um sistema de escala CIE 1976 ($L^* a^* b^*$), sendo que L^* representa a escala de luminosidade e que varia de 0 a 100 (+ a ao – a representa a escala do vermelho ao verde; + b ao – b representa a escala do amarelo ao azul do produto (FRANCIS, 1998).

O espaço de cores CIELAB é organizado em coordenadas retangulares cartesianas. O eixo L^* vai do topo à base, sendo que o valor máximo de L^* é 100

(branco) e o mínimo é zero, o que representa o preto. Os eixos a^* e b^* não tem limites numéricos específicos, de forma que o vermelho é representado por $+a$ e o verde por $-a$; o amarelo como $+b$ e o azul $-b$.

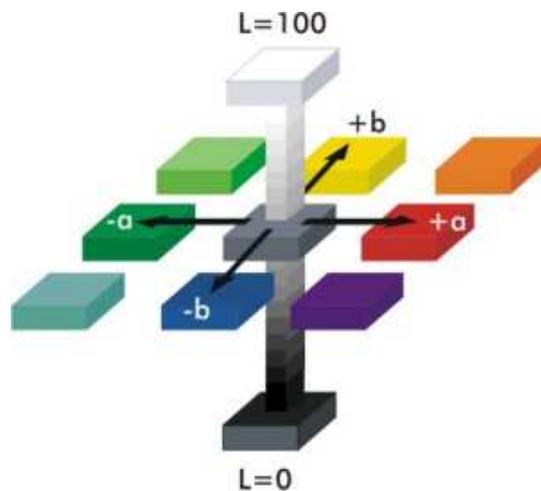


Figura 5 – Sistema colorimétrico
Fonte: Colorimetria, 2014

A coloração do caldo de cana pode sofrer alterações logo após sua extração. O escurecimento está ligado à reação de Maillard entre açúcares redutores e aminoácidos presentes na cana, formando pigmentos escuros as melanoidinas. Outra reação que causa o escurecimento do caldo de cana de açúcar é a ação de enzimas, polifenoloxidase e peroxidase, que oxidam compostos fenólicos presentes no caldo, sendo que a polifenoloxidase é a enzima que apresenta maior atividade enzimática na garapa, sendo a peroxidase pouco ativa (SUZART et al., 2007). Outro ponto que influencia na coloração do caldo de cana é a oxidação de seus componentes, especialmente a clorofila e polifenóis. (PRATI, MORETTI & CARDELLO, 2005).

3.12.2 Odor

O caldo de cana apresenta odor característico e próprio caracterizado por um odor adocicado, dessa forma um odor mais acentuado é indicativo de contaminação microbiológica caracterizada através da fermentação alcoólica que consiste na transformação dos açúcares em etanol, gás carbônico e energia, sob ação catalítica

das leveduras. Quando condições de temperatura, acidez, concentração de açúcares, qualidade da cana, higiene, entre outros fatores, favorecem o desenvolvimento de outras formas de vida que irão consumir os açúcares e produzirem dessa forma compostos indesejáveis que irão mudar o odor característico do caldo, além de reduzir o rendimento do processo (CAMARGO et al., 1990 Apud FREGUGLIA; HORII, 1998). Juntamente com a matéria prima, temos uma microbiota característica e distribuída tanto intrínseca quanto extrinsecamente em seu sistema vascular, quanto na superfície externa dos colmos. Dessa forma essa microbiota é carregada juntamente com o caldo bruto no momento da moagem das plantas. A contaminação torna-se ainda maior se considerarmos a quantidade presente na moagem, tendo esse número aumentado no caldo bruto se considerarmos o período prolongado entre o corte e a moagem da planta assim como pela falta de assepsia na moenda, filtros, bombas, tubulações, utensílios utilizados, manipulação inadequada, falta de higiene da planta de processamento, ataques de vetores e pragas entre outros fatores que entram em contato direto com o referido material (ALQUATI, 1990).

3.12.3 Sabor

O caldo de cana utilizado como bebida apresenta um sabor próprio bem característico, normalmente adocicado característico da sacarose, no entanto falhas no processo produtivo podem levar a uma contaminação microbiológica indesejada e ou uma contaminação química, descaracterizando dessa forma o sabor produto.

Quando adicionados ao caldo de cana, os sucos de frutas ácidas em pequenas quantidades, como o limão Tahiti e abacaxi Havaí, estes proporcionam a melhoria sensorial do caldo, conferindo-lhe sabor refrescante e agradável, incrementando o seu sabor e amenizando a doçura por promover mudança na relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (PRATI, 2004).

3.13 MICROBIOLOGIA DO CALDO DE CANA DE AÇÚCAR

A composição, as características físico químicas, a temperatura e a alta atividade de água do caldo de cana o caracteriza como um ótimo substrato para o desenvolvimento de uma grande variedade de micro-organismos, sendo que os oriundos do solo e vegetais são mais importantes em associação ao produto. É um produto extremamente perecível e facilmente deteriorável favorecendo o desenvolvimento de micro-organismos deterioradores do tipo leveduras (PRATI, MORETTI & CARDELLO, 2003).

Dos vários micro-organismos presentes, os fungos filamentosos e leveduriformes, as bactérias lácticas e esporuladas se destacam (OLIVEIRA et al., 2007).

