



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

THIAGO PEREIRA DE MACEDO

DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
COMPARAÇÃO SENSORIAL DE SORVETES VEGANOS SABOR CHOCOLATE À
BASE DE EXTRATOS VEGETAIS DE CASTANHA DE CAJU (*Anacardium
occidentale*) E COCO (*Cocos nucifera*).

NATAL

2024

THIAGO PEREIRA DE MACEDO

FORMULAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPARAÇÃO
SENSORIAL DE SORVETES VEGANOS SABOR CHOCOLATE À BASE DE
EXTRATOS VEGETAIS DE CASTANHA DE CAJU (*Anacardium occidentale*) E
COCO (*Cocos nucifera*).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
como requisito para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia de Alimentos.

Orientador (a): Profa^a. Dr^a. Márcia Regina da Silva
Pedrini

NATAL

2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Macedo, Thiago Pereira de.

Desenvolvimento, caracterização físico-química e comparação sensorial de sorvetes veganos sabor chocolate à base de extratos vegetais de castanha de caju (*Anacardium occidentale*) e coco (*Cocos nucifera*) / Thiago Pereira de Macedo. - 2024.

56 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Alimentos. Natal, RN, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Marcia Regina da Silva Pedrini.

1. Sorvetes Veganos - TCC. 2. Composição Centesimal - TCC. 3. Aceitação Sensorial - TCC. I. Pedrini, Marcia Regina da Silva. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 663.674

THIAGO PEREIRA DE MACEDO

DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
COMPARAÇÃO SENSORIAL DE SORVETES VEGANOS SABOR CHOCOLATE À
BASE DE EXTRATOS VEGETAIS DE CASTANHAS DE CAJU (*Anacardium
occidentale*) E COCO (*Cocos nucifera*).

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado e **aprovado** como requisito parcial para obtenção do Título de bacharel em Engenharia de Alimentos, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Natal, 31/07/2024

Profa. Dr^a. Márcia Regina da Silva Pedrini
Orientador – UFRN

Eng^a Alliny Samara Lopes de Lima
Membro interno – UFRN

Eng. Luiz da Silva Ferreira Junior
Membro interno – UFRN

AGRADECIMENTOS

O caminho percorrido até a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos pela UFRN foi demorado, difícil e ao mesmo tempo satisfatório. Em minha jornada acadêmica enfrentei uma pandemia global, uma greve nas instituições federais e ainda tive 4 anos de um governo federal que tinha como um dos principais inimigos a educação brasileira. Vivenciar isso tudo foi facilitado graças aos motivos relatados logo abaixo.

Não tenho palavras para descrever o quão grato sou a cada oportunidade que tive, como: participar de projetos de pesquisas no Laboratório de Bioprocessos, sendo orientado pela professora Márcia Pedrini; Participar de projetos de monitorias de disciplinas ministradas pela professora Beatriz Salomão; Participar de projetos de extensão como o trilhas potiguares e outros projetos que foram organizados pela professora Kátia Matsui; Estagiar em uma das maiores indústrias da cidade (M. Dias Branco) ao lado de uma super supervisora de estágio (Rita de Cássia); Realizar um intercâmbio internacional graças à uma bolsa *Erasmus Mundus* que mudou completamente minha forma de enxergar o mundo.

Além das experiências e vivências acadêmicas, também sou extremamente grato por todo vínculo criado durante essa jornada. Em especial aos meus orientadores de laboratório (Fábio e Márcia) que me ensinaram a ser um pesquisador; Aos meus amigos que estão comigo desde o início dessa jornada (Jéssica, Quemuel, Marcella, Josiane, Karla e demais não citados); Aos meus super amigos e quase irmãos que tive a honra de tê-los comigo durante meu intercâmbio em Dijon (Renata, Hugo, Amanda, Stephany, Talita, João, Larissa, Alejandro, Parmida); À minha família, especialmente à minha mãe (Gilcéia); À Samuel por ter me ajudado a enfrentar esse semestre árduo e deixado ele mais suportável e leve; Obrigado a cada um de vocês.

Por fim, também agradeço a mim mesmo. Persistir e lutar foi algo que nunca saiu de cogitação em mim. Desde o começo dessa jornada sempre visei um futuro brilhante e por isso, durante boa parte dessa caminhada, tive que abdicar horas de lazer e descanso para poder trabalhar e me manter estável financeiramente enquanto estudava para obter meu diploma. Foi um caminho extremamente esgotador, mas hoje em dia não existe outro sentimento que prevaleça em mim além da gratidão (e um pouco de cansaço também haha).

RESUMO

O mercado de alimentos para dietas restritivas tem crescido exponencialmente nos últimos anos. Segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), o número de vegetarianos cresceu 75% nos últimos 6 anos. Logo, devido a estas perspectivas para o mercado global, a indústria de alimentos é impulsionada a se adaptar para atender às novas demandas. O desenvolvimento de sorvetes isentos de produtos de origem animal atenderia além dos adeptos ao veganismo e ao vegetarianismo, o público com restrições alimentares, como os que possuem alguma adversidade a ingestão de leite bovino. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar duas formulações de sorvete vegano, utilizando extratos de coco e castanha de caju, avaliando sua composição nutricional, propriedades físicas e aceitação sensorial. As formulações foram submetidas a análises físico-químicas e sensoriais para avaliar sua composição centesimal e aceitabilidade. A formulação à base de extrato de castanha apresentou maior conteúdo de proteínas (2,53%), enquanto a formulação à base de coco apresentou maior conteúdo de gorduras (17,8%). Em relação aos índices de aceitabilidade (IA), os sorvetes a base de extrato de castanha e coco foram bem aceitos, atingindo 86,7% e 76,7% de aceitabilidade, respectivamente. Este estudo demonstrou a viabilidade de elaboração de sorvetes a base de extratos vegetais, sem adição de produtos de origem animal, com boa aceitabilidade e capacidade de comercialização, sugerindo uma opção interessante na esteira do desenvolvimento de novos produtos para atender a demandas recentes da indústria de alimentos. Ainda neste trabalho, foi analisado a análise econômica dos sorvetes e ambas se apresentaram extremamente satisfatórias.

Palavras-chave: Sorvetes veganos; Composição centesimal; Aceitação sensorial.

ABSTRACT

The food market catering to restrictive diets has grown exponentially in recent years. According to the Brazilian Vegetarian Society (SVB), the number of vegetarians has increased by 75% over the past six years. Consequently, due to these global market prospects, the food industry must adapt to meet such demands. Developing ice creams free of animal products would serve not only vegans and vegetarians but also those with dietary restrictions, such as individuals with bovine milk intolerance. In this context, this study aimed to develop two formulations of vegan ice creams using plant extracts from coconut or cashew nuts. The formulations were characterized based on their proximate composition, melting rate, and consumer acceptability through sensory analysis, considering attributes such as color, aroma, flavor, texture, and overall rating. The cashew extract-based formulation showed a higher protein content (2.53%), while the coconut-based formulation had a higher fat content (17.8%). Regarding acceptability indices (AI), the cashew and coconut extract-based ice creams were well received, achieving 86.7% and 76.7% acceptability, respectively. This study demonstrated the feasibility of creating ice creams based on plant extracts, without the addition of animal products, with good acceptability and marketability, suggesting an interesting option in the development of new products to meet recent demands in the food industry. Additionally, the economic analysis of the ice creams was conducted and both were found to be extremely satisfactory.

Keywords: Vegan ice creams; Centesimal composition; Sensory acceptance.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
	2.1 Objetivo geral	11
	2.2 objetivos específicos	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
	3.1 O sorvete	12
	3.2 Dietas restritivas relacionadas ao consumo de leite	14
	3.2.1 INTOLERÂNCIA À LACTOSE.....	14
	3.2.2 ALERGIAS ÀS PROTEÍNAS DO LEITE	15
	3.2.3 DIETAS VEGANAS E VEGETARIANAS	16
	3.3 Composição do sorvete	17
	3.4 Processamento do sorvete	18
	3.5 Castanha de caju	19
	3.6 Coco.....	21
	3.7 Cacau.....	22
4	ELABORAÇÃO DOS SORVETES VEGANOS	24
	4.1 Elaboração dos extratos vegetais.....	24
	4.1.1 EXTRATO DE COCO	24
	4.1.2 EXTRATO DE CASTANHA DE CAJU	25
	4.2 Formulação dos sorvetes.....	25
	4.3 Fluxograma de processo	26
	4.4 Descrição das etapas do processamento dos sorvetes	26
	4.4.1 PESAGEM DOS INGREDIENTES.....	27
	4.4.2 MISTURA DOS INGREDIENTES SECOS E ÚMIDOS (HOMOGENEIZAÇÃO)	27
	4.4.3 PASTEURIZAÇÃO	28
	4.4.4 RESFRIAMENTO E MATURAÇÃO	28
	4.4.5 BATIMENTO E CONGELAMENTO	29
	4.4.6 ACONDICIONAMENTO	30
	4.4.7 ARMAZENAMENTO	31
5	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	32
	5.1 Metodologia das análises	32
	5.2 Resultado da caracterização.....	32
6	LAYOUT SIMPLIFICADO DA UNIDADE FABRIL	33
7	ANÁLISES E COMPARAÇÕES SENSORIAIS	34
	7.1 Método utilizado	34

7.2 Resultados e discussões.....	35
8 BALANÇO DE MASSA E ENERGIA NA PRODUÇÃO DOS SORVETES.....	38
8.1 Balanço de massa	38
8.1.1 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE HOMOGENEIZAÇÃO	39
8.1.2 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE MATURAÇÃO	39
8.1.3 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE BATIMENTO	40
8.1.4 BALANÇO DE MASSA GLOBAL	41
8.2 Balanço de energia.....	42
9 ANÁLISE ECONÔMICA.....	46
9.1 Mão de obra.....	46
9.2 Insumos e matérias primas.....	47
9.3 Energia elétrica	48
9.4 Análise econômica simplificada e preço de venda	49
10 TRATAMENTO DE RESÍDUO	50
11 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A busca por alimentos mais saudáveis vem aumentando consideravelmente ao passar dos anos, visto que as populações estão tendo cada vez mais acesso ao conhecimento e isso leva a uma maior preocupação e atenção para com a saúde. Por consequência disto, a indústria de alimentos vem buscando se adequar a esse público, seja através do desenvolvimento de novos produtos que os atraiam, seja através da inserção tecnológica de novas técnicas e conceitos em seus processos produtivos (Moraes e Colla, 2006).

