



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
COLEGIADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**



ANDRESSA MILANI SPILLER

**VIDA DE PRATELEIRA DE BEBIDAS DE CANA DE AÇÚCAR
REFRIGERADAS ESTOCADAS EM DIFERENTES
EMBALAGENS**

**OURO PRETO
2023**

ANDRESSA MILANI SPILLER

**VIDA DE PRATELEIRA DE BEBIDAS DE CANA DE AÇÚCAR
REFRIGERADAS ESTOCADAS EM DIFERENTES
EMBALAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Erick Ornellas Neves -
Departamento de Alimentos

Coorientador: Prof. Dr. Aureliano Claret da
Cunha - Departamento de Alimentos

**OURO PRETO
2023**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S756v Spiller, Andressa Milani.
Vida de prateleira de bebidas de cana de açúcar refrigeradas
estocadas em diferentes embalagens. [manuscrito] / Andressa Milani
Spiller. - 2023.
29 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Erick Ornellas Neves.
Coorientador: Prof. Dr. Aureliano Caret da Cunha.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Cana-de-açúcar - Produtos. 2. Pasteurização. 3. Análise - Físico-
química. 4. Testes microbiológicos. I. Neves, Erick Ornellas. II. da Cunha,
Aureliano Caret. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 633.61

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



FOLHA DE APROVAÇÃO

Andressa Milani Spiller

Vida de prateleira de bebidas de cana de açúcar refrigeradas estocadas em diferentes embalagens

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 13 de março de 2023

Membros da banca

Prof. Dr. Erick Ornellas Neves - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Aureliano Claret da Cunha - Coorientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Profª. Dra. Maria Helena Nasser Brumano - Universidade Federal de Ouro Preto
Msc. Michele Cristina Vieira - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Erick Ornellas Neves, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 13/03/2023



Documento assinado eletronicamente por **Erick Ornellas Neves, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/03/2023, às 16:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0489589** e o código CRC **5627050D**.

Dedico esse trabalho à minha mãe,
sem ela nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todo departamento de alimentos da UFOP, em especial ao Erick e Aureliano pelo apoio e suporte durante o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a minha família por me acompanhar e tornar esse momento possível.

A CiAli e ao Núcleo Vertentes por me mostrar meu potencial acadêmico e profissional.

Enfim, agradeço a República Ovelha Negra por estarem ao meu lado durante todo o processo e me tornarem mais forte.

RESUMO

O caldo de cana, cuja matéria prima tem grande produção no Brasil, é um produto geralmente consumido logo após a extração sendo pouco explorado industrialmente. O desenvolvimento de novos produtos industriais além de atender a uma demanda dos consumidores, pode ser considerado uma opção para combate da transmissão de doenças devido ao controle da produção em todas as etapas, o que evita possíveis contaminações. O caldo de cana, como é muito consumido no Brasil, quando passa por processos industriais proporciona mais segurança para os consumidores. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a vida de prateleira de caldo de cana, puro ou adicionado de suco de frutas ou ácido cítrico, envasado em diferentes tipos de embalagem e mantido sob refrigeração durante a armazenagem. Foram estudadas 4 formulações: caldo de cana (CC), caldo de cana adicionado de ácido cítrico (CA), caldo de cana com suco de abacaxi 8,5% (CB), caldo de cana com suco de limão 2,5% (CL). O tratamento térmico foi realizado a 83 ± 2 °C por 9,75 min. Os caldos processados foram envasados em três embalagens: polipropileno, polietileno tereftalato e vidro transparente estocados por 220 dias com amostras analisadas nos tempos 0, 28, 55, 90, 155 e 220 dias. Foram realizadas análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis, acidez, cor), sensoriais e microbiológicas (contagem de *Salmonella*, bolores e leveduras e coliformes termotolerantes). O pH do caldo de cana *in natura* foi de $5,06 \pm 0,04$; o teor de sólidos solúveis resultou em $20,6 \pm 0,0$ ° Brix; e a acidez, em $82,6 \pm 2,2$ mg de ácido cítrico/100mL. Os testes sensoriais apontaram melhor aceitação para os envasados em vidro, tendo mais bem conservado seus aspectos no CC e CL. Para a cor os valores da absorbância inicial se mantiveram entre 0,453 e 0,499. Durante a estocagem houve uma tendência à estabilidade da concentração de sólidos solúveis, que obteve na maioria dos tratamentos uma variação igual ou menor a 0,3 °Brix. Todos os produtos, independente do tipo de embalagem, pH inicial ou sabor, tendem a um aumento do pH e uma redução da acidez total em relação aos valores iniciais. Ao longo da vida de prateleira houve variações nas contagens microbiológicas mesmo com a redução de mais de 90% da carga microbiana de coliformes 45 °C, e de mais de 99% de bolores e leveduras como consequência do tratamento térmico. Concluiu-se que há possibilidade de produção do caldo de cana desenvolvido para comercialização.

Palavras-chave: caldo de cana, pasteurização, análises físico-químicas, análises microbiológicas.