A falta de higiene sanitária no processamento, acrescidas de uma má manipulação por parte dos manipuladores podem causar sérios problemas à saúde do consumidor. Como exemplo podemos citar o surto ocorrido em Santa Catarina no ano de 2005, onde resultou na morte de 3 pessoas e que após várias pesquisas, foi constatado a ingestão de caldo de cana contaminado pelo protozoário *Trypanossoma cruzi*, confirmando que uma boa avaliação da matéria prima seria suficiente para que esse surto fosse evitado (CARVALHO & MAGALHÃES, 2007).

Os micro-organismos oriundos do solo e vegetais são os de maior importância para caldo de cana, destacando-se os bolores e leveduras, bactérias lácticas e esporuladas (GALLO, 1989). Além desses, podemos ter contaminações provenientes da matéria prima, moenda, utensílios, ambiente e dos próprios manipuladores. A veiculação da contaminação através dos manipuladores torna-se importante uma vez que podem veicular micro-organismos patogênicos.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) definiu os padrões de identidade e qualidade e os padrões microbiológicos para análises de alimento, classificando o caldo de cana como um suco *in natura*. Para avaliar sua qualidade microbiológica, deve ser realizada a contagem de bolores e leveduras, coliformes totais, coliformes fecais à 45°C), pesquisa de *Escherichia coli* e *Salmonella sp* (BRASIL, 2001).

Outro grupo de extrema importância para o caldo de cana in natura são os bolores e leveduras, que são originários do solo, ar, água e matéria orgânica em

decomposição. Esse grupo de micro-organismo é importante uma vez que se desenvolvem em produtos de baixa atividade de água e produtos com pH entre 2,0 e 8,5 e são indicativos, de má condições higiênicas sanitárias de equipamentos, problemas na estocagem do produto e contaminação excessiva da matéria prima.

Já o grupo dos coliformes em que incluem pelo menos três gêneros *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, sendo que o principal deles é a *Escherichia*, e que é indicativo de más condições higiênicos sanitárias, indicando uma contaminação de origem exclusivamente fecal.

A *Salmonella sp* que é uma bactéria patogênica é a mais comum entre os micro-organismos causadores de diarreia, estando presente no solo, ar, na água, animais, seres humanos, alimentos, fezes e equipamentos. Tendo como principal habitat o trato intestinal dos seres humanos e dos animais e que causam doenças com sintomas bem característicos como febre, diarreia, dores abdominais, desidratação e mal estar generalizados (SILVA e JUNQUEIRA, 2001).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

A cana de açúcar utilizada para a extração do caldo foi adquirida na cidade de Londrina, Paraná, proveniente de vendedor ambulante de caldo de cana. Foram adquiridos aproximadamente 100 colmos de cana em estado bruto.

Limão Tahiti adquiridos comercialmente, na cidade de Londrina.

4.1.2 Agente Sanitizante

Solução a base de hipoclorito de sódio (água sanitária), com cloro ativo de 2,0-2,5% segundo rotulagem fornecida pela empresa produtora, onde foram adicionados 2 litros do produto em 200 litros de água potável, obtendo assim uma solução de 200 ppm de cloro.

4.2 EQUIPAMENTOS

4.2.1 Moenda

Para extração do caldo foi utilizada uma moenda de cana turbo, elétrica, modelo B-728, 22 V, numero 204808, de propriedade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Londrina.

Para filtração do caldo foram utilizados coadores/ peneiras de malha.



Fotografias 1 e 2 - Moedor elétrico
Fonte: Autoria própria



Fotografia 3 – Coador utilizado para filtragem do caldo de cana
Fonte: Autoria própria

4.2.2 pHmetro

Para medição do pH, foi utilizado pHmetro da marca Digimed, modelo DM 2P com compensação automática de temperatura, previamente calibrado com soluções padrões tampões de pH 4,0 e pH 7,0 da marca Dinâmica.



Fotografia 4 - pHmetro utilizado nas análises
Fonte: Autoria própria

4.2.3 Tanque de pasteurização

A pasteurização foi realizada em tanque da marca Sorinox, com aquecimento elétrico 220v. Para o controle da temperatura foi utilizado um termômetro digital tipo espeto com temperatura inicial de -50°C até $+150^{\circ}\text{C}$.



Fotografia 5 - Tanque de pasteurização
Fonte: Autoria própria

4.2.4 Garrafas de vidro

O caldo foi envasado em garrafas de vidro suco Premium com capacidade nominal de 300 mL cada, previamente lavadas e esterilizadas sob imersão por aproximadamente 20 minutos em recipientes de aço inox contendo água potável com temperatura de aproximadamente 100°C, proporcionada por chamas de fogão industrial.



Fotografias 6 e 7 – Garrafa e tampa utilizadas
Fonte: A autoria própria

4.3 METODOS

4.3.1 Produção do caldo de cana adicionado de suco natural de limão e pasteurizado

4.3.1.1 Limpeza e higienização dos colmos

Antes de iniciar a extração, os colmos foram submetidos a uma “toalete” inicial para a retirada de toda sujidade tais como folhas, pragas, terra, raízes entre outros. Os colmos que apresentavam algum tipo de deterioração visível foram descartados. Após esse procedimento, os colmos foram raspados para a retirada da superfície “casca” com auxílio de facas de aço inoxidável previamente higienizadas em solução

sanitizante de hipoclorito de sódio a 200 ppm. Em seguida os colmos sofreram uma pré-lavagem em água corrente e potável para a retirada de possíveis sujidades e fuligem da queimada, pois poderiam interferir na qualidade final do produto. Todos os procedimentos foram realizados no laboratório de processamento de Frutas e Bebidas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Londrina.