Nesse âmbito, o mercado vegetariano tem crescido consideravelmente no Brasil. Dados da Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) mostram que nos últimos anos o número de pessoas que se declaram vegetarianas cresceu 75%, representando, atualmente, 30 milhões de brasileiros (SVB, 2018). Já para os próximos anos, a percepção de empresários do setor é de que mercado crescerá 40% ao ano (SVB, 2018). Ademais, mais da metade dos brasileiros possuem genes que podem causar a intolerância à lactose (Jornal da USP, 2024), o que aumenta ainda mais a demanda de alimentos isentos deste insumo. O uso de extratos vegetais como base na formulação de produtos lácteos não lácteos é uma boa opção para substituir o leite, onde cada variedade de extrato proporcionará características físico-químicas e sensoriais diferentes.

A portaria PRT N° 379, de 26 de abril de 1999 que regia e classificava os gelados comestíveis foi revogada pela RDC N° 266, de 22 de setembro de 2005 ao qual não classifica mais os gelados comestíveis quanto a sua composição. Designando assim que gelados comestíveis são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es), desde que contenha uma densidade aparente mínima de 475 g/litro (Brasil, 2005).

O objetivo deste estudo foi desenvolver e caracterizar formulações de sorvetes veganos à base de extratos de castanha de caju e coco, avaliando sua composição nutricional e aceitação sensorial. Além disso, foi realizado o balanço de massa e energia, e avaliado a viabilidade econômica do processo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi de formular um sorvete isento de ingredientes de origem animal com sabor de chocolate à base de extratos vegetais de coco e castanha de caju e caracterizá-lo quanto à sua composição físico-química e aceitação sensorial.

2.2 objetivos específicos

- I. Criar formulações de sorvetes veganos sabor chocolate utilizando dois tipos diferentes de extrato vegetal como substituto ao leite bovino;
- II. Realizar análises físico-químicas nos produtos para caracterizá-los quanto às suas composições centesimais;
- III. Realizar análises sensoriais para os produtos a fim de conhecer suas aceitações sensoriais em um público constituído de pessoas vegetarianas, veganas e pessoas com regime alimentar onívoro;
- IV. Descrever as etapas de produção e o maquinário necessário para formulação do produto;
- V. Realizar os balanços de massa e de energia do processo;
- VI. Projetar o *layout* simplificado da indústria produtora dos sorvetes;
- VII. Estudar a viabilidade econômica da indústria para obter o custo final do produto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O sorvete

O sorvete é uma sobremesa que encanta os sentidos humanos e fascina os apreciadores ao redor do mundo inteiro (Figura 1). Essa iguaria gelada é uma composição complexa de elementos físico-químicos que se entrelaçam harmoniosamente para criar uma experiência sensorial verdadeiramente excepcional (Souza, 2010).

Figura 1 – Sorvete de chocolate



Fonte: Diário Atlantikos

Do ponto de vista físico-químico, o sorvete pode ser considerado um sistema coloidal, onde minúsculas partículas de gordura e proteína são distribuídas em uma matriz de água congelada. A presença da gordura, proveniente do leite ou creme de leite, desempenha um papel crucial na textura cremosa que caracteriza o sorvete, enquanto as proteínas do leite contribuem para estabilizar essa emulsão e reter o ar incorporado durante o processo de congelamento (Souza, 2010).

O açúcar também desempenha múltiplas funções no sorvete. Não apenas adiciona doçura à sobremesa, mas também ajuda a diminuir o ponto de congelamento da mistura, resultando em uma textura mais suave e menos suscetível à formação de cristais de gelo (Clarke, 1993). E é o ar incorporado durante a agitação e congelamento da mistura que confere ao sorvete sua consistência leve e agradável ao paladar (Clarke, 1993).

Devido à mistura desses componentes que possuem funções determinadas, o sorvete apresenta características sensoriais únicas e grande aceitação sensorial. A partir

da sua degustação o consumidor é envolvido por uma combinação de sabores, texturas e aromas que estimulam os seus sentidos (Souza, 2010).

No Brasil o sorvete se enquadra na resolução RDC nº266, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que define, classifica e rege todos os tipos de gelados comestíveis comercializados nos países. Segundo ela, os gelados comestíveis são: “Produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes bem como substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo” (Brasil, 2005).

Ainda de acordo com essa legislação, podemos classificar os gelados comestíveis de acordo com seu processo de fabricação ou de acordo com sua composição, como por exemplo:

- Sorvete: Produto elaborado basicamente com leite e ou derivados lácteos nos quais os teores de gordura e ou proteína são totais ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 3% de gordura e 2,5% de proteínas, podendo ser adicionados outros ingredientes alimentares.
- Sorvete de massa ou cremosos: Produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.
- Sorvete de leite: Produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.
- Sherbet: Produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos que contêm uma pequena porção de proteína e gordura, as quais podem ser totais ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 1% de gordura e 1% de proteína.
- Sorbets: Produto elaborado basicamente com polpa de fruta, sucos ou pedaços de frutas e açúcares.
- Picolé: Porções individuais de gelados comestíveis de várias composições, geralmente suportadas por uma haste, obtida por resfriamento até o congelamento

da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento.

3.2 Dietas restritivas relacionadas ao consumo de leite

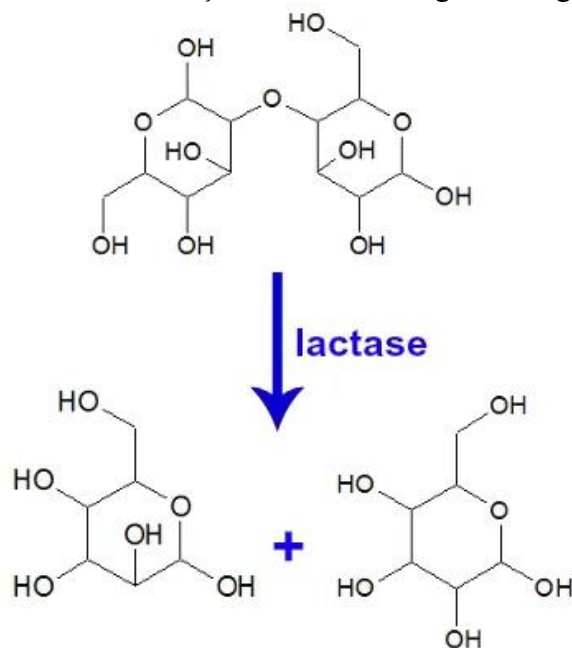
A exclusão ou redução do consumo de leite em dietas restritivas está se tornando uma prática crescente, impulsionada por uma diversidade de fatores. Desde intolerâncias alimentares (intolerantes à lactose ou alérgicos às proteínas do leite) até preferências pessoais e escolhas éticas (dietas vegetarianas e veganas), diversas razões levam as pessoas a optarem por limitar ou eliminar o leite de suas dietas (Barbosa,2015).

3.2.1 INTOLERÂNCIA À LACTOSE

A lactose é um tipo de carboidrato encontrado naturalmente no leite e sua concentração é variável de acordo com a espécie do mamífero. Em leites bovinos e caprinos, por exemplo, a lactose está presente em concentrações entre 4,5% e 4,8%. Durante a fase de amamentação, aproximadamente 40% da energia consumida por um animal é proveniente desse dissacarídeo (Fennema ET AL., 2010).

Uma vez que o intestino delgado só é capaz de absorver monossacarídeos, para que a lactose possa ser utilizada como fonte de energia, é necessário que suas moléculas sejam hidrolisadas em monossacarídeos, como a D-glicose e a D-galactose. Essa hidrólise (Figura 2) ocorre no intestino delgado através da ação da enzima lactase, que desassocia a lactose em suas duas moléculas constituintes de monossacarídeos (Fennema Et Al., 2010).

Figura 2 – Dissociação da lactose em glicose e galactose



Fonte: Brasil escola

De acordo com Steinwurz ET AL (2016), a intolerância à lactose é uma condição caracterizada pela incapacidade ou redução da capacidade do organismo de digerir esse carboidrato devido à deficiência ou ausência da enzima lactase. Nesses cenários a lactose não digerida passa para o intestino grosso, onde é fermentada por bactérias intestinais, causando sintomas como dor abdominal, gases, distensão abdominal, diarreia e desconforto gastrointestinal. A intolerância à lactose pode ser classificada como primária, resultante de uma diminuição natural da produção de lactase com o avanço da idade, ou secundária, devido a condições que afetam o intestino delgado, como infecções gastrointestinais, doenças inflamatórias ou lesões intestinais.

Segundo Kalil ET AL. (2010), o tratamento para intolerância à lactose geralmente envolve a redução ou eliminação do consumo de produtos lácteos ou de outros alimentos ricos em lactose. Alternativas sem lactose ou com baixo teor de lactose, como “leites” vegetais, podem ser utilizadas. Suplementos de lactase também estão disponíveis para ajudar na digestão da lactose.

3.2.2 ALERGIAS ÀS PROTEÍNAS DO LEITE

Segundo Castro e Solé (2016), as proteínas do leite ocasionalmente desencadeiam alergias no organismo humano, sendo que três dessas proteínas são as principais responsáveis: α -lactoalbumina, β -lactoglobulina e caseína. Os sintomas associados a essa

condição alérgica incluem náuseas, vômitos, dores abdominais e diarreia. Essa má absorção intestinal resulta em perda de peso e desnutrição.