ABSTRACT

Sugarcane juice, the raw material of which is widely produced in Brazil, is a product generally consumed right after extraction and is little explored industrially. The development of new industrial products, in addition to meeting consumer demand, can be considered an option to combat disease transmission due to production control at all stages, which avoids possible contamination. Sugarcane juice, as it is widely consumed in Brazil, when it goes through industrial processes provides more security for consumers. Thus, the objective of the present work was to evaluate the shelf life of sugarcane juice, pure or with added fruit juice or citric acid, packed in different types of packaging and kept under refrigeration during storage. Four formulations were studied: sugarcane juice (CC), sugarcane juice with citric acid (CA), sugarcane juice with pineapple juice 8.5% (CB), sugarcane juice with lemon juice 2.5% (CL). Heat treatment was carried out at 83 ± 2 °C for 9,75 min. The processed broths were packaged in three packages: polypropylene, polyethylene terephthalate and transparent glass, stored for 220 days with samples analyzed at times 0, 28, 55, 90, 155 and 220 days. Physical-chemical (pH, soluble solids, acidity, color), sensory and microbiological (number of *Salmonella*, molds and yeasts and thermotolerant coliforms) analysis were made. The pH of sugarcane juice *in natura* was 5.06 ± 0.04 ; the soluble solids content resulted in 20.6 ± 0.0 ° Brix; and the acidity at 82.6 ± 2.2 mg of citric acid/100mL. Sensory tests showed better acceptance for those packaged in glass, with their aspects being better preserved in the CC and CL. For color, initial absorbance values remained between 0.453 and 0.499. During storage there was a tendency towards stability of the concentration of soluble solids, which obtained in most treatments a variation equal to or less than 0,3 °Brix. All products, regardless of the type of packaging, initial pH or flavor, tend to increase the pH and reduce the total acidity in relation to the initial values. Throughout the shelf life there were variations in microbiological counts even with the reduction of more than 90% of the microbial load of coliforms at 45 °C, and of more than 99% of molds and yeasts as a consequence of the thermal treatment. It was concluded that there is a possibility of production of sugarcane juice developed for commercialization.

Keywords: sugarcane juice, pasteurization, physical-chemical analysis, microbiological analysis.

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	Metodologia	11
2.1	Matéria-prima	11
2.2	Processamento	12
2.3	Vida de prateleira	13
2.3.1	Análise sensorial	13
2.3.2	Análises físico-químicas	14
2.3.3	Análises microbiológicas	14
3	Resultados e discussão	15
3.1	Caldo de Cana <i>in natura</i>	15
3.2	Tratamento térmico	15
3.3	Análise sensorial	16
3.4	Parâmetros físico-químicos	18
3.5	Análises microbiológicas	23
4	Conclusão	24
	Referências	26
	APÊNDICE A	28
	APÊNDICE B	29

1 Introdução

Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) em 2019, o Brasil foi o maior produtor mundial de cana de açúcar na safra 2019/2020, sendo grande volume dessa matéria prima destinada à produção de álcool, açúcar e geração de energia elétrica. Minas Gerais está entre as 5 maiores áreas plantadas de cana de açúcar do país, o que demonstra a sua importância no cenário global de produção.

Apesar de ser um grande produtor de cana de açúcar, o consumo do caldo de cana ou garapa ainda é pouco explorado industrialmente. Trata-se de um produto altamente perecível e que tem como hábito o consumo imediatamente após a extração. Há alto potencial interno de expansão para indústrias alimentícias voltadas para o processamento deste produto, desde que o produto mantenha características similares ao tradicional e que traga maior conforto e segurança ao consumidor (KUNITAKE, 2012).

A venda e elaboração deste produto é feita em grande parte por ambulantes em lugares públicos com poucas possibilidades de controle higiênico-sanitário. A sua elaboração em condições industriais adequadas tem como vantagens o prolongamento da vida útil, segurança alimentar, componentes nutricionais mais proeminentes e maior estabilidade microbiológica (SANDA et al., 2016).

Há relatos na literatura de problemas relacionados a riscos de saúde pública no consumo do produto, associado a riscos microbiológicos e físicos. Em março de 2005 um surto de Doença de Chagas foi avaliado pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que associou o consumo de caldo de cana ao evento. Como medida de combate da transmissão da doença, a agência publicou a resolução RDC 218/2005, a qual estabelece normas de boas práticas para transporte e manuseio de bebidas à base de vegetais (NARDELLI, 2005). Para evitar tais riscos, as técnicas de conservação podem ser utilizadas

para conferir estabilidade e segurança ao produto, tendo o cuidado para conciliar com o perfil sensorial. A fim de se obter o produto desejado várias técnicas consorciadas são utilizadas: como tratamento térmico, refrigeração, acidificação, embalagens e uso de aditivos (KUNITAKE, 2012).

Segundo a Instrução Normativa 37/2018 (BRASIL, 2018a), o caldo de cana-de-açúcar ou garapa é uma bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, destinada ao consumo humano, obtida de parte comestível da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. Já em relação às misturas com polpas de frutas é encontrado no Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, a seguinte definição: “Refresco misto ou bebida mista de frutas, de extratos vegetais ou de frutas e extratos vegetais é a bebida obtida pela diluição em água potável da mistura de suco de fruta, da mistura de extrato vegetal, ou pela combinação de ambos” (BRASIL, 2009).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a vida de prateleira de caldo de cana, puro ou adicionado de suco de frutas ou ácido cítrico, envasado em diferentes tipos de embalagem e mantido sob refrigeração durante o armazenamento.

2 Metodologia

2.1 Matéria-prima

A cana-de-açúcar foi obtida de pequeno produtor rural da Região do Aço - MG, colhida no mês de setembro de 2019. As polpas congeladas de sucos de limão e abacaxi foram obtidas no comércio local da Região do Aço – MG e o ácido cítrico alimentício adquirido no comércio varejista local de Ouro Preto-MG.