Imediatamente os colmos previamente limpos, foram imersos em solução sanitizante de hipoclorito de sódio a 200 ppm por um tempo de contato de 20 minutos para a sanitização superficial dos colmos. Terminado esse tempo, os colmos foram novamente submetidos à lavagem final em água corrente e potável para a retirada do excesso de solução sanitizante.



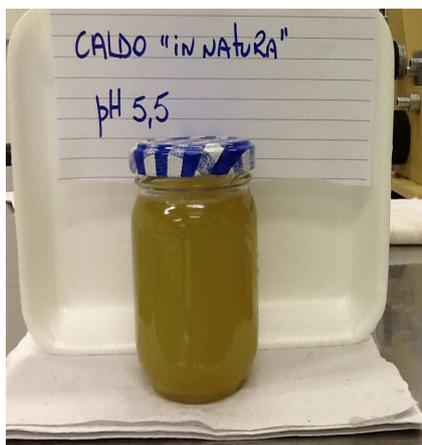
Fotografia 8 - Colmos de cana com a casca raspada
Fonte: Autoria própria

4.3.2 Extração do caldo de cana

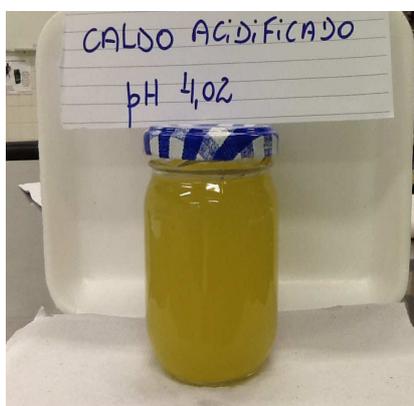
Terminado o procedimento de limpeza e higienização da matéria prima, os colmos foram submetidos à extração para a retirada do caldo de cana. O caldo obtido foi direcionado para peneiras de malha e acondicionados após a filtragem em frascos de coleta de polietileno previamente higienizados com a mesma solução sanitizante de 200 ppm de cloro.

4.3.3 Acidificação do caldo de cana com suco de limão

O caldo foi então adicionado de suco natural de limão (Tahiti) para correção de seu sabor e pH, e posterior envase. A adição de sucos ou polpa de frutas ao caldo de cana tem por finalidade proporcionar e melhorar a qualidade sensorial da bebida, proporcionando um sabor diferenciado, agradável e suavizando a doçura da bebida, uma vez que altera a relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável. Outra importância da acidificação da bebida está atrelada e serve de barreira para o desenvolvimento de alguns tipos de micro-organismos.



Fotografia 9 - Caldo de cana "in natura" após moagem
Fonte: Autoria própria



Fotografia 10 - Caldo acidificado com pH corrigido
Fonte: Autoria própria

4.3.4 Envase e pasteurização

Após o processo de filtração e correção de sabor e pH, o caldo foi envasado em garrafas de vidro com capacidade nominal de 300 mL cada, previamente lavadas e esterilizadas. As garrafas e tampas foram deixadas em temperatura ambiente para resfriamento e posterior enchimento com o produto. O enchimento foi realizado respeitando um “head space” de aproximadamente 4 cm e imediatamente fechadas com as tampas próprias de rosca.

Após o fechamento das embalagens, as mesmas foram imersas em tanque de aço inox contendo água potável, onde foram totalmente imersas e permaneceram em temperatura de 75°C em seu interior por aproximadamente 45 minutos para pasteurização. O controle da temperatura interior foi realizado através de uma das embalagens, com as mesmas características e contendo em seu interior o próprio produto, porém sem a tampa, imersa até próximo ao gargalo, sem estar submersa.

Findada a pasteurização, as embalagens foram imediatamente imersas em tanque contendo água potável em temperatura ambiente até que atingisse temperatura próxima a 25°C (ambiente). Após esse choque térmico as embalagens foram invertidas para obtenção de vácuo. As amostras foram encaminhadas para refrigeradores com temperatura controlada e não superior a 8°C para seu condicionamento.

Amostras foram encaminhadas para a Universidade Estadual de Londrina para que fossem realizadas análises microbiológicas e algumas amostras permaneceram sob refrigeração na Universidade Tecnológica Federal do Paraná para acompanhamento das análises físico químicas durante o período de estocagem.

4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina. Foram enviadas 8 amostras entre prova e contra prova, para a determinação do tempo de vida útil do produto. As análises foram divididas em 4 etapas, sendo uma análise completa (bactérias e leveduras, contagem total de mesófilos aeróbios, salmonela spp e termotolerantes a

45°C), realizada no dia seguinte à extração do caldo de cana. No 10^a e 15^a dias, foram avaliados apenas os grupos de bolores e leveduras e contagem total de mesófilos. No 20^a dia foram realizadas as análises completas idênticas as pesquisadas em tempo “zero”.

Antes da realização das pesquisas de bactérias mesófilas aeróbicas, bolores e leveduras e coliformes totais e fecais, foi realizada uma diluição das amostras em caldo de pré-enriquecimento com água peptonada, para isso utilizou-se o meio de cultura da marca Acumedia (Bulle Red Peptone Water) dissolvido conforme orientação do fornecedor na ordem de 20g de meio de cultura para 1000 mL de água destilada.

Em erlenmeyer de 100mL onde foi vertido 10 mL de amostra (caldo de cana “in natura” para o tempo zero inicial e pasteurizada, acidificada e refrigerada para os demais tempos de estocagem) e avolumado.