Já segundo Sharma ET AL (2001) e El-Agamy (2007), as proteínas que desencadeiam alergias geralmente possuem sítios de interação com o anticorpo IgE, responsável pelas reações alérgicas imediatas. Além disso, as reações alérgicas tardias estão associadas às células T, manifestando sintomas na pele e no trato intestinal. A rinite é a manifestação alérgica mais comum do sistema respiratório, enquanto o choque anafilático representa o sintoma mais grave da alergia às proteínas do leite, podendo resultar em óbito. Apenas a exclusão ou substituição de alimentos contendo leite de vaca e seus derivados podem servir como tratamento.

3.2.3 DIETAS VEGANAS E VEGETARIANAS

A adoção de dietas veganas e vegetarianas ganhou destaque nos últimos anos, refletindo uma crescente preocupação com a saúde, o meio ambiente e o bem-estar animal. As diferentes formas de dietas são definidas pela inclusão ou exclusão de determinados produtos derivados de animais no cardápio. O vegetariano estrito, por exemplo, exclui todos os produtos de origem animal, incluindo ovos, laticínios e derivados, enquanto o lactovegetariano não consome carne, mas ainda inclui laticínios em sua alimentação (SVB, 2014).

Além dos motivos éticos e ambientais, a saúde é um fator significativo na escolha por essas dietas. Estudos mostram que vegetarianos e veganos têm um risco reduzido de várias condições de saúde, incluindo doenças cardíacas, diabetes tipo 2, hipertensão e certos tipos de câncer. Isso é atribuído à baixa ingestão de gorduras saturadas e à alta ingestão de alimentos vegetais ricos em nutrientes, como vegetais, frutas, grãos integrais, leguminosas, nozes e sementes (Bradbury Et Al., 2014; Muniz Et Al., 2012).

Além disso, as dietas baseadas em plantas são mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, pois requerem menos recursos naturais e estão associadas a danos ambientais consideravelmente menores do que as dietas ricas em produtos animais (Hedenus Et Al., 2014). O desperdício de recursos naturais no cultivo de alimentos de origem animal é significativo, com áreas de terra utilizadas para a produção de carne e laticínios muito maiores do que aquelas necessárias para culturas vegetais equivalentes (Eshel Et Al., 2014).

Diante dos desafios ambientais e de saúde enfrentados pelo mundo atualmente, a adoção de dietas veganas e vegetarianas pode desempenhar um papel importante na promoção da saúde humana e na preservação do meio ambiente, contribuindo para um futuro mais sustentável e saudável para todos.

3.3 Composição do sorvete

O processo de fabricação de sorvetes é uma arte que combina cuidadosa seleção de ingredientes e manipulação hábil para garantir um produto de qualidade superior. Segundo Silveira (2009), os diferentes componentes utilizados na elaboração dos sorvetes desempenham funções específicas, desde conferir sabor e textura até regular o ponto de fusão e congelamento.

O açúcar desempenha um papel essencial na fabricação de sorvetes, fornecendo sabor doce, sólidos e energia, além de influenciar a textura e o ponto de fusão. O uso de xarope de glicose é vantajoso não apenas pelo seu valor econômico, mas também por sua capacidade de melhorar o corpo e a textura do sorvete e prevenir a formação de cristais de gelo (Silveira, 2009).

A gordura contribui para uma textura suave, corpo robusto e resistência à fusão do sorvete (Pereda ET AL., 2005). Diferentes tipos de gordura vegetal, como coco, palma e cacau, são frequentemente utilizados como substitutos da gordura láctea devido às suas propriedades físicas e econômicas (Marshall Et Al., 2003).

Os produtos lácteos, como creme de leite, leite e caseína, contribuem para o sabor lácteo, textura e capacidade de formação de bolhas de ar no sorvete (Souza ET AL., 2010). Além disso, os aromatizantes são essenciais para intensificar as propriedades de cor, aroma e sabor do sorvete (Frost Et Al., 2005).

Para manter a estabilidade e a textura adequada do sorvete, são utilizados estabilizantes e emulsificantes. Essas substâncias ajudam a manter uma dispersão uniforme de ingredientes, inibindo a formação de cristais de gelo e proporcionando suavidade e resistência ao derretimento (Valemtin; Santos, 2012). A RDC nº3 de 2007 traz uma lista dos estabilizantes e emulsificantes permitidos e suas quantidades máximas (Brasil, 2007).

Apesar dos extratos vegetais de castanha de caju e de coco não possuírem o mesmo teor de proteína que o leite bovino, o teor de lipídios é comparável ao deste e isso

facilita a substituição do leite bovino. Uma vez que esse componente irá auxiliar na textura e palatabilidade do sorvete (Pereda Et Al., 2005).

3.4 Processamento do sorvete

O processo essencial para a produção de sorvete de massa compreende várias etapas distintas, desde a preparação da mistura até o congelamento final e acondicionamento. Na etapa de preparação da mistura, os ingredientes líquidos são adicionados e submetidos a agitação antes da incorporação dos ingredientes sólidos, garantindo uma mistura homogênea e sem grumos (Mikilita, 2002).

A homogeneização é realizada para reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura, promovendo assim a uniformidade e a cremosidade do produto (Porto, 2006). A pasteurização é crucial para eliminar microrganismos patogênicos, assegurando a segurança microbiológica do sorvete. As regulamentações brasileiras exigem temperaturas específicas de pasteurização, dependendo do método de processamento utilizado (Brasil, 2003).

Durante a maturação, a mistura é mantida em temperaturas baixas por um período mínimo de quatro horas, permitindo mudanças benéficas, como a hidratação das proteínas e a cristalização das moléculas de gordura (Sousa Et Al., 2010). O batimento e o congelamento parcial ocorrem simultaneamente na máquina produtora de sorvete, incorporando ar e controlando a formação de cristais de gelo para garantir a textura desejada (Lombardi, 2003). O sorvete é retirado da máquina com consistência semissólida e mais da metade da água congelada (SEBRAE, 2011).

A incorporação do ar durante o processo de fabricação do sorvete, conhecida como *overrun*, é fundamental para sua textura e palatabilidade. Este aumento de volume, expresso em porcentagem, é principalmente composto pelo ar incorporado durante o batimento e congelamento parcial da calda. O controle preciso do *overrun* é essencial para garantir a consistência adequada do sorvete, evitando tanto a aerossolização excessiva quanto a falta de aeração, o que resultaria em um produto pesado e difícil de manusear (Whelan Et Al., 2008).

Existem dois tipos de congeladores utilizados no processo: os descontínuos, comuns em produções artesanais, e os contínuos, empregados em escalas maiores. No caso dos congeladores descontínuos, a agitação é realizada à pressão atmosférica, resultando em *overruns* que variam de 50 a 100% (Varnam, 1994). O controle adequado

do *overrun* é crucial para assegurar que o sorvete final atenda aos padrões de qualidade estabelecidos, garantindo sua consistência e características sensoriais conforme especificado (Vicente, 1996). Após atingir a consistência desejada, o sorvete é acondicionado em embalagens definitivas, garantindo que a temperatura do produto não aumente significativamente durante o processo (Mikilita, 2003).

Finalmente, o sorvete é completamente congelado a uma temperatura de -25°C para evitar a formação de grandes cristais de gelo, sendo necessário um tempo de endurecimento que varia conforme o tamanho da embalagem e a composição da mistura (Gonçalo, 2002).

3.5 Castanha de caju

A castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*) é uma semente oleaginosa amplamente reconhecida por suas características sensoriais distintivas e valor nutricional (Figura 3). Além de ser consumida como um petisco popular, sua aplicação na culinária e na indústria alimentícia é amplamente difundida, atribuída à sua versatilidade e composição nutricional significativa (Cesar, 2020).

Notavelmente, a castanha de caju é uma fonte rica em nutrientes essenciais (Tabela 1), destacando-se como uma excelente fonte de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, associados a benefícios para a saúde cardiovascular. Ademais, apresenta teor significativo de proteínas vegetais, fibras, bem como vitaminas do complexo B, tais como tiamina e folato, e minerais, incluindo magnésio, cobre, fósforo e zinco. Na tabela 1 podemos compreender um pouco mais a respeito da composição das amêndoas da castanha de caju (Faria Et Al., 2019).

Tabela 1 - Composição química da amêndoa da castanha de caju

Componente	Proporção (%)
Lipídeos	46,28
Proteínas	22,11
Amido	16,07
Açúcares totais	7,93
Umidade	5,05
Cinzas	2,40

Fonte: Melo ET AL, 1998.

Os benefícios à saúde decorrentes do consumo regular de castanha de caju são variados e bem documentados. Sua composição lipídica favorável contribui para a redução do colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade), enquanto eleva os níveis de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade), promovendo, assim, a saúde cardiovascular. Além disso, a presença de antioxidantes, como vitamina E e selênio, confere propriedades antioxidantes, combatendo o estresse oxidativo e protegendo as células contra danos causados por radicais livres (Amaral Et Al., 2006).

Figura 3 – Castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*)



Fonte: Empório Xingu

Na culinária, a castanha de caju é empregada de maneira versátil, podendo ser consumida *in natura* como um lanche nutritivo ou integrada em uma variedade de pratos. Seu uso é observado em saladas, cereais matinais, iogurtes e pratos quentes, bem como na produção de leites vegetais, queijos veganos, e até mesmo em receitas de panificação (Cesar, 2020).

Em um contexto nacional, empresas como “A Tal da Castanha” e “Vida Veg” estão aproveitando a tendência do uso da castanha de caju na indústria de alimentos à base de plantas para lançar uma variedade de produtos que estão ganhando popularidade no mercado, como versões à base de plantas para queijos, leites, requeijões e manteigas (Globo Rural, 2021).