2.2 Processamento

A cana de açúcar foi processada na planta piloto de Produtos Vegetais e Bebidas do Departamento de Alimentos da Escola de Nutrição. A matéria-prima passou pelas etapas de raspagem, enxágue com água limpa e higienização. Para a raspagem foi utilizado o limpador de cana elétrico (Vencedora, Maqtron) e para a higienização foi realizada a imersão da cana raspada em solução clorada a 250 ppm por 15 min (DA MATTA et al., 2005).

O caldo foi extraído através de uma moega elétrica de cana com três rolos (Vencedora M-700, Maqtron), sendo filtrado na saída da moega em tecido duplo de *voil* para retenção de espuma e resíduos grosseiros. Todo caldo de cana filtrado foi rapidamente resfriado à 5 °C e homogeneizado em tanque de expansão, formando um único lote. Após este processo o caldo de cana foi avaliado com relação aos seus parâmetros físico-químicos (pH, sólidos solúveis, acidez).

Ao longo do processamento foram anotadas as massas de cana, cana raspada e caldo para cálculos de rendimento.

O caldo de cana foi fracionado em 4 porções, com 25 kg cada, para a obtenção das bebidas: caldo de cana (CC), caldo de cana acidificado (CA), caldo de cana com suco de abacaxi (CB) e caldo de cana com suco de limão (CL). O caldo de cana (CC) não sofreu adição de nenhum ingrediente. O caldo de cana acidificado (CA) foi o caldo de cana adicionado de ácido cítrico até atingir pH 4,0. O caldo de cana com suco de abacaxi (CB) foi o caldo de cana adicionado de 8,5% (m/m) de suco de abacaxi. O caldo de cana com suco de limão (CL) foi o caldo de cana adicionado de 2,5% (m/m) de suco de limão.

O tratamento térmico foi realizado em pasteurizador a placas a 83 ± 2 °C por 9,75 min (MACHADO et al., 2013, PRATI et al., 2005). Os caldos processados foram envasados a frio em três embalagens: polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET) e vidro

transparente (VD), sendo todas elas com capacidade de 300 mL. As embalagens foram mantidas em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L por pelo menos 15 minutos para sanitização, previamente à utilização. As embalagens contendo os produtos processados foram estocadas sob refrigeração a temperaturas de geladeiras convencionais (entre 5 °C e 10 °C) para avaliação da vida de prateleira.

Ao final das preparações foram obtidos 4 tipos de bebidas envasadas em 3 tipos de embalagens diferentes, perfazendo um total de 12 tratamentos.

2.3 Vida de prateleira

As amostras dos 12 tratamentos foram mantidas sob refrigeração por até 220 dias ou até que a estabilidade sensorial e, ou, físico-química e, ou, microbiológica da amostra estivesse comprometida.

As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas nos tempos 0, 28, 55, 90, 155 e 220 dias. As análises microbiológicas foram realizadas nos tempos 0, 28, 55, 90 e 220 dias, exceto para *Salmonella*, que foi realizada apenas no tempo 0 e 220 dias. Nem todas as formulações foram analisadas em todos os tempos devido ao seu descarte por perdas sensoriais.

2.3.1 Análise sensorial

Duas embalagens de cada tratamento foram degustadas por três provadores que, em formato de painel, harmonizaram a descrição da percepção de aroma, sabor, odor e aspecto do produto e sua proximidade com o caldo de cana fresco.

As descrições foram registradas no formato de textos contendo a impressão global em cada ponto de avaliação, que serviu de base para a montagem de quadro avaliativo.

2.3.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas (pH, sólidos solúveis, acidez, cor), foram realizadas segundo metodologias disponíveis no manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O pH foi determinado em equipamento (DIGIMED, REQUIPAL) previamente calibrado em soluções tampão 4,00 e 7,00. O teor de sólidos solúveis (°Brix), foi medido em refratômetro analógico, numa escala de 0 a 32 °Brix. A acidez foi avaliada por titulação potenciométrica, sendo utilizado 20 ou 25 mL de amostra e titulação até pH 8,0 com solução padronizada de NaOH 0,1 mol/L. A determinação da cor foi realizada pela leitura da absorbância a 550 nm após diluição de 1:10 da amostra, utilizando-se um espectrofotômetro (FEMTO, SP LABOR), conforme descrito por PRATI et al. (2005).

As análises de cada tratamento foram realizadas em duplicata e a sua média e desvio padrão registradas.

2.3.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas para contagem de *Salmonella* (SALX), bolores e leveduras (YM) e coliformes termotolerantes (CC) foram realizadas em sistema de placas Petrifilm 3M® (3M, 2022). Já para mesófilos aeróbios totais foi realizada contagem pelo método do PCA (*Plate Count Agar*). Todos os resultados foram expressos em UFC (Unidades Formadoras de Colônia) /mL tendo sido as análises realizadas em duplicata (ABNT, 2015).

Para cada análise microbiológica foi verificada a conformidade da amostra com a IN ANVISA 161/2022 (BRASIL, 2022).

3 Resultados e discussão

3.1 Caldo de Cana *in natura*

A partir da cana de açúcar foi obtido o caldo de cana *in natura* com rendimento de 49,67%. Em outros trabalhos foram encontrados rendimentos entre 61,04 % e 45,94 % (KUNITAKE, 2012). Assim, o rendimento aqui obtido foi dentro do esperado para o caldo de cana *in natura* recém extraído.