Em seguida foi retirada 1 mL da solução “estoque” e vertida em tubo de ensaio de 10 mL e completado o volume com água destilada (diluição 10⁻²) seguindo a mesma sequência, foi retirada 1mL da diluição 10⁻³ e vertido em tubo de ensaio de 10 mL e completado volume com água destilada e esterilizada (diluição 10⁻⁴).

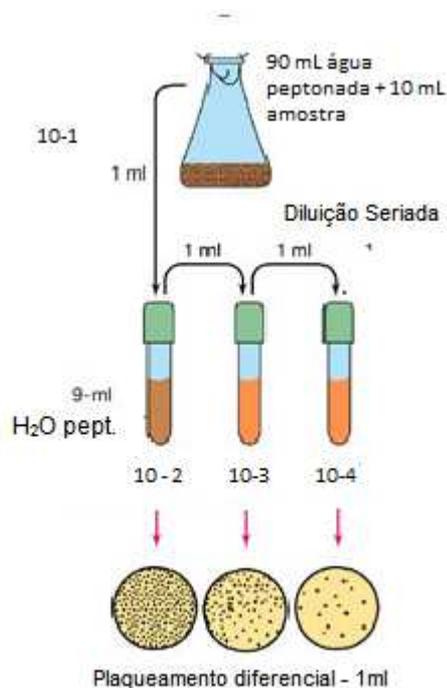


Figura 6 – Esquema de diluição seriada
Fonte: Autoria própria

4.4.1 Pesquisa de mesófilos aeróbios

O meio de cultura utilizado foi o Agar Padrão para Contagem (PCA) da marca Acumedia. A técnica utilizada foi a “*pour plate*”, foi pipetado 1 mL de amostra da diluição 10^{-3} e vertido em placas de petri estéreis, sendo em seguida adicionado na placa o meio de cultura PCA (aproximadamente 20 mL), fundido e resfriado a aproximadamente 46°C e realizado movimentos circulares e suaves para a homogeneização da amostra por todo o meio de cultura em seguida as placas foram deixadas em repouso até a solidificação do meio de cultura e imediatamente foram acondicionadas em estufas de incubação com temperatura controlada de $35-37^{\circ}\text{C}$ por 48 horas.

4.4.2 Pesquisa de bolores e leveduras

Foi utilizado para essa pesquisa o meio de cultura Batata dextrose Agar (BDA) a técnica realizada também foi a “*pour plate*”, foi pipetado 1 mL de amostra da diluição 10^{-3} e vertido em placas de Petri estéreis, sendo em seguida adicionado na placa o meio de cultura BDA (aproximadamente 20 mL), fundido e resfriado a aproximadamente 46°C e realizado movimentos circulares e suaves para a homogeneização da amostra por todo o meio de cultura em seguida as placas foram deixadas em repouso até a solidificação do meio de cultura e imediatamente foram acondicionadas em estufas de incubação com temperatura controlada de 30°C por 3 a 5 dias.

4.4.3 Pesquisa de Coliformes totais e termotolerantes

A técnica de tubos múltiplos é a mais tradicional para a análise de coliformes. Esta metodologia permite a quantificação por “número mais provável” (NMP) de microorganismos e é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa. E esta última somente é realizada se houver crescimento positivo na etapa presuntiva.

Primeiramente foi realizado o teste presuntivo e para tanto foram preparados tubos de ensaio em triplicata contendo 9 mL de caldo Lauril Sulfato, tendo em seu interior tubos invertidos para coleta de gás (tubos de Durham). Logo em seguida foi pipetado 1 mL de amostra das diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} e os tubos foram incubados em estufa de temperatura controlada de 35°C por 24 a 48 horas. O resultado será positivo quando houver ocorrência de reação ácida (coloração amarelada) ou produção gás (retida no tubo de Durham) presumindo dessa forma a presença de microorganismo do grupo dos coliformes.

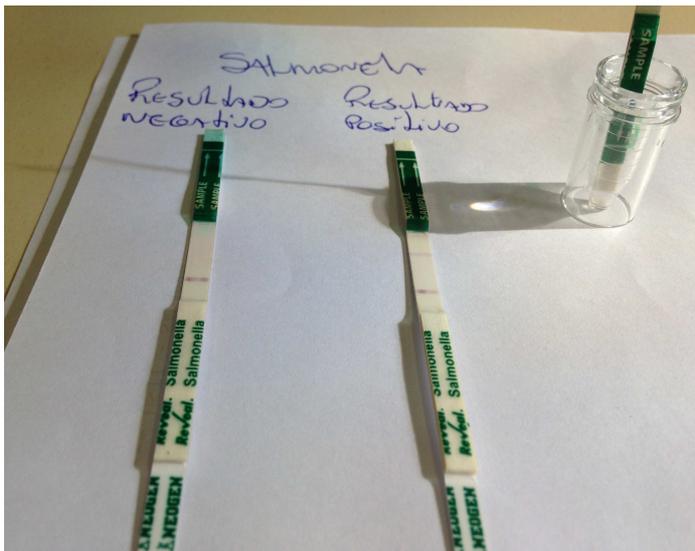
Caso haja tubos positivos, passa-se para o teste confirmatório para se avaliar a presença dos coliformes totais. Para isso é feita a repicagem com auxílio da alça de platina dos tubos positivos e inoculados em tubos contendo verde brilhante lactose bile a 2% com tubos de Durham invertido em seu interior. Para a contagem de coliformes termotolerantes é utilizado o Caldo EC (Caldo Escherichia coli) oriundos dos tubos positivos para coliformes totais. Amostras em Caldo EC são mantidas à 44,5°C por 24-48 horas. Para a tabulação dos resultados é utilizada a tabela do NMP.