O interesse na castanha de caju tem impacto direto nas comunidades do sertão nordestino, onde a produção é concentrada. Organizações não governamentais têm

desempenhado um papel fundamental no fornecimento de castanhas de caju para empresas como a Vida Veg, enquanto também promovem o desenvolvimento econômico e social da região (Globo Rural, 2021).

Além de seu papel na alimentação humana, a castanha de caju também encontra aplicação na indústria de cosméticos e cuidados pessoais, devido às suas propriedades benéficas para a pele e cabelos. O óleo de castanha de caju é frequentemente incorporado em produtos de cuidados da pele, como loções e cremes, devido às suas propriedades hidratantes e nutritivas, demonstrando sua utilidade além do âmbito alimentar (Agência Ufc, 2022).

3.6 Coco

O coco (*Cocos nucifera L.*), fruto do coqueiro (Figura 4), é amplamente utilizado na indústria de alimentos e em diversas outras aplicações. A partir dele, produzem-se água de coco, leite de coco, coco ralado e óleo de coco. Além disso, sua casca é usada para fabricar artesanatos e obter fibras para usos industriais (Fontenele, 2005).

Segundo Carvalho (1990) o coco é, nutricionalmente, rico em aminoácidos como isoleucina, leucina, lisina, metionina, cistina, fenilalanina, treonina, triptofano, tirosina e valina. A cistina, em particular, forma glutationa, um poderoso antioxidante e antitóxico, importante para proteger o corpo contra metais pesados e aliviar sintomas de tosse e asma, fluidificando secreções brônquicas e aumentando a resposta imunológica. Dentre as proteínas presentes podemos destacar a cisteína, que ajuda a neutralizar radicais livres e apoiar o equilíbrio imunológico e o triptofano, que é essencial para a produção de serotonina no cérebro, regulando o sono e a sensação de bem-estar.

Figura 4 – Coco (*Cocos nucifera L.*)



Fonte: Unit Pernambuco

O leite de coco é produzido pela trituração e prensagem do coco ralado, adicionando água à temperatura ambiente. Sua composição inclui água, gorduras, proteínas, açúcares e sais minerais, que variam conforme a região de cultivo e a maturação do coco (Seow; Gwee, 1997).

3.7 Cacau

Segundo D'el-Rei e Medeiros (2011), desde épocas ancestrais, os grãos de cacau (Figura 5) foram reverenciados por suas propriedades curativas. Culturas antigas, como os Maias e Astecas, os utilizavam como estimulante, analgésico e até mesmo como uma fonte de energia para seus guerreiros antes das batalhas. A conexão entre o cacau e o divino é evidenciada no nome científico da planta, *Theobroma cacao*, originado das palavras gregas "theo" (Deus) e "broma" (bebida).

O cacau é renomado por sua abundância de compostos fenólicos, tais como flavonoides, procianidinas, quercetina, antocianinas, catequinas e epicatequinas. Esses elementos conferem ao cacau uma considerável capacidade antioxidante, ultrapassando até mesmo outros alimentos como chá-verde, chá-preto e vinho tinto em termos de antioxidantes (Behling Et Al., 2004).

Essa vasta presença de compostos fenólicos não apenas protege o organismo contra danos oxidativos, mas também está ligada a benefícios para a saúde cardiovascular.

Estudo sugere que os flavonoides e procianidinas do cacau podem diminuir o risco de doenças cardíacas e derrames, devido à sua habilidade de reduzir a agregação plaquetária e processos inflamatórios, além de contribuir para a regulação do estresse (Behling Et Al., 2004). Essas propriedades tornam o cacau um ingrediente altamente valorizado na indústria alimentícia.

Figura 5 – Cacau (*Theobroma cacao*)



Fonte: Alô alô Bahia

Além de seu perfil nutricional, que inclui uma variedade de vitaminas e minerais essenciais, o cacau também é apreciado por seu sabor distintivo e versatilidade culinária. Seu aroma rico e sabor intenso são amplamente utilizados em uma variedade de produtos, desde chocolates e sobremesas até bebidas e confeitaria (Toma Et Al., 2012).

Ademais, o cacau desempenha um papel importante como agente funcional na indústria alimentícia. Suas propriedades emulsificantes, estabilizantes e espessantes contribuem para a textura, consistência e estabilidade de muitos produtos alimentícios, enquanto sua demanda crescente como ingrediente funcional reflete a busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis e nutritivos. (Russell Et Al., 2017) e (Kotze Et Al., 2018)

Todas essas combinações fazem do cacau um elemento essencial na indústria alimentícia, enriquecendo uma ampla gama de produtos com seu sabor inconfundível e seus benefícios nutricionais.

4 ELABORAÇÃO DOS SORVETES VEGANOS

Adiante serão descritas todas as etapas de fabricação dos sorvetes veganos desenvolvidos para este trabalho. Todas as etapas aqui descritas foram desenvolvidas no prédio do Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os ingredientes utilizados foram obtidos no comércio local da cidade de Natal – RN, sendo eles: Castanha de caju pré-cozida, coco seco, xarope de glicose, açúcar refinado, cacau em pó 100%, liga neutra, emulsificante para sorvete, água mineral, sal.

Nas fases de elaboração e testes de formulação foram utilizados diversos materiais e utensílios de uso constante em laboratórios, como vidrarias de medição volumétrica, balanças analíticas, béquers, máquina produtora de sorvete, liquidificador industrial, panelas metálicas, recipientes plásticos e espátulas metálicas.

A partir do item 4.3 deste trabalho será adotado, para fins de adaptação de produção a uma escala industrial, alguns equipamentos e utensílios que não foram testados para essas formulações.

4.1 Elaboração dos extratos vegetais

Duas formulações de sorvetes foram abordadas nesse trabalho: uma à base de extrato de castanha de caju (SCA) e outra à base de extrato de coco (SCO). Cada uma dessas formulações teve uma elaboração de extrato vegetal específica que será descrita logo a seguir.

Em uma escala industrial idealizada, a filtração dos extratos vegetais que aqui são descritas utilizando um coador voal foi substituída pelo uso de telas de filtração em material de aço inoxidável com abertura de aproximadamente 200 mesh.

4.1.1 EXTRATO DE COCO

Para elaboração do extrato de coco foram-se utilizados: coco seco ralado, água mineral pré-aquecida à 70 °C, sal de cozinha e açúcar cristal. A utilização de água aquecida foi feita para facilitar a solubilização de componentes gordurosos presentes no coco. A proporção adicionada de cada ingrediente foi de: 66,22% de água, 32,98% de coco seco ralado, 0,65% de açúcar cristal e 0,13% de sal de cozinha.

O coco seco ralado foi adicionado ao liquidificador industrial contendo a água mineral pré-aquecida, o de sal de cozinha e o açúcar cristal. O equipamento se manteve

ligado por 2 minutos ininterruptos em velocidade máxima. Após o batimento, o extrato foi drenado através de um coador voal a fim de reter os sólidos insolúveis. Em seguida, o extrato foi armazenado em recipientes de plástico e conservado em freezer vertical à 3°C.

4.1.2 EXTRATO DE CASTANHA DE CAJU

Para elaboração do extrato de castanha de caju foram utilizados: castanha de caju pré-cozida obtidas a granel, água mineral, sal de cozinha e açúcar cristal. A proporção de 1:6 (castanha:água) garante ao extrato uma quantidade de proteínas semelhante ao do leite bovino, como descrito em Morais (2009) e foi essa a proporção adotada neste trabalho. Sendo a composição exata: 84,82% de água mineral, 14,16% de castanha de caju, 0,85% de açúcar cristal e 0,17% de sal de cozinha.

A castanha de caju foi adicionada ao liquidificador industrial juntamente com a água mineral, o sal de cozinha e o de açúcar cristal, onde o equipamento se manteve ligado por 2 minutos ininterruptos. Passado o tempo de batimento, o extrato foi drenado através de um coador voal a fim de reter os sólidos insolúveis e em seguida, armazenado em recipientes de plástico e conservado em freezer vertical à 3°C.

4.2 Formulação dos sorvetes

Testes preliminares foram realizados visando garantir as melhores formulações de sorvetes, onde adequações foram feitas para cada um dos extratos utilizados. Na Tabela 2 pode-se conferir as formulações finais.

Para fins acadêmicos e visando facilitar a fluidez do processo de fabricação dos sorvetes nesse estudo, a produção dos extratos vegetais foi considerada como terceirizada. Ou seja, para produção dos sorvetes, adquirimos os extratos vegetais já prontos, seguindo metodologia citada anteriormente.