O pH do produto foi de $5,06 \pm 0,04$, resultado corroborado por Kunitake (2012), que encontrou valor de pH entre 4,98 a 5,63. O teor de sólidos solúveis encontrado foi de $20,6 \pm 0,0$ °Brix, e a acidez, em $82,6 \pm 2,2$ mg de ácido cítrico/ 100mL, valores esses em acordo com os parâmetros previstos na legislação para suco de cana de açúcar (BRASIL, 2018a).

Os parâmetros avaliados podem variar em função da variedade da planta, condições de plantio, estado de maturação da planta e condições edafoclimáticas. As condições bromatológicas da cana de açúcar variam durante o plantio, de acordo com Muraro et al. (2009): “A época em que é realizada a colheita da cana-de-açúcar é determinante do teor de sacarose nos colmos, uma vez que o acúmulo de sacarose é fortemente influenciado pelas condições ambientais”. Assim, para obter o caldo de cana nos padrões estabelecidos pela legislação, o tempo entre a colheita e o processamento deve ser o menor possível para que não ocorra modificações significativas na matéria-prima.

3.2 Tratamento térmico

O caldo de cana utilizado para processamento apresentou contagem de microrganismos acima do previsto na Instrução Normativa 161/2022, tanto para coliformes 45 °C quanto para bolores e leveduras, cujas contagens foram 90 UFC/mL e $1,7 \times 10^2$

UFC/mL, respectivamente uma vez que é aceitável um máximo de 10^2 UFC/mL para esses microrganismos quando se trata do caldo *in natura* (Apêndice B).

Após tratamento térmico, houve redução de mais de 90% da carga microbiana de coliformes 45 °C, e de mais de 99% de bolores e leveduras. A contagem de mesófilos foi de $2,2 \times 10^5$ UFC/mL. Em média o tratamento térmico reduziu 4 ciclos log em relação a aeróbios mesófilos, ou seja, redução de 99,99% da carga microbiana inicial da matéria prima (Apêndice B). Em todas as avaliações para *Salmonella* foi constatada sua ausência. A redução da contagem microbiana em todas as análises realizadas aponta para a efetividade do tratamento térmico aplicado e o produto passou a estar de acordo com a legislação por se encaixar na categoria de “sucos e outras bebidas submetidas a processos tecnológicos de redução microbiana, que necessitam de refrigeração”.

3.3 Análise sensorial

A análise sensorial do produto durante o período de vida de prateleira possibilitou avaliar as amostras com relação à percepção de aroma, sabor, odor e aspecto (Apêndice A).

Os resultados para o caldo de cana acidificado (CA) estocado em ambiente refrigerado mostram que para o tempo zero o produto apresentou sabor característico do produto fresco e com boa percepção da acidez, sem comprometer a percepção do sabor de caldo de cana. Porém para os produtos envasados em embalagens plásticas (PP e PET) houve alteração do sabor, com perda da percepção de sabor de caldo de cana fresco e ao aumento do “gosto plástico” no produto, já nas primeiras avaliações. No PP esta percepção foi já detectada no dia 28, já para o PET a percepção da alteração foi detectada no dia 55. Para a embalagem de vidro o produto se manteve inalterado pelo menos por 90 dias. Assim,

em embalagem de vidro, há a possibilidade que o produto tenha uma validade superior a 90 dias.

Na avaliação inicial, o caldo de cana com suco de abacaxi (CB) apresentou um equilíbrio sensorial, com a percepção do sabor característicos de caldo de cana e do abacaxi, com percepção em destaque da nota aromática do abacaxi. Porém, durante a estocagem refrigerada, o produto demonstrou grande alteração no sabor, sobretudo na percepção do sabor abacaxi, tornando-se desagradável já nas avaliações com 28 dias. Dessa forma, para o produto houve pouca durabilidade do sabor, sendo destacado a formação de um sabor de “abacaxi velho” em todas as embalagens.

Da mesma forma que para os produtos anteriores, para o CC, foi apresentado sabor característico do produto fresco no tempo zero e o caldo de cana envasado em embalagens plásticas denota um sabor plástico já nas primeiras avaliações, em 28 dias de armazenamento para embalagens PP e 55 dias de armazenamento para embalagens PET. Já para aqueles envasados em vidro o sabor permaneceu com boa qualidade sensorial até o dia 220 sendo armazenado sob refrigeração.

Na bebida de caldo de cana com suco de limão (CL) inicialmente foi possível a percepção de sabor característicos do caldo de cana em equilíbrio com o sabor limão, mas indicaram alterações do produto quando envasados em PP e PET, sendo que em embalagem de PP observou-se alteração no sabor relacionado ao limão. Para a embalagem de vidro o sabor apresentou poucas alterações frente ao produto inicial, percebendo-se apenas a suavização do sabor do limão com o passar do tempo.

De forma global é possível destacar que as embalagens plásticas tiveram menor capacidade de manter a qualidade de todos os caldos de cana processados, mesmo sob

refrigeração. Para manter a qualidade sensorial dos produtos estocados por períodos maiores, a embalagem de vidro foi a mais adequada.