4.4.4 Pesquisa de *Salmonella spp*

A legislação brasileira vigente (RDC 12, janeiro de 2001 Anvisa), determina que a salmonela esteja ausente em 25g ou 25 mL de amostra. A pesquisa de salmonela foi realizada através do kit Reveal 2.0. O método consiste na realização de um pré-enriquecimento diluindo o caldo pré-enriquecido (incluso no kit) em 200 mL de água

destilada esterilizada e acondicionada em embalagem apropriada de polietileno com fecho hermético (que já vem no kit), juntamente com 25 mL de amostra de caldo de cana e em seguida incubado em estufa de temperatura controlada entre 36/37°C por 4 horas. Após esse tempo é adicionado, à mesma embalagem, o caldo Rappaport cistina (incluso no kit) e incubado a 42°C por 16 a 24 horas.

Terminado esse processo, são retiradas 8 gotas das amostras incubadas e adicionadas em cubetas (inclusa no kit) em seguida é imersa a fita indicadora de salmonela e deixado em repouso por aproximadamente 10 minutos para que a amostra possa através de capilaridade passar para a fita. O resultado é expresso pela presença ou ausência e é indicado por traços na fita, sendo que se apresentar 2 traços é indicativo de presença de salmonela e se for detectado apenas 1 traço é indicativo de ausência.



Fotografia 11 – Resultado de ausência e presença de *Salmonella*

Fonte: Autoria própria



Fotografia 12 – Kit de análise de salmonela
Fonte: Autoria própria

4.5 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

4.5.1 Acidez titulável

Para a análise da acidez titulável do caldo de cana, foi utilizada a técnica preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz. O método baseia-se na titulação onde o titulante é uma solução conhecida de NaOH 0,1 N padronizada que foi colocada em uma bureta de 50 mL. Em seguida foi medido 5 mL de caldo de cana acidificado e vertido em erlenmeyer de 250 mL acrescidos de 50 mL de água destilada e, logo após, foram adicionadas 2 gotas de solução indicadora de fenolftaleína, homogeneizando e titulando sob agitação até o aparecimento de coloração rósea permanente. Terminado esse procedimento, foi registrado o volume gasto de NaOH 0,1N e os dados foram inseridos na Equação 1.

$$\% \text{ em ácido cítrico} = (V \times N \times f \times \text{Eq. ácido}) / g \times 10$$

Onde:

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação

N = Normalidade da solução de NaOH 0,1N

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M

Eq. Ácido cítrico = 64,02

g = nº de g da amostra usado na titulação = 5 mL

4.5.2 pH

As determinações de pH foram realizadas pelo método de leitura direta utilizando potenciômetro previamente calibrado com soluções padrões de tampões de pH conhecidos 4,0 e 7,0 da marca Dinâmica o aparelho utilizado foi um pHmetro automático da marca Digimed, modelo DM 2P com compensação de temperatura realizada pelo próprio aparelho.

O procedimento realizado consistiu em verter 100 mL de caldo de cana em um Becker de 250 mL calibrados e em seguida inserir o bulbo do potenciômetro no interior do Becker contendo a amostra, aguardando até estabilização do aparelho para então constatar o valor determinado pelo mesmo através de leitura direta.

4.5.3 Cor

As análises de cor foram realizadas com o auxílio do aparelho colorímetro KONICA MINOLTA CR400b.



Fotografia 13 - Aparelho de determinação de cor
Fonte: Autoria própria

4.5.4 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi analisado durante todo o período de armazenamento do produto em refrigeração utilizado-se de um refratômetro de bancada da marca Instrutherm, modelo RTA –100 – 03971, previamente calibrado com água destilada.

Durante o tempo de armazenamento do produto foram realizadas medições no tempo zero, antes e depois da pasteurização e no 5^o, 10^o, 15^o e 30^o dias após o processamento.



Fotografia 14 - Refratômetro de ° Brix
Fonte: Autoria própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caldo de cana in natura apresentou pH de 5,52 e sólidos solúveis em torno de 21,8 °Brix. Os valores encontrados para o produto, assemelham-se aos resultados encontrados em várias pesquisas e literaturas (OLIVEIRA, 2007)

A legislação brasileira vigente estabelece valores não inferiores a 15° Brix para caldo de cana, dessa forma o produto extraído encontra-se de acordo com a legislação atual (BRASIL, 2011). Cujos valores se mantiveram durante estocagem do produto.

Dessa forma o caldo “in natura” torna-se um produto altamente perecível e um ótimo substrato para o desenvolvimento de uma grande gama de grupos de micro-organismos deteriorantes e patogênicos.

Tabela 3 – Relação de Sólidos solúveis (°Brix) e pH

Tempos	pH	°Brix
Pós Extração Pasteurizado	4,02	21,9
2º Dia	4,05	21,8
10º Dia	4,03	21,8
15º Dia	4,04	21,8
20º Dia	4,19	21,8

Fonte: Autoria própria

Mudanças no decorrer do período de estocagem seriam indicativas de uma possível contaminação. Pode-se observar pelos resultados da Tabela 3 que não houve mudanças, podendo ainda ser confirmado através das análises microbiológicas, que serão discutidas posteriormente.

O pH pode variar de acordo com fatores como época da colheita grau de maturação da planta, tempo de estocagem da matéria prima, variação climática antes da colheita entre outros. O pH 4,0 classifica o caldo de cana adicionado de suco natural de limão como um produto ácido e dessa forma serve de “barreira” para o desenvolvimento de um grande grupo de micro-organismos deteriorantes e patogênicos. Da mesma forma, auxilia na inativação da polifenoloxidase, enzima

presente em frutas e hortaliças e que degradam o produto deixando-o com coloração escura. (YON; JAAFAR, 1994).