Tabela 2 - Formulação dos sorvetes a SCO (à base de extrato de coco) e SCA (à base de extrato de castanha de caju)

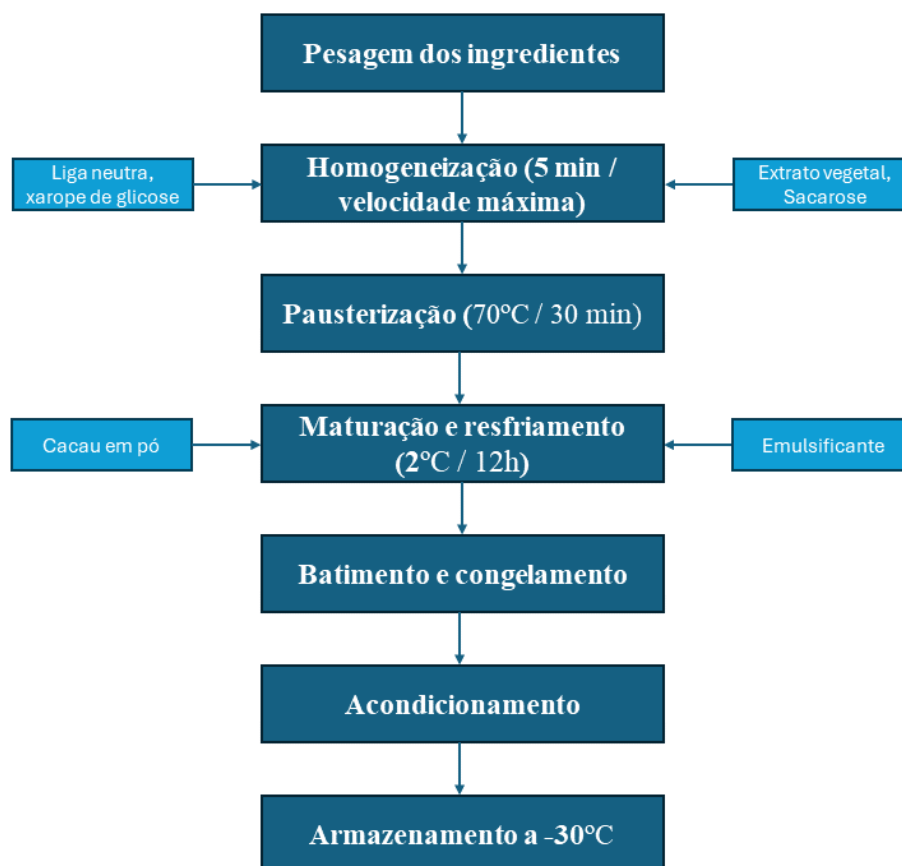
Ingrediente	SCO (%)	SCA (%)
Extrato vegetal	78	79,9
Açúcar refinado	12,6	11,5
Xarope de glicose	5,5	5
Cacau em pó	2,2	2,2
Emulsificante	0,8	0,7

Liga neutra	0,8	0,7
-------------	-----	-----

Fonte: Autoria própria (2024)

4.3 Fluxograma de processo

Figura 6 - Fluxograma de produção dos sorvetes veganos



Fonte: Autoria própria (2024)

4.4 Descrição das etapas do processamento dos sorvetes

A produção dos sorvetes é realizada através de regimes estacionários, por bateladas. Em suma, para essas elaborações teremos 7 etapas: Pesagem dos ingredientes, mistura dos ingredientes secos e úmidos, pasteurização, maturação, batimento e congelamento, acondicionamento e, por fim, armazenamento.

4.4.1 PESAGEM DOS INGREDIENTES

Figura 7 – Balança digital industrial



Fonte: Mercado Livre

Todas as matérias primas são pesadas e separadas previamente para facilitar o fluxo da produção. Com o auxílio de recipientes em aço inoxidável e balanças (Figura 7), fazem-se as devidas pesagens.

4.4.2 MISTURA DOS INGREDIENTES SECOS E ÚMIDOS (HOMOGENEIZAÇÃO)

Figura 8 – Homogeneizador industrial



Fonte: Made in China

O extrato vegetal, a sacarose, a liga neutra e o xarope de glicose são adicionados a um homogeneizador industrial (Figura 8) e são agitados por um período de 5 minutos em velocidade máxima. Essa etapa tem como principal objetivo a obtenção de uma suspensão de gordura estável e uniforme, através da redução do tamanho dos glóbulos de gordura, com textura mais suave, maior capacidade de batimento e redução da velocidade de derretimento do sorvete (SEBRAE, 2017).

4.4.3 PASTEURIZAÇÃO

A mistura (calda) é então direcionada para o pasteurizador (Figura 9). Essa etapa tem como objetivo principal a eliminação de microrganismos patogênicos e psicrotróficos, eliminação de enzimas eletrolíticas (causadoras de aromas, texturas e sabores indesejáveis) além de auxiliar na hidratação de componentes proteicos e estabilizantes, melhorando a dispersão e solubilidade dos ingredientes (Correia Et Al., 2007; Soler, 2001).

Figura 9 – Pasteurizador a placas



Fonte: Tekmilk

A pasteurização é então feita a 84°C durante 5 minutos em pasteurizadores com trocadores de calor com placas de aço inoxidável (Figura 9), conforme a Resolução RDC nº 267, de setembro de 2003.

4.4.4 RESFRIAMENTO E MATURAÇÃO

A maturação tem como objetivo promover mudanças desejáveis nos aspectos sensoriais do sorvete, como a solidificação da gordura, adsorção de água, resistência ao derretimento, melhoria da textura e capacidade de incorporação de ar. Para isso, a calda

é mantida a uma temperatura entre 0°C e 4°C, sendo agitada lentamente, em um processo que pode durar entre 4 e 24 horas (Soler, 2001).

Figura 10 – Tanque de resfriamento



Fonte: Guia Lat

É também nessa etapa que o cacau em pó e o emulsificante são adicionados. Em nosso processo a maturação ocorre durante um período de 12 horas em um tanque de resfriamento (Figura 10) com agitador mecânico a 2°C. O transporte da calda é feito através de tubulações de aço inoxidável que são acionados por meio de bombas de deslocamento.

4.4.5 BATIMENTO E CONGELAMENTO

A etapa de batimento e congelamento, considerada a mais importante no processo de fabricação de sorvetes, envolve o congelamento rápido com agitação para incorporação de ar (*overrun*). Durante essa fase, formam-se pequenos cristais de gelo e o produto endurece rapidamente devido à remoção rápida do calor. Quando o sorvete atinge a consistência desejada (apresentando uma aparência semissólida), mais da metade da água presente já está congelada. A água restante completará seu congelamento e endurecimento em freezers com temperatura mínima de -18°C, concluindo assim o processo de formação do sorvete (SEBRAE, 2011; Soler, 2001).

O batimento e congelamento do sorvete é feito em máquinas chamadas “Produtoras de sorvete” (Figura 11), que proporcionam o batimento, congelamento e incorporação de ar de maneira adequada.

Figura 11 – Produtora de sorvete



Fonte: BG MAQ

4.4.6 ACONDICIONAMENTO

Figura 12 – Envasadora de sorvete



Fonte: Icemax

O acondicionamento dos sorvetes será feito através de máquinas envasadoras (Figura 12) que estão conectadas à máquina produtora de sorvete. Uma vez que o produto sai da produtora de sorvete, ele é imediatamente enviado para a envasadora que irá dosar o sorvete precisamente na embalagem (potes plásticos com tampa com volume de 1 litro). O envase é feito de forma asséptica (embalagens esterilizadas) e ocorre de maneira rápida e segura.

4.4.7 ARMAZENAMENTO

Uma vez acondicionados em suas respectivas embalagens, o sorvete é então direcionado para câmaras frias (Figura 13). A temperatura de armazenamento deve ser adequada para manter a integridade e qualidade do sorvete, conforme a Resolução RDC nº 267 da ANVISA, que exige temperaturas iguais ou inferiores a -18°C . Neste processo, adotamos a temperatura de -30°C .

Figura 13 – Câmara frigorífica



Fonte: Refrigeração Rubi

Para evitar alterações na textura, corpo e sabor do produto, é essencial manter condições estáveis durante a cadeia de frio, que abrange desde o armazenamento até o ponto de venda, onde as flutuações de temperatura são os problemas mais comuns que afetam a qualidade do sorvete (SENAI, 2016).

5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

5.1 Metodologia das análises

Foi realizado a análise da composição centesimal das duas formulações de sorvetes para fins comparativos entre si e entre um sorvete de chocolate tradicional à base de leite bovino. As análises de sólidos solúveis, proteínas, lipídeos e cinzas foram determinadas de acordo com o Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008). A análise de umidade foi feita em balança determinadora de umidade (M5-Thermo 163L) e o teor de fibras e carboidratos foram calculados de acordo com a resolução RDC n°360 da ANVISA (Brasil, 2003).

5.2 Resultado da caracterização

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3. O conteúdo de umidade (63,81%) mostrou-se semelhante a valores relatados na literatura para sorvetes à base de soja (Fernandez, 2015) e leite (Trgo, 2003). Em relação aos sólidos solúveis, o valor de 33,30°Brix encontrado por Beltran (2018) em sorvete de arroz foi superior ao obtido neste trabalho (aproximadamente 30%). Essa diferença pode ser explicada pela maior adição de açúcares (25%) na formulação de Beltran (2018), enquanto neste estudo a adição foi de apenas 16,5%. Os valores de sólidos solúveis dos sorvetes desenvolvidos estão dentro da faixa considerada normal para sorvetes convencionais (28-40%), conforme Granger (2005), indicando que os produtos formulados podem ser uma alternativa viável para consumidores que buscam opções com menor teor de açúcares.

Tabela 3: Composição centesimal dos sorvetes SCO e SCA

Sorvete	SCA	SCO
Umidade (%)	62,30	63,70
°Brix	26,70	23,50
Carboidrato e fibras (%)	26,57	16,44
Gorduras (%)	8,07	17,80
Proteínas (%)	2,53	1,52
Cinzas (%)	0,53	0,54

Fonte: Autoria própria (2024)

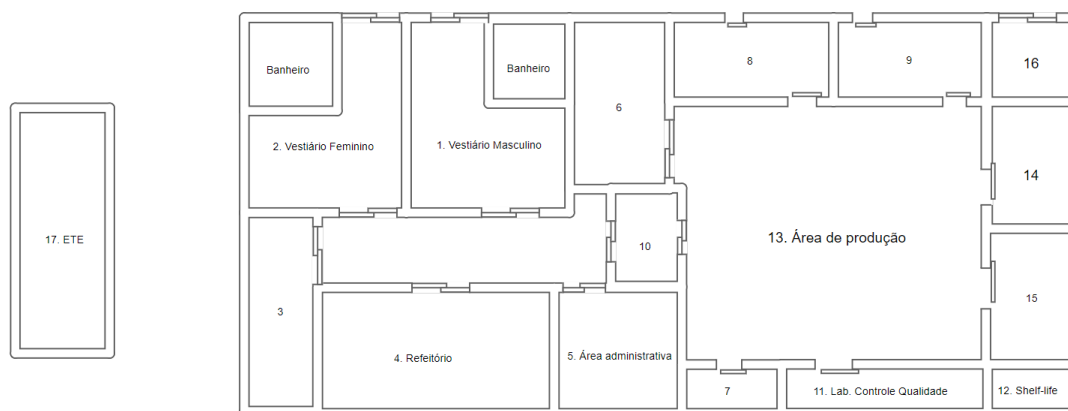
Para Fernandez (2015), o teor de carboidratos dos sorvetes a base de soja foi em torno de 27%. Já para sorvetes tradicionais artesanais, Pazianotti ET AL. (2010) determinou valores em torno de 23,4%. O que mostra similaridade em relação ao sorvete SCA.