As alterações de sabor detectadas no caldo em embalagens poliméricas podem ser relacionadas ao fato de possuírem uma barreira insuficiente contra a entrada de gases para manter uma boa vida de prateleira e de migração de compostos do polímero para o produto. De acordo com Alexandrino (2012), as embalagens monocamada de PET e PP possuem alta permeabilidade a oxigênio e a migração desse composto do exterior para o interior das embalagens pode causar degradação de sabor e alteração de odores através da oxidação de compostos do produto acondicionado. Em relação à migração de compostos do polímero, estudos apontam que há incorporação de substâncias advindas do recipiente, mesmo em baixas temperaturas, que podem causar sabores e odores estranhos ao aroma original (GERASSIMIDOU, 2022). As bebidas dos 12 tratamentos avaliados neste trabalho, foram estocadas em ambiente refrigerado e ao abrigo da luz. Assim, as alterações do sabor de forma diferenciada entre embalagens plásticas e de vidro durante a vida de prateleira estão vinculadas à migração de compostos.

3.4 Parâmetros físico-químicos

No presente trabalho foram processados os caldos de cana com os quatro sabores, envasados em três tipos de embalagens (VD, PET e PP), configurando 12 tratamentos para avaliação da vida de prateleira.

A avaliação do parâmetro cor das amostras apresentaram valores iniciais de absorvância entre 0,453 e 0,499 dependendo do sabor CA e CC, respectivamente (Tabela 1). Durante o período de estocagem não foi possível destacar uma evolução no sentido de diminuição ou aumento deste valor, oscilando em relação a uma média de $0,483 \pm 0,045$. Assim, dentro da metodologia adotada, não foi possível detectar uma evolução deste

parâmetro durante a vida de prateleira, seja em função do sabor, seja em função do tipo de embalagem (Tabela 1). Uma possível causa de não haver alteração da cor seria a destruição das polifenoloxidasas (PPOs) no tratamento térmico, já que a enzima é responsável pelo desencadeamento da polimerização não enzimática da quinona que formam os compostos escuros chamados de melaninas (MACHADO, 2013).

Tabela 1 - Valores de cor (absorbância a 550 nm) para caldo de cana acidificado, caldo de cana adicionado de suco de abacaxi, caldo de cana e caldo de cana adicionado de suco de limão estocados sob temperatura de refrigeração em diferentes embalagens (PET, PP e Vidro) por até 220 dias

Dias	CA			CB		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	0,453 ± 0,011	0,453 ± 0,011	0,453 ± 0,011	0,493 ± 0,003	0,493 ± 0,003	0,493 ± 0,003
28	0,470 ± 0,007	0,471 ± 0,021	0,469 ± 0,003	0,567 ± 0,003	0,517 ± 0,005	0,507 ± 0,001
55		0,384 ± 0,024			0,437 ± 0,014	
90	0,484 ± 0,013					
155						
220						

Dias	CC			CL		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	0,499 ± 0,001	0,499 ± 0,001	0,499 ± 0,001	0,490 ± 0,002	0,490 ± 0,002	0,490 ± 0,002
28	0,495 ± 0,004	0,501 ± 0,003	0,486 ± 0,003	0,498 ± 0,004	0,492 ± 0,001	0,504 ± 0,005
55		0,420 ± 0,002			0,399 ± 0,001	
90	0,530 ± 0,015			0,566 ± 0,002		
155	0,559 ± 0,028			0,524 ± 0,041		
220	0,486 ± 0,000			0,465 ± 0,011		

Para os sólidos solúveis, definidos em °Brix, houve um esperado e pequeno efeito de diluição em função da adição dos demais ingredientes. Todas as formulações foram realizadas a partir do mesmo lote de matéria-prima, o que possibilitou uma menor variação de resultados. Os valores iniciais para sólidos solúveis oscilaram entre 18,8 e 19,3 °Brix, os quais estão compatíveis com a legislação para o caldo de cana, que estipula um mínimo de 14 °Brix (BRASIL, 2018). Durante a estocagem houve uma tendência à estabilidade da concentração de sólidos solúveis, que obteve na maioria dos tratamentos uma variação igual

ou menor a 0,3 °Brix. Apenas no caso do caldo de cana com suco de abacaxi estes valores foram superiores, mas não ultrapassaram a 0,5 °Brix (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores teor de sólidos solúveis (°Brix) para caldo de cana acidificado, caldo de cana adicionado de suco de abacaxi, caldo de cana e caldo de cana adicionado de suco de limão estocados sob temperatura de refrigeração em diferentes embalagens (PET, PP e Vidro) por até 220 dias

Dias	CA			CB		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	19,1 ± 0,0	19,1 ± 0,0	19,1 ± 0,0	18,8 ± 0,0	18,8 ± 0,0	18,8 ± 0,0
28	19,1 ± 0,0	19,2 ± 0,1	19,1 ± 0,1	18,4 ± 0,0	18,4 ± 0,1	18,3 ± 0,1
55		18,9 ± 0,1			18,3 ± 0,1	
90	19 ± 0,0					
155						
220						
Dias	CC			CL		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	19,3 ± 0,1	19,3 ± 0,1	19,3 ± 0,1	19,0 ± 0,0	19,0 ± 0,0	19,0 ± 0,0
28	18,9 ± 0,2	19,2 ± 0,1	19,1 ± 0,1	18,9 ± 0,1	18,9 ± 0,1	18,8 ± 0,1
55		19,1 ± 0,1			18,8 ± 0,1	
90	19,2 ± 0,0			19,0 ± 0,0		
155	19,2 ± 0,1			19,0 ± 0,1		
220	19,1 ± 0,0			18,9 ± 0,1		