A acidificação do caldo de cana (pH 4,0) proporcionou um aumento na acidez total do produto se comparado ao caldo de cana “in natura” como pode ser observado na tabela 3.

O meio ácido faz com que o caldo de cana passe da coloração esverdeada para a amarelada, esse processo se dá pela interação do ácido com a clorofila fazendo com que haja a perda de magnésio das clorofilas e em seu lugar ocorre a substituição de um próton que é fornecido pelo ácido (IADEROZA E DRETTA, 1991).

No comparativo entre pH e cor do produto, observou-se uma diferença significativa nos resultados entre as amostras pasteurizadas e acidificadas em detrimento à amostra após a extração, sem tratamento térmico e acidificação. Isso já era esperado, pois tanto a pasteurização quanto a acidificação promovem mudanças na coloração do produto tornando-o mais amarelado.

De acordo a Tabela 4, o valor de L^* encontrado no início do processo (8,36) se justifica uma vez que L^* representa a luminosidade e seus valores vão de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 0 mais escura é a amostra. Após a pasteurização e acidificação, o valor aumentou para 19,6 confirmando que quanto maior tendência a se aproximar do 100, mais claro o produto. Os demais valores encontrados confirmam a tendência do produto a ficar mais claro e se aproximar ainda mais de 100, isso devido ao fato de a pasteurização e principalmente a acidificação do produto estarem interferindo, mesmo após algum tempo, deixando-o mais claro.

Já a coordenada a^* encontrada no eixo horizontal e que representa a intensidade de cor que vai de valores entre -60 (tendendo a mais verde) e +60 (tendendo a vermelho), se confirma nos valores da Tabela 4, onde observa-se que não sofreu uma alteração significativa. Porém, os valores negativos confirmam a tendência do produto em se aproximar da cor verde.

Com relação à coordenada b^* que tem eixo vertical e valores +60 (em direção ao amarelo) e -60 (tendendo em direção ao azul) podemos constatar através dos valores tabelados que de uma maneira sutil e gradual, o produto foi aumentando seus valores aproximando-se em valores positivos de 60 e teve um pequeno abaixamento após o 10º dia, não muito significativo e só perceptível através de aparelhos de precisão. Esse abaixamento pode ser considerado natural, pois após esse período há uma tendência do meio a turvar devido a degradação da clorofila, reações enzimáticas

e por ação oxidativa, que ocorre naturalmente em se tratando de um produto de origem vegetal. Os resultados tabelados foram obtidos após a homogeneização das amostras.

Tabela 4 - Comparação entre os valores de pH e cor

Tempos de estocagem	Valor pH	Cor L*	Cor a*	Cor b*
“ <i>In natura</i> ” pós-extração	5,5	8,36	-1,70	2,01
Pasteurizado pós-extração	4,02	19,6	-1,89	2,07
2º dia pós-extração/pasteurizado	4,05	21,16	-1,92	2,65
10º dia pós-extração/pasteurizado	4,03	21,37	-1,39	2,38
15º dia pós-extração/pasteurizado	4,04	21,36	-1,36	2,35
20º dia pós-extração/pasteurizado	4,19	21,36	-1,34	2,31

Fonte: Autoria própria

As análises de sólidos solúveis foram realizadas utilizando a técnica de refratometria. No produto “*in natura*” e nas demais amostras armazenadas, pode-se observar que não houve variação significativa como mostra a Tabela 5.

O ratio reflete o grau de doçura e serve de indicativo de qualidade e maturação do suco natural de fruta (BENASSI, 2005). O ratio do caldo de cana acidificado apresentou-se 2 vezes menor se comparado ao “*in natura*” esse fato deve-se a acidez. A redução do ratio indicou que houve um aumento da acidez, como observado após a adição do suco natural de limão. Segundo Thé et al. (2001), o sabor dos frutos é determinado, em grande parte, pelo balanço de ácidos e açúcares e avaliado pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

Tabela 5 - Comparação entre acidez, sólidos solúveis e ratio

Tempo de estocagem	Acidez	SST(Brix)	Ratio
" <i>In natura</i> " pós-extração	1,2	21,9	18,25
Pasteurizado pós-extração	2,4	21,9	9,12
2º dia pós-extração/pasteurizado	2,6	21,8	8,38
10º dia pós-extração/pasteurizado	1,8	21,8	12,11
15º dia pós-extração/pasteurizado	2,2	21,8	9,91
20º dia pós-extração/pasteurizado	1,6	21,8	13,63

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que o produto, durante o tempo de armazenamento, não sofreu alterações sensoriais significativas e principalmente microbiológicas, vindo a confirmar que a redução de pH para a faixa de 4,0 foi importante para a manutenção da qualidade final do produto. Esse resultado confirma a importância do pH na conservação do produto, agindo de forma conservadora retardando o desenvolvimento microbiano, além de atuar como conservador agindo e inibindo a ação de certas enzimas, como as polifenol oxidase que promovem o escurecimento do produto.

O resultado negativo de pesquisas dos grupos de micro-organismos nos indica a qualidade da pasteurização realizada, fato comprovado pelos resultados obtidos onde após 20 dias da extração do caldo de cana não foi observado desenvolvimento microbiológico.