Em relação aos lipídios, resultados inferiores são reportados na literatura a exemplo, os obtidos por Fernandez (2015) em sorvetes a base de soja (5,8%). De acordo com Trgo (2003), os valores comuns de gordura em sorvetes tradicionais variam de 10 a 17%. Todavia, esses teores de lipídios podem ser, em grande parte provenientes do leite, que é fonte de colesterol e está fortemente associado com maiores incidências de aterosclerose (Santos Et Al, 2013). Enquanto nos sorvetes veganos todas as gorduras são provenientes de vegetais, que exercem inúmeros efeitos benéficos sobre diferentes aspectos fisiológicos e metabólicos (Santos Et Al, 2013).

Fernandez (2015) quantificou 2,55% de proteínas em sorvete a base de extrato de soja, valor compatível com o obtido para nossa formulação a base de castanha de caju (SCA). Já Beltran (2018) encontrou valores bem maiores de proteínas para sorvetes a base de arroz e de soja, em torno de 4,8%. Porém, em suas formulações há o uso de batata doce visando aumentar o teor proteico. Por fim o teor de material inorgânico, constituído basicamente de minerais foi semelhante entre as amostras SCA e SCO. Fernandez (2015) encontrou valores semelhantes para sorvetes a base de extrato de soja, correspondendo em média 0,54% de cinzas. Para sorvetes tradicionais, segundo Pazianotti (2010) o teor de cinzas varia em torno de 0,75%.

6 LAYOUT SIMPLIFICADO DA UNIDADE FABRIL

Figura 14 - Layout industrial da unidade fabril

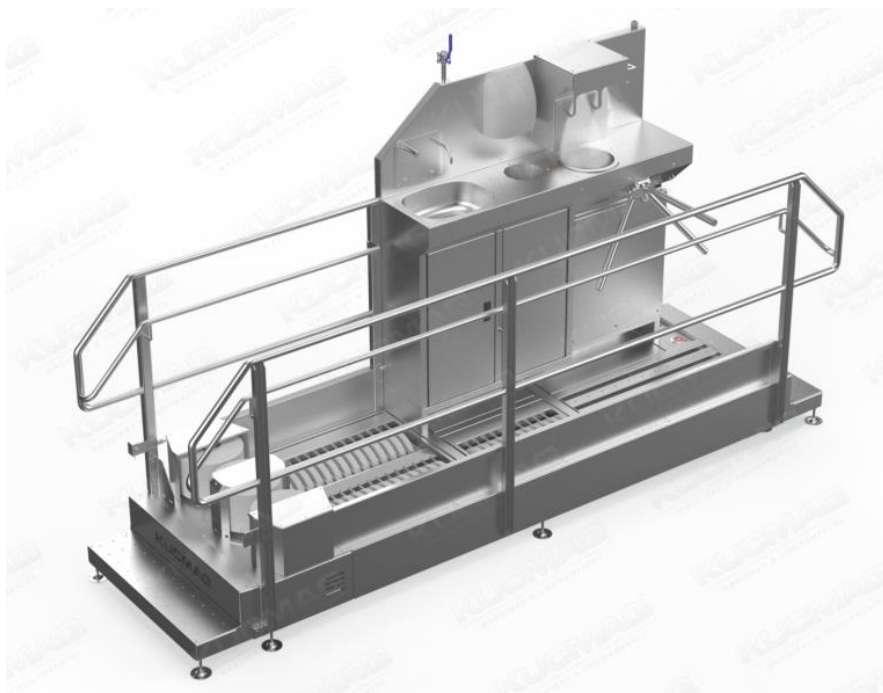


Fonte: Autoria própria (2024)

De acordo com a figura 14, temos como legenda: (1) Vestiário masculino; (2) Vestiário feminino; (3) Sala de descanso/Lazer; (4) Refeitório; (5) Áreas administrativas; (6) Sala de comando e supervisão; (7) Almojarifado de produtos químicos; (8) Estoque

extratos vegetais; (9) Estoque demais matérias primas; (10) Barreira sanitária; (11) Laboratório de controle de qualidade; (12) Shelf-life; (13) Área de produção; (14) Câmara fria 1; (15) Câmara fria 2; (16) Área de expedição; (17) Estação de tratamento de efluentes.

Figura 15 – Barreira sanitária contínua



Fonte: KUCMAQ

Os funcionários adentram a unidade fabril através dos seus respectivos vestiários (1) e (2) e fazem a troca de vestimentas. O uso de fardamento limpo é obrigatório para adentrar na unidade fabril. A passagem pela barreira sanitária (Figura 15) é obrigatória antes de acessar a área de produção. Nela, o colaborador lava as mãos e botas e se equipa de forma adequada (uso de equipamentos de proteção individuais).

7 ANÁLISES E COMPARAÇÕES SENSORIAIS

7.1 Método utilizado

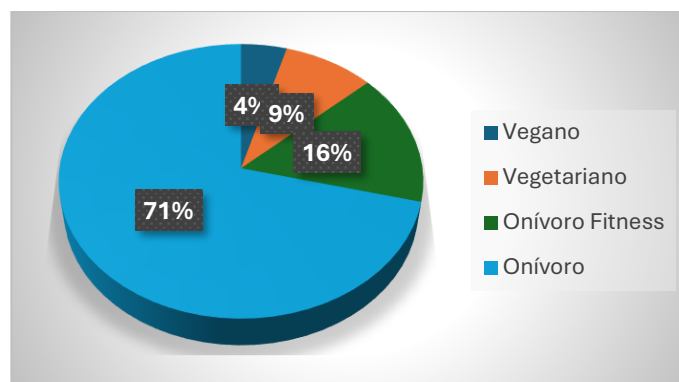
Foram recrutados ao acaso 45 provadores não treinados, onde foram submetidos ao teste de aceitação com escalas hedônicas variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) e um índice de aceitabilidade com escalas de ações variando de 1 (Eu não comeria isto de jeito nenhum) a 6 (Eu comeria isto muito frequentemente). Ademais, o perfil dos avaliadores também foi investigado a fim de descobrir o estilo de alimentação, a idade, o sexo e a frequência ao qual o analista consome produtos contendo

cacau 100%. Para cada analista foi concedido uma amostra de cada sorvete, um biscoito água e sal e um copo de água (esses dois últimos para neutralizar o paladar entre uma amostra e outra). Para o tratamento estatístico da análise sensorial, utilizou-se o software Statistica®, onde análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey foram realizados para cada um dos atributos dos sorvetes (Cor, aroma, sabor, textura e nota global).

7.2 Resultados e discussões

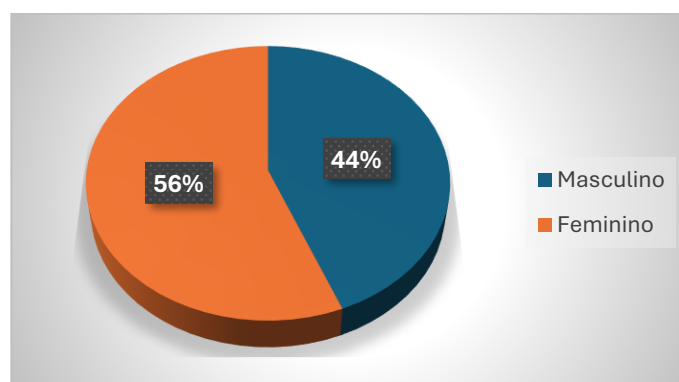
O perfil dos julgadores pode ser conferido nas figuras 16,17,18 e 19. Onde nota-se que a maioria deles são onívoros do sexo feminino, com faixa-etária entre 18 e 25 anos e que raramente consomem alimentos à base de cacau 100%.