Para os valores de pH e acidez, este último expresso em mg de ácido cítrico/100 mL, houve oscilações significativas (Tabela 3 e Tabela 4). É importante ressaltar que a correlação entre estes dois parâmetros é negativa, ou seja, com o aumento da acidez temos uma redução do pH. A legislação brasileira indica valores para caldo de cana de 50 mg de ácido cítrico/100g como mínimo de acidez e pH mínimo de 5,5 (BRASIL, 2018a), sendo o valor para acidez e pH do caldo de cana tratado termicamente de 73,3 mg de ácido cítrico/100 mL e pH 5,04. Apesar de divergente do apresentado pela legislação brasileira, o pH encontrado é compatível com outros trabalhos, que encontraram valores inferiores ao determinado pela legislação para o caldo de cana (ALENCAR, T *et al.*, 2010; PRATI; CAMARGO, 2008; SILVA; FARIA, 2006). Os valores dos parâmetros físico-químicos são

amplamente dependentes do estágio de maturação da planta, da variedade e das condições edafoclimáticas e de manejo durante o cultivo. Para os sucos mistos e acidificado os valores iniciais foram afetados pela adição do ingrediente. Para o caldo de cana adicionado de limão o pH foi de 3,83 e a acidez de 130,2 mg de ácido cítrico/100 mL. Para o acidificado o pH foi de 4,05 e a acidez em 106,8 mg de ácido cítrico/100 mL. Já para o adicionado de suco de abacaxi o pH foi de 4,36 e acidez 102,9 mg de ácido cítrico/100 mL.

A mistura adicionada de suco de limão resultou no pH mais baixo, fato justificado pela alta acidez da bebida, diferindo então das outras amostras, mas sim quanto ao pH.

Tabela 3 - Valores de acidez (mg/100mL) para caldo de cana acidificado, caldo de cana adicionado de suco de abacaxi, caldo de cana e caldo de cana adicionado de suco de limão estocados sob temperatura de refrigeração em diferentes embalagens (PET, PP e Vidro) por até 220 dias.

Dias	CA			CB		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	106,8 ± 1,1	106,8 ± 1,1	106,8 ± 1,1	102,9 ± 11,8	102,9 ± 11,8	102,9 ± 11,8
28	85,0 ± 0,2	85,5 ± 0,9	84,2 ± 0,9	183,4 ± 0,0	68,5 ± 1,6	71,7 ± 0,9
55		85 ± 1,1			98,2 ± 0	
90	99,2 ± 0,9					
155						
220						
Dias	CC			CL		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	73,3 ± 2,2	73,3 ± 2,2	73,3 ± 2,2	130,2 ± 5,5	130,2 ± 5,5	130,2 ± 5,5
28	48,5 ± 2,4	52,2 ± 1,1	52,2 ± 1,1	108,5 ± 0,0	111,3 ± 0,9	111,5 ± 1,1
55		41,3 ± 1,1			104,5 ± 2,2	
90	54,3 ± 0,9			114,8 ± 1,8		
155	59,3 ± 4,5			120,1 ± 2,2		
220	187,1 ± 0,0			137,2 ± 0,0		

Todos estes valores de pH para os sucos mistos são excelentes em relação à conservação de alimentos, pois são inferiores a 4,5 (Fellows, 2019). Este valor de pH potencializa a destruição de micro-organismos e a inativação de enzimas durante o tratamento térmico, além de inibir o desenvolvimento de bactérias deterioradoras, pois alimentos que apresentam esse pH menor que 4,5 (alimentos ácidos) são inóspitos para

microrganismos patogênicos age em sintonia com a ação de desnaturação da enzima mais termorresistente ou microrganismos deteriorantes ácido tolerante do tratamento térmico (Fellows, 2019). Pequenas oscilações no pH durante a vida de prateleira são indicativos de reações químicas, e, ou, físico-químicas, mas que não necessariamente são indicativos de deterioração do produto. Porém, grandes oscilações indicam a ação sobretudo de microrganismos, os quais podem aumentar ou diminuir tais valores.

Tabela 4 - Valores de pH para caldo de cana acidificado (CA), caldo de cana adicionado de suco de abacaxi (CB), caldo de cana (CC) e caldo de cana adicionado de suco de limão (CL) estocados sob temperatura de refrigeração em diferentes embalagens (PET, PP e Vidro) por até 220 dias.

Dias	CA			CB		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	4,05 ± 0,06	4,05 ± 0,06	4,05 ± 0,06	4,36 ± 0,01	4,36 ± 0,01	4,36 ± 0,01
28	4,71 ± 0,01	4,73 ± 0,01	4,74 ± 0,01	4,25 ± 0,01	5,02 ± 0,01	5,03 ± 0,01
55		4,92 ± 0,05			4,97 ± 0,01	
90	4,73 ± 0,01					
155						
220						

Dias	CC			CL		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	5,04 ± 0,01	5,04 ± 0,01	5,04 ± 0,01	3,83 ± 0,02	3,83 ± 0,02	3,83 ± 0,02
28	5,74 ± 0,04	5,71 ± 0,01	5,72 ± 0,04	4,53 ± 0,01	4,53 ± 0,01	4,52 ± 0,01
55		6,06 ± 0,04			4,77 ± 0,03	
90	5,65 ± 0,06			4,55 ± 0,00		
155	5,84 ± 0,04			4,38 ± 0,02		
220	5,94 ± 0,00			4,55 ± 0,00		

Todos os produtos, independente do tipo de embalagem, pH inicial ou sabor, tendem a um aumento do pH e uma redução da acidez total em relação aos valores iniciais. O consórcio com a refrigeração demonstra um grande potencial para a inibição do grupo de microrganismos produtores de ácidos carboxílicos neste processo (Fellows, 2019). Porém pode-se observar uma maior variação do pH, sobretudo do dia 0 para o dia 28. Após este período as oscilações foram menores que 0,20 para a maioria dos pontos avaliados.