Os resultados das análises microbiológicas permitem evidenciar que as amostras submetidas ao tratamento térmico (pasteurização) foram satisfatórias de acordo com os padrões de identidade e qualidade para caldo de cana, pois mesmo após 20 dias não apresentou crescimento de microbiano.

Tabela 6 – Resultados microbiológicos

Resultados Microbiológicos

Dias/Extração	<i>Salmonella</i> spp (Ausência/presença)	Bolores e leveduras (ufc/mL)	Contagem Total de Mesófilos Aeróbios (ufc/mL)	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	Termotolerantes a 45°C (NMP /100 mL)
T = 0	Ausência em 25 mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	Negativo	-
T = 10	Ausência em 25 mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	Negativo	-
T = 15	Ausência em 25 mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	Negativo	-
T = 20	Ausência em 25 mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	< 1,0 x 10 ufc/mL	Negativo	-

Fonte: Autoria própria

6 CONCLUSÃO

A adição de suco natural de limão, seguida da pasteurização foram eficientes na conservação do caldo de cana-de-açúcar retardando o escurecimento enzimático, controle do dulçor relativo do produto e inibindo o crescimento de micro-organismos.

A cor analisada apresentou diferenças sutis durante o período de armazenamento, praticamente imperceptíveis a olho nu. Tal análise demonstra uma relativa estabilidade deste parâmetro sensorial ante todo processo produtivo até o prazo final de estocagem sendo um item importante para sua comercialização.

A condição de estabilidade durante o período analisado demonstra que o processo de pasteurização adotado foi eficiente, e que tampas de qualidade e que vedem bem são fundamentais para que esse processo seja seguro e eficaz, visto que o primeiro frasco utilizado (adequado para geleias) possui tampa e boca grandes, não fornecendo vedação eficaz para líquidos.

Tivemos durante todo processo muita sedimentação de substância no interior (fundo) das embalagens, como trata-se de um produto de origem vegetal já era esperado essa precipitação supondo-se que seja causada por proteínas, gomas, pectinas, clorofila entre outras substâncias e que tiveram como principal fator para a precipitação, o processo de acidificação seguido do aquecimento causado pela pasteurização, o que pode ser amenizado por uma filtração mais rigorosa. Tais substâncias não devem ser retiradas totalmente, haja vista após uma breve estocagem ocorre total decantação e para que o produto seja aceito sensorialmente, há a necessidade de agitação fazendo com que o produto volte a sua coloração original e esperada.

Podemos afirmar que o processo produtivo desde a recepção da matéria prima até a estocagem final do produto, foram eficientes e garantiram uma segurança alimentar estando o produto apto para o consumo humano até o limite de 20 dias.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

AGROBYTE. **Cana de açúcar**. Disponível em: <http://www.agrobyte.com.br/cana.htm>. Acesso em: 22 de Ago. de 2014.

AGRICULTURA. **Ministério da Agricultura – Cana de açúcar**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 21 de out. de 2014

ALQUATI. **Caacterização e Controle de Microorganismos Contaminantes em Microdestilaria de Álcool**. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 1990.

AMBIENTE BRASIL, 2014 – **Processo de captação e envase da água mineral** – Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_mineral/processo_de_captacao_e_envase_da_agua_mineral.html>. Acesso em 13 de ago. de 2014

ARAÚJO, J. M. de A., **Escurecimento enzimático em alimentos**. (Aspectos químicos e controle). UFV. Viçosa – MG: Impr. Universitária, 1995, 14 p.

BATISTA CLLC (1994). **Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. 71 p. 1. ed. Ed. UFLA. Brasil

BENASSI Jr, M. **Avaliação da influência do grau de maturação do fruto cítrico na composição química de refrigerantes, refresco, e energéticos a base de suco de laranja**. 2005. Tese (Douto em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade De Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BRASIL, 2005 – **Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênicos sanitários para a manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetal.** Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005.

BRASIL, 2005 – **Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos higiênicos sanitários para a manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetal.** Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005.

BRASIL. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Resolução RDC nº 12**, de 02 de janeiro de 2001.

BRASIL. **Portaria DAS nº 104**, de 18 de maio de 2011

BRASIL, 1997 - Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares. **Portaria nº 540**, de 27 de outubro de 1997

CAMARGO, C.A.; USHIMA, A.H.; RIBEIRO, A.M.M.; SOUZA, M.E.P.; SANTOS, N.F. **Manual de Recomendações: Conservação de Energia na Indústria do Açúcar e do Álcool.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1990. p.31-41.

CARVALHO, L. R de; MAGALHÃES, J. T de. **Avaliação da qualidade microbiológica dos caldos de cana comercializados no centro de Itabuna – BA e práticas de produção e higiene de seus manipuladores.** Revista Baiana de Saúde Pública, v. 31, n. 2, p. 238 – 245. 2007.

CHEN, J.C.P.; CHOU, C. **Cane Sugar Handbook.** A manual for cane sugar manufacturers and their chemists. 12nd.ed. New York John Wiley & Sons, 1993.

CHOQUE TERMICO. **Pasteurização.** Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/fisica/choque-termico.html>>. Acesso em: 13 de ago. de 2014

COMCIENCIA, 2007. **Melhoramento da cana de açúcar: marco sucroalcooleiro no Brasil**. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&id=256>. Acesso em 06 de Jun. de 2014.