Figura 16 - Estilo de alimentação dos julgadores



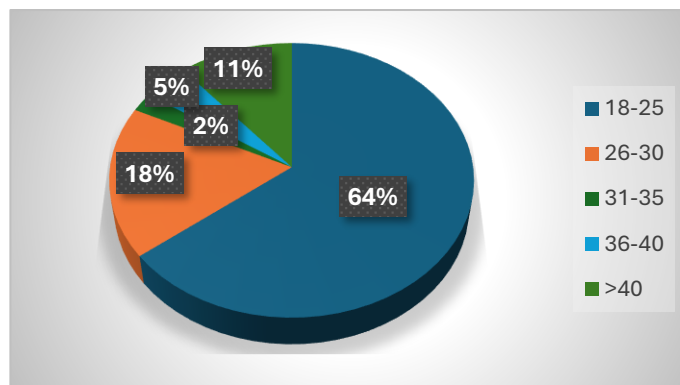
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 17 - Sexo dos julgadores



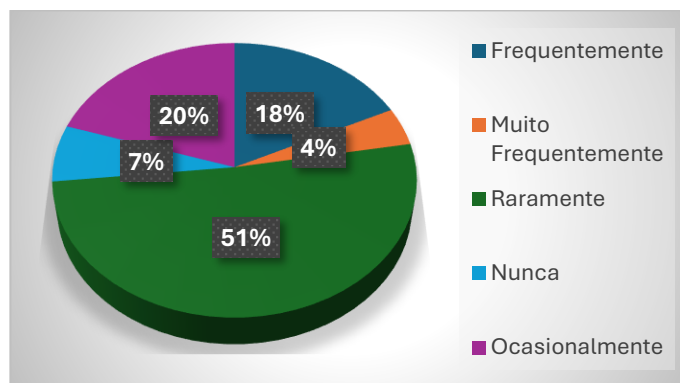
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 18 - Faixa etária dos julgadores



Fonte: Autoria própria (2024)

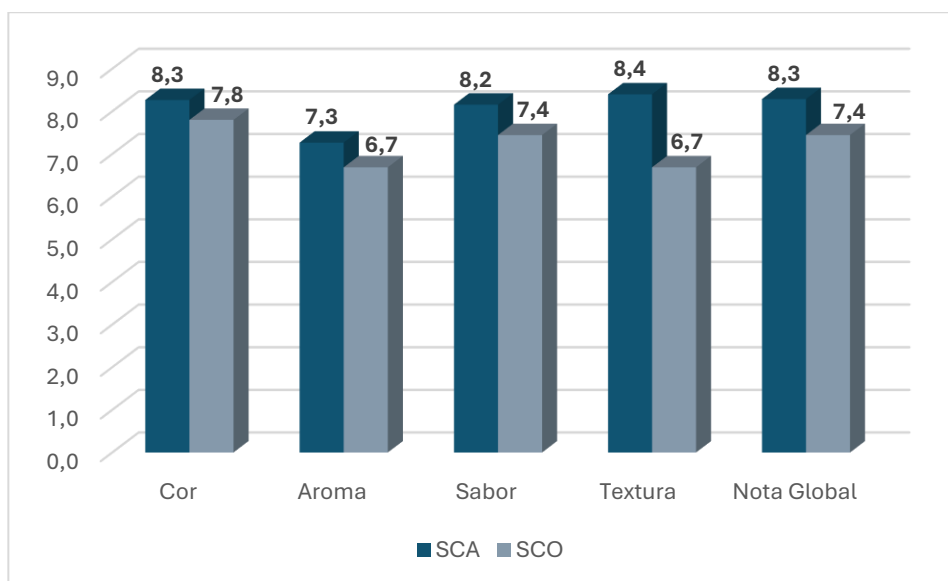
Figura 19 - Frequência do consumo de alimentos formulados com cacau 100%



Fonte: Autoria própria (2024)

Os resultados mostrados na figura 20 expõe as médias obtidas através das notas atribuídas para a cor, o aroma, o sabor, a textura e a nota global das amostras. Onde o intervalo de avaliação varia de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente).

Figura 20 - Média de pontuação dos atributos de cada amostra



Fonte: Autoria própria (2024)

Para o atributo “Cor”, a maior média (8,3) se refere ao sorvete SCA. Porém, segundo o teste de Tukey, os sorvetes SCA e SCO não apresentaram diferenças significativas entre si ($p>0,05$). Quando comparado o aroma das duas amostras, o teste de Tukey afirma que elas são estatisticamente semelhantes entre si ($p>0,05$), compondo um mesmo grupo homogêneo. Entretanto, a maior média foi atribuída para a formulação SCA. Para o sabor, a maior média afirma que SCA foi o preferido, mas pelo teste de Tukey, as amostras de SCO e SCA se apresentaram semelhantes entre si ($p>0,05$), pertencendo ao mesmo grupo homogêneo. Com isso, podemos observar que os julgadores gostarem igualmente do sabor dessas duas amostras. Quanto à textura, a maior média foi referente à SCA, mas também pelo teste de Tukey, as amostras são semelhantes entre si ($p>0,05$). Quanto a nota global, as amostras diferiram significativamente entre si ($p<0,05$), destacando-se a amostra SCA como a mais preferida.

Em relação ao índice de aceitabilidade (IA) as médias obtidas no teste de escala foi de 4,6 para SCO e de 5,1 para SCA. Onde a escala utilizada para avaliação variou de 1 (Não comeria isto de jeito nenhum) a 6 (Comeria isto muito frequentemente). As amostras SCA e SCO apresentaram os IA com médias de 86,7% e 76,7%, respectivamente, sugerindo, que a alteração entre os extratos vegetais nas formulações deles foi de apenas 10%, sendo perceptível principalmente em quesitos de textura do sorvete.

Para Dutcosky (2007), um índice de aceitabilidade (IA) acima de 70% significa boa repercussão. Vale ressaltar que o IA é calculado através da razão entre a nota média obtida para o produto através do teste de escala de ação e a nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto.

Resultados em estudos prévios apontam uma variação de IA, como exemplo Eiki ET AL. (2015) atingiu índices de aceitação de 65% para sorvetes vegano a base de soja e chia, 80% para soja e *psyllium* e 83% para soja. Já Kassada ET AL. (2015) atingiu IA de 79,2% para sorbet com base de caldo de cana e limão e 80,2% para sorbet a base de caldo de cana e uva. Para Fernandez (2015), o maior valor de IA atingido em seu trabalho foi de 80% para sorvetes a base de extrato de soja. Apontando que o IA da formulação SCA e da SCO mostrou-se superior e próximo aos valores obtidos em outros gelados comestíveis veganos analisados nesse estudo.

8 BALANÇO DE MASSA E ENERGIA NA PRODUÇÃO DOS SORVETES

8.1 Balanço de massa

De acordo com a lei da conservação da massa: nada se cria, tudo se transforma. Levando isso em consideração, teremos que a massa que entra no nosso processo é igual a massa que sairá após as devidas transformações e processos (Tadini Et Al., 2016).

Adotando uma produção diária de 3000 litros de sorvete, teremos ao total 6 bateladas por dia. Sendo assim, 6 bateladas de 500 litros por dia. Uma vez que a densidade aparente mínima não foi estimada de forma experimental para esses sorvetes, iremos considerar valores fictícios baseados na Resolução - RDC 713 de 01 de junho de 2022 que descreve a densidade aparente mínima de 475 gramas por litro de sorvete. Será adotado para ambos os sorvetes abordados nesse trabalho o valor de 0,5 kg/litro como densidade aparente.

Logo, multiplicando a quantidade diária produzida pela densidade, teremos uma quantidade em massa (kg). Esse valor seria de 1500 quilos de sorvete por dia ou 250 quilos de sorvete por batelada. O valor considerado para os cálculos de balanço de massa e de energia são os valores provenientes de cada batelada isolada. A composição de cada batelada, em quilos, pode ser conferida na tabela 4.

Tabela 4 – Dosagem dos ingredientes por batelada

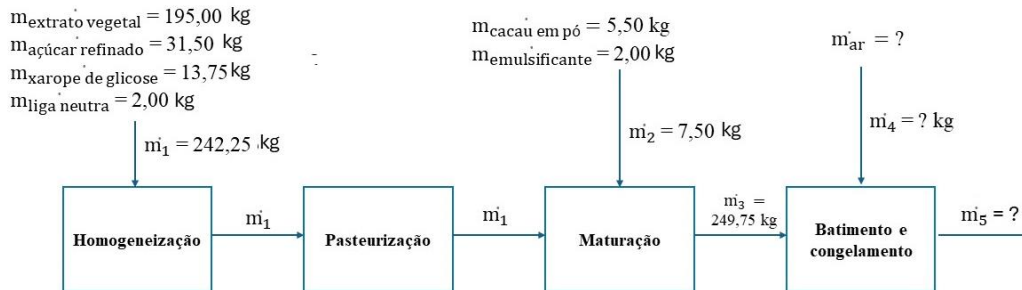
Ingrediente	SCO (%)	Peso (Kg)	SCA (%)	Peso (Kg)
Extrato vegetal	78,00	195,00	79,90	199,75
Açúcar refinado	12,60	31,50	11,50	28,75
Xarope de glicose	5,50	13,75	5,00	12,50
Cacau em pó	2,20	5,50	2,20	5,50
Emulsificante	0,80	2,00	0,70	1,75
Liga neutra	0,80	2,00	0,70	1,75

Fonte: Autoria própria (2024)

Nesse processo, o balanço de massa será realizado nas etapas de homogeneização, maturação e batimento, já que são as únicas etapas em que a taxa de acúmulo de material é diferente de 0. Não será realizado balanço de massa para as demais etapas uma vez que a taxa de acúmulo de material é nula. Perdas ocasionais em tubulações e transferências não foram consideradas e, portanto, não foram incluídas nos cálculos. De forma

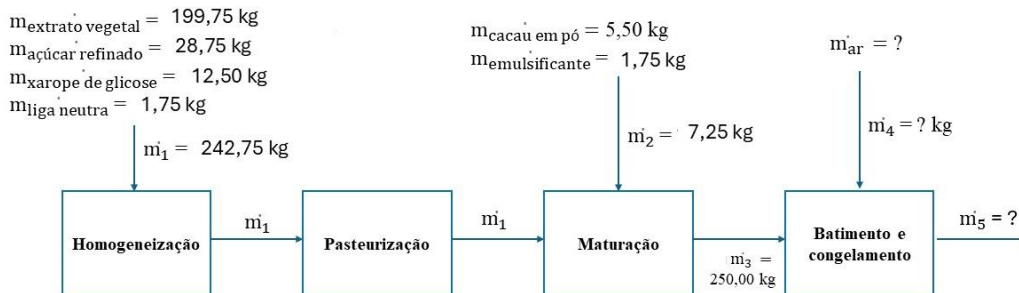
simplificada, podemos visualizar o balanço de massa geral para a produção dos sorvetes na Figura 21.1 (para SCO) e figura 21.2 (para SCA).