O sistema de envase adotado permitiu uma homogeneização do produto tratado termicamente, mas cada embalagem evolui de forma individualizada durante o tempo de armazenagem. Outra característica importante para se ressaltar é a de que, a cada ponto, as amostras são destruídas durante a análise. Assim, certa oscilação é esperada para cada ponto da análise de vida de prateleira.

3.5 Análises microbiológicas

Para sucos e outras bebidas submetidas a processos tecnológicos de redução microbiana, que necessitam de refrigeração, a IN ANVISA 60/2019 (BRASIL, 2019) estabelece para uma amostra indicativa, ausência de *Salmonella* em 25 mL de produto, contagem máxima de enterobacteriaceae (Coliformes) de 10 UFC/mL e contagem máxima de 10 UFC/mL de bolores e leveduras. A contagem de mesófilos aeróbios pelo método de PCA é utilizada para se obter informações gerais sobre a qualidade de produtos, práticas de manufatura, matérias primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida de prateleira, não havendo uma exigência legal para os produtos desenvolvidos.

Ao longo da vida de prateleira houveram variações nas contagens de microrganismos avaliadas, parte devido ao sistema de envase adotado e parte pela evolução individualizada de cada embalagem durante o tempo de armazenamento (APÊNDICE B). Tal fato fez com que algumas amostras, em determinados pontos, ficassem fora da especificação da legislação, como no caso CA-VD 28 dias, com valores próximos ao limite da legislação, mas ainda fora do estabelecido (BRASIL, 2019), o que poderia não acontecer se fosse aplicado o plano de amostragem de três classes, onde 5 amostras seriam analisadas, destas, 2 poderiam apresentar intervalos de contagem entre 10 e 100 UFC/mL.

Em relação aos testes de *Salmonella*, todos indicaram ausência do patógeno no produto nos tempos avaliados. Amostras de CB-VD e CB-PET, apresentaram alta contagem

de aeróbios totais nos tempos 28 e 55, respectivamente, o que fez com que essas amostras não mais fossem avaliadas.

Com base nas análises microbiológicas, a amostra CA-VD apresentou estabilidade por 90 dias, CB-PP 28 dias, CC-VD 220 dias e CL-VD 155 dias. Inicialmente todas as amostras estavam dentro das exigências microbiológicas definidas pela IN ANVISA 161/2022 (BRASIL, 2022), porém cada uma das formulações teve comportamentos diferentes quanto a evolução dos microrganismos sendo que aqueles com adição de suco de frutas ou ácido se tornaram inviáveis antes do caldo de cana puro.

4 Conclusão

Conclui-se que os produtos mostraram diferentes capacidades de suportar a vida de prateleira em função do tipo de embalagem e sabor do produto. Mesmo em estocagem refrigerada os produtos em embalagens plásticas mostraram baixa capacidade de manter o sabor característico do produto, restando o vidro como a embalagem capaz de assegurar um maior prazo de validade já que possui melhor barreira para impedir incorporação de oxigênio e não há migração de compostos da embalagem para a bebida. Porém o produto adicionado de suco de abacaxi é uma exceção pois, mesmo em embalagem de vidro, não é capaz de garantir tempos de armazenagem superiores a 28 dias. Com relação aos sabores o caldo de cana com limão e sem sabor foram os que apresentaram maior estabilidade, podendo suportar tempos de 155 e 220 dias, respectivamente, mantendo estabilidade microbiológica e físico-química em ambiente refrigerado e embalagem de vidro. Já o caldo de cana acidificado manteve pelo menos 90 dias nas mesmas condições. Por fim concluímos que os produtos com maior estabilidade foram aqueles de caldo de cana adicionados ou não de suco de limão, embalados em garrafas de vidro e mantidos sob refrigeração pois

apresentaram maior estabilidade sensorial, microbiológica e físico-química quando comparados aos outros sabores.