COSTA, M.C.G. **Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana de açúcar: dois cultivares em solos com características distintas**. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

DOHERTY, W. O. S.; RACKEMANN, D. W. **Stability of Sugarcane Juice – a preliminary assessment of the colorimetric method used for phosphate analysis**. Zuckerindustrie, v. 133, n. 1, p. 24-30, 2008

EMBRAPA. **Embrapa discute Sistema de Produção de Cana Crua**. Embrapa, 2004. Disponível em: <http://w.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2004/outubro/bn.2004-1-5.4599566572/?searchterm=cana>. Acesso 26 de out. de 2014.

EMBRAPA. **Árvore do Conhecimento – Cana de açúcar – Extração**. Embrapa, 2012. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_103_22122006154841.html. Acesso em: 20 de jun. 2014.

EMBRAPA. **Qualidade da matéria prima**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_138_22122006154842.html. Acesso em: 08 de Nov. de 2014.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos Alimentos** - 2ª ed. São Paulo: Ateneu, 2000

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e práticas**. São Paulo: Artmed; 2006.

FRANCIS, F.J. **Colorimetria e aplicações em alimentos. Instituto de tecnologia de alimentos.** Campinas, 33p., 1998.

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

JOGEM, W. **Fruit and vegetable Processing – Improving quality.** Washington CRC Press, 2002. 397 p.

ITAMARATI, 2013. **A origem do açúcar.** Disponível em: http://www.acucaritamarati.com.br/textos/origem_acucar.htm. Acesso em: 10 de out. de 2014.

KOBLITZ, M.G.B. **Estudo de método para remoção de polissacarídeos que precipitam em cachaça.** Campinas, 1998. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP.

LEITÃO, M.F.F. **Microbiologia de sucos e produtos ácidos.** Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, n.3, p.9-42, mar 1973.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cana-de-açúcar: culturas. 2011.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/culturas/cana-de-acucar/saiba-mais>. Acesso em: 30 de set. de 2014.

MARAFANTE, Luciano J. **Tecnologia da Fabricação do Álcool e do Açúcar.** São Paulo: Ícone, 1993, 148p.

MUNDO DAS TRIBOS. **Benefícios do caldo de cana para a saúde.** Disponível em: <http://www.mundodastribos.com/beneficios-do-caldo-de-cana-para-a-saude.html> . Acesso em: 25 de ago. de 2014.

MOLINA, G.; SUZART, C. A. G.; BERGARA, S.; QUEIROZ, T.; DAISUKE, M.; MORETTI, R. H. **Caracterização de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) para a produção de caldo de cana: pH e acidez titulável.** In: Congresso Brasileiro de ciências e tecnologia de alimentos, Belo Horizonte. XXI Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos. 2007.

OLIVEIRA, A. C. G.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUSA, C. P.; GALLO, C. R. **Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na conservação de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas.** Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v 27 n 4, p. 863-873, 2007.

OLIVEIRA, T. M., SOARES, N. F. F., PAULA, C. D., VIANA, G. A. **Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs.** Ciências Agrárias, Londrina, v.29, n.1, p.117-128, 2008.

ORDÓÑEZ, J.A. – Tecnologia de alimentos – **Componentes dos alimentos e processos.** Porto Alegre. Artmed, 2005

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.** Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25 n 1, p. 147-152. 2005.

PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B. **Influência da adição de ácido ascórbico na composição e nas características sensoriais da garapa parcialmente clarificada, estabilizada e estocada sob refrigeração.** B. CEPA, Curitiba, v 21, n 2, p. 323-342. 2003.

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

ROACH, B.T E DANIELS, J.A. Review of the origin and improvement of sugar cane. **Sugarcane Breeding Workshop**. Copersucar, p. 1-33, 1987.

SILVA, J. A. **Tópicos da Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000. 227 p.

SILVA, K. S.; FARIA, J. A. F. **Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico**. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26 n 4, p. 754- 758. 2006.

SOUZA, J. **Estudo da eficiência de alguns polieletrólitos utilizados na clarificação do caldo de cana**. Piracicaba, 1988. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP.

SPENCER, C.L.; MEADE, G.P. **Manual del azúcar de caña**. 9 ed. Montaner y Simon, Barcelona, 1967, 940 p.

SUZART, C. A. G.; BERGARA, S.; MOLINA, G.; MORETTI, R. H. **Caracterização de cultivares de cana de açúcar (*Saccharum ssp.*) para a produção de caldo de cana: Rendimento de caldo e valor de brix**. Congresso Brasileiro de ciências e tecnologia de alimentos, Belo Horizonte. XXI Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos. 2007.

TACO – **Tabela nutricional do caldo de cana “in natura”**. Disponível em: <http://www.tabelanutricional.com.br/cana-caldo-de> Acesso em 19 de jun. de 2014

TOLEDO, R. T. **Fundamentals of Food Process Engineering**. New York: Chapman e Hall, p 398-436, 1991.

ÚNICA – UNIÃO AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA ESTADO DE SÃO PAULO. **Ranking da produção de cana, açúcar e etanol das unidades da Região Centro-Sul.** ÚNICA, 2008. Disponível em: <<http://w.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso: 26 de out. de 2014.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de Bebidas: Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado.** 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 550 p.

YUSOF. **Changes in quality of sugar cane juice upon delayed extraction and storage.** Food Chemistry, v.68, n. 4, p. 395-401, 2000

YON, R.M.; JAAFAR, M.Y.; **Effect of low temperatures on storage life and quality of carambola (Averroa carambola L.) cv. B 17.** Aciar Proceedings, v.50, n.1, p 396-401, 1994.

ABNT, 1991. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Bactérias coliformes totais, coliformes fecais e Escherichia Coli em alimentos.** Determinação do número mais provável (NMP). Rio de Janeiro, 1991. 7p.