Referências

- 3M. Placas 3M™ Petrifilm™. Apresenta os manuais para utilização das Placas 3M™ Petrifilm™. Disponível em: <https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/food-safety-br/petrifilm/>. Acesso em: 01 de maio de 2022.
- ALENCAR, T; GAJO, G.C; BRUNO, L. C. S; KUHNEN, S. Determinação de açúcar total em caldo de cana-de-açúcar pela atividade da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em função do pH e temperatura. 2010. Anais do 50o CBQ [...]. Cuiabá/MT: [s. n.], 2010.
- ALEXANDRINO, A. A. S. Avaliação de materiais barreira na produção de embalagens rígidas de plástico para a indústria alimentar. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Materiais. Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 4833-2: Informação e documentação: Referências. Rio de Janeiro. 2015.
- BRASIL. Decreto-lei nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.
- BRASIL. IN ANVISA n. 161/2022 - Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2022.
- BRASIL. MAPA, IN n. 37/2018 - Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de suco de fruta. Brasília, 2018a.
- BRASIL. MAPA, IN n. 49/2018 - Complementação dos padrões de identidade e qualidade de suco e polpa de fruta. Brasília, 2018b.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Safra 2019/20. 2019.
- DA MATTA, V; FREIRE JUNIOR, M; CABRAL, L. M. C; FURTADO, A. A. L. Polpa de Fruta Congelada. DF: Embrapa Informação Tecnológica Brasília, 2005.
- FELLOWS, P J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. [Porto Alegre]: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582715260. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715260/>. Acesso em: 07 out. 2022.
- GERASSIMIDOU, S; LANSKA, P; HAHLADAKIS, J. N; LOVAT, E; VANZETTO, S; GEUEKE, B; GROH, K. J; MUNCKE, J; MAFFINI, M; MARTIN, O. V; IACOVIDOU, E. Unpacking the complexity of the PET drink bottles value chain: A chemicals perspective. *Journal of Hazardous Materials*, v. 430, n. 128410, 2022.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4ª edição ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KUNITAKE, M. T. Processamento e estabilidade de caldo de cana acidificado. 2012. Mestrado em Ciências da Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012. DOI 10.11606/D.74.2012.tde-09052012-113918.

MACHADO, D. C; GOMES, R; CARDOSO, R. L; BATISTA, D; TAVARES, J. Esterilização e engarrafamento de caldo de cana: avaliação sensorial e físico-química. Enciclopédia Biosfera, v. 9, n. 16, 2013.

MAIEVES, H. A. Caracterização Física, Físico Química e Potencial Tecnológico de novas Cultivares de Mandioca. Dissertação de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010.

MURARO, G. B; JUNIOR, P. R; DE OLIVEIRA, V. C; GRANZOTTO, P. M. DE C; SCHOGOR, A. L. B. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. R. Bras. Zootec., v.38, n.8, p.1525-1531, 2009.

NARDELLI, B. Bebida saudável. Anvisa Boletim Informativo. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) - Ministério da Saúde. Ed nº 57. julho de 2005.

NBR ISO 4833-2. Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos — Método horizontal para a enumeração de microrganismos Parte 2: Contagem de colônias a 30 °C pela técnica de plaqueamento em superfície. Ouro Preto, 2015, 13 p.

PRATI, P.; CAMARGO, G. A. Características do caldo de cana e sua influência na estabilidade da bebida. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 2, n. 1, p. 37, 15 abr. 2008.

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. [Campinas]: UNICAMP, 2005.

REZZADORI, K. PASTEURIZAÇÃO TÉRMICA E COM MEMBRANAS DO CALDO DE CANA ADICIONADO DE SUCO DE MARACUJÁ. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010.

SANDA, A. C. M. M.; SILVA, A. R. de A.; SILVA, T. L. da; ORSINE, J. V. C. Desenvolvimento de caldo de cana pasteurizado adicionado de frutas ácidas. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 10, n. 1, 30 jun. 2016. DOI 10.3895/rbta.v10n1.2072.

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

APÊNDICE A - Quadro avaliativo das análises sensoriais por formulação e tipo de embalagem.

	CA			CB			CC			CL		
	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP	Vidro	PET	PP
0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
28	OK	OK	Alterado	Alterado	OK	Alterado	OK	OK	Alterado	OK	OK	Alterado
55		Alterado			Alterado			Alterado			Alterado	
90	OK						OK			OK		
155							OK			OK		
220							OK			OK		

APÊNDICE B – Análises microbiológicas: Coliformes 45 °C, Bolores e Leveduras e Aeróbios totais na matéria prima (MP) e para os produtos desenvolvidos (CA, CB, CC e CL) em diferentes embalagens (VD, PET e PP), estocados à temperatura de refrigeração por até 220 dias.

Produto	Dias	Análises microbiológicas (UFC/mL)								
		Coliformes 45 °C			Bolores e Leveduras			Aeróbios totais		
		VD	PET	PP	VD	PET	PP	VD	PET	PP
MP	0	9x10 ¹			1,7x10 ²			2,2x10 ⁵		
CA	0	4,5	4,5	4,5	Aus	Aus	Aus	10	10	10
	28	6,5	4	3	15,5	9	7	Aus	Aus	5
	55	-	-	-	-	-	-	-	Aus	-
	90	3	-	-	0,5	-	-	Aus	-	-
	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CB	0	6	6	6	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
	28	7,5	3,5	4	11,5	9,5	6,5	>3x10 ³	35	Aus
	55	-	-	-	-	-	-	-	>3x10 ³	-
	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CC	0	1,5	1,5	1,5	Aus	Aus	Aus	5	5	5
	28	2,5	3	7,5	12	11,5	6,5	Aus	Aus	Aus
	55	-	-	-	-	-	-	-	Aus	-
	90	0,5	-	-	6,5	-	-	Aus	-	-
	155	3,5	-	-	2,5	-	-	25	-	-
	220	3,5	-	-	4	-	-	14	-	-
CL	0	3,5	3,5	3,5	Aus	Aus	Aus	5	5	5
	28	6,5	10,5	5,5	5,5	5,5	13	Aus	Aus	Aus
	55	-	-	-	-	-	-	-	Aus	-
	90	5,5	-	-	1	-	-	Aus	-	-
	155	6	-	-	0	-	-	0,5	-	-
	220	4	-	-	14	-	-	12	-	-