Figura 21.1 - Etapas do balanço de massa para a produção de SCO



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 21.2 - Etapas do balanço de massa para a produção de SCA



Fonte: Autoria própria (2024)

8.1.1 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE HOMOGENEIZAÇÃO

O balanço de massa global simplificado para essa etapa pode ser expresso de acordo com a equação 1:

$$m_{\text{extrato vegetal}} + m_{\text{açúcar refinado}} + m_{\text{xarope de glicose}} + m_{\text{miga neutra}} = \sum \dot{m}_s = \dot{m}_1 \quad (1)$$

Ou de forma direta, como: $195 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 31,5 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 13,75 + \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 2 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} = \sum \dot{m}_s = \dot{m}_1 = 242,25 \frac{\text{kg}}{\text{bat}}$ para o sorvete à base de extrato de coco e $199,75 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 28,75 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 12,50 + \frac{\text{kg}}{\text{bat}} + 1,75 \frac{\text{kg}}{\text{bat}} = \sum \dot{m}_s = 242,75 \frac{\text{kg}}{\text{bat}}$ para o sorvete à base de extrato de castanha de caju.

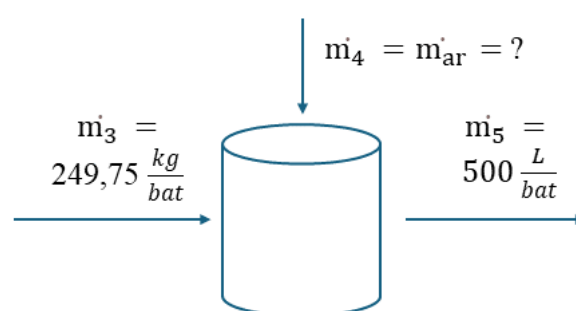
8.1.2 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE MATURAÇÃO

O balanço de massa global simplificado para essa etapa pode ser expresso da seguinte maneira: $\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \sum \dot{m}_s = \dot{m}_3$, sendo $\dot{m}_2 = m_{\text{cacau em pó}} + m_{\text{emulsificante}}$.

Logo, para o sorvete à base de extrato de coco, temos que $\dot{m}_2 = 5,50 \frac{kg}{bat} + 2,00 \frac{kg}{bat} = 7,50 \frac{kg}{bat}$ e para o sorvete à base de extrato de castanha de caju, $\dot{m}_2 = 5,50 \frac{kg}{bat} + 1,75 \frac{kg}{bat} = 7,25 \frac{kg}{bat}$. De forma direta, temos: $\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = 242,25 \frac{kg}{bat} + 7,50 \frac{kg}{bat} = 249,75 \frac{kg}{bat}$ para o primeiro sorvete e $\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = 242,75 \frac{kg}{bat} + 7,25 \frac{kg}{bat} = 250 \frac{kg}{bat}$ para o segundo sorvete.

8.1.3 BALANÇO DE MASSA NA ETAPA DE BATIMENTO

Figura 22 - Balanço de massa na etapa de incorporação de ar



Fonte: Autoria própria (2024)

Na etapa de batimento e congelamento também ocorre a incorporação do ar., ou seja, terá uma corrente mássica m_4 de valor desconhecido que entrará em nossos sistemas. Para realizar esse balanço de massa é necessário que sejam feitas algumas considerações, como: definir o valor do volume de ar que é incorporado pelo sorvete, definir a densidade do ar durante o batimento do sorvete e por fim determinar a massa de ar que é incorporada. Um modelo esquemático do balanço de massa nessa etapa pode ser visualizado na Figura 22.

Podemos definir o volume de ar incorporado pela calda através da seguinte equação:

$$V_{ar} = V_S - V_C \quad (2)$$

Em que V_{ar} = volume de ar incorporado, V_C = volume da calda antes de entrar na produtora de sorvete e V_S = Volume de sorvete aerado. Para determinar o volume da calda, levaremos em conta Oliveira ET AL. (2008) que diz cada litro de calda corresponde à 1 kg. Com isso, temos: $V_{ar} = 500 L - 249,75L = 250,25 \frac{L}{bat}$ para o sorvete à base de

extrato de coco e $V_{ar} = 500 L - 250 L = 250 \frac{L}{bat}$ para o sorvete à base de extrato de castanha de caju.

$$\rho = \frac{P}{R \times T} \quad (3)$$

Já para encontrarmos a densidade do ar, usaremos a lei dos gases ideais (equação 3) adotando como valores de pressão, constante específica de calor do gás e temperatura de operação de, respectivamente: 3 bar (ou 300000 Pa), 287,058 J/(kg·K) e -6°C (ou 267,15 K). De acordo com a fabricante da máquina de sorvetes utilizada neste processo, a Finamac (FINAMAC, 2019), para que o sorvete comece a incorporar ar durante o batimento no equipamento, a pressão interna do cilindro deve atingir 3 vezes a pressão atmosférica (3 bar). Sendo assim, aplicando a equação 3, temos que $\rho = 3,91 \frac{kg}{m^3}$

Uma vez definidos a densidade do ar e o volume do ar que será incorporado, podemos calcular a massa de ar que será adicionada em nosso sorvete através da equação 4.

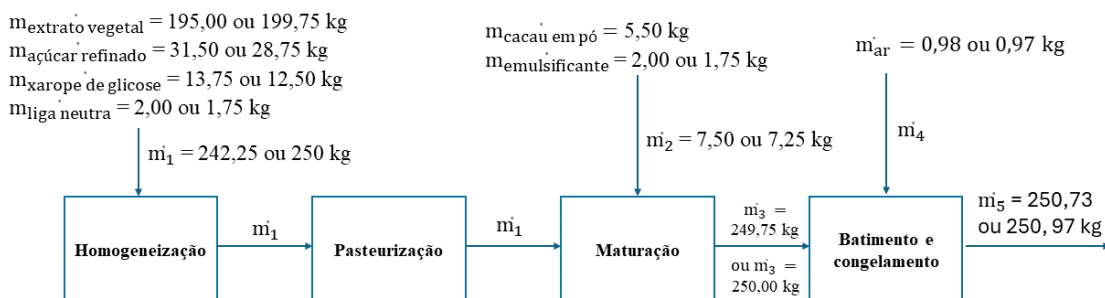
$$m_{ar} = \rho \times V_{ar} \quad (4)$$

Logo, de forma direta, temos que $m_{ar} = 3,91 \frac{kg}{m^3} \times 0,25025 \frac{m^3}{bat} = 0,98 \frac{kg}{bat}$ para o sorvete à base de extrato de coco e $m_{ar} = 3,91 \frac{kg}{m^3} \times 0,25 \frac{m^3}{bat} = 0,97 \frac{kg}{bat}$ para o sorvete à base de extrato de castanha de caju.

8.1.4 BALANÇO DE MASSA GLOBAL

Uma vez definidos os valores da corrente \dot{m}_4 , podemos por fim determinar a corrente de produto acabado \dot{m}_5 , uma vez que $\dot{m}_5 = \dot{m}_4 + \dot{m}_3$. O resultado do balanço de massa pode ser visto na figura 23.

Figura 23 - Balanço de massa global para a produção dos sorvetes



Fonte: Autoria própria (2024)

8.2 Balanço de energia

Analisando o fluxograma de produção dos sorvetes, podemos identificar como principais pontos de troca energética a etapa de pasteurização e a etapa de batimento e congelamento do sorvete, onde ocorrem importantes trocas de calor.

O balanço de energia de cada uma das etapas está de acordo com a 1ª lei da termodinâmica, também denominada como lei da conservação de energia. Por essa lei, é considerado que a energia interna "E" é uma característica do sistema, sendo a soma de todas as energias que atuam nele, como a cinética, potencial e a própria energia interna. Assim, podemos afirmar que qualquer alteração na energia interna (ΔE) depende apenas dos estados inicial e final do sistema na transformação considerada. Dessa forma, a variação da energia interna pode ser expressa pela Equação 5, onde W representa a quantidade de energia associada ao trabalho realizado pelo sistema sobre a vizinhança, e Q é a quantidade de calor trocada entre a vizinhança e o sistema (Filho, 2021).

$$\Delta E = Q + W \quad (5)$$

Em nosso processamento a variação da energia cinética (ΔE_c) é igual a zero, pois não há movimento em relação a um ponto de referência. Da mesma forma, não há variação na altura da mistura, tornando a variação da energia potencial (ΔE_p) nula. Além disso, a energia na forma de calor (Q) prevalece sobre a energia mecânica, o que permite considerar o trabalho de eixo (W_e) como nulo.

Sendo assim, podemos reescrever a nossa equação de variação de energia apenas em função do calor (Q), como na equação 6.

$$\Delta E = Q \quad (6)$$

De acordo com o princípio da conservação de energia (equação 7), podemos definir o calor como sendo o produto da massa da calda de sorvete multiplicado pelo calor específico do sorvete e pela variação de temperatura da calda (FILHO, 2021).

$$Q = m \times C_p \times \Delta T \quad (7)$$

Em que:

Q = Quantidade de calor (kJ/s)

ΔT = Variação de temperatura (°C)

C_p = Calor específico (kJ/kg°C)

m = Massa (kg)

Dos dados necessários para calcular a quantidade de calor trocado em cada uma dessas duas etapas de processamento, nos falta apenas o calor específico. Logo, começaremos o balanço de energia encontrando-o.

8.2.1 DETERMINAÇÃO DO CALOR ESPECÍFICO (CP)

Segundo Choi e Okos (1986), o calor específico total de um alimento está relacionado com sua composição centesimal e com sua temperatura. Para eles, podemos calcular o valor do calor específico para cada um dos componentes de um alimento (proteínas, carboidratos, umidade, cinzas, fibras e lipídeos) e em seguida somar esses valores multiplicados da fração mássica de cada componente para definirmos o calor específico total de um alimento, como demonstrado na equação 9.

$$C_p = C_{pi} \times X_m \quad (8)$$

$$C_p T = \sum_{i=1}^n C_p \times X_m \quad (9)$$

Onde,

C_p = calor específico (kJ/kg°C)

C_{pi} = calor específico do componente (kJ/kg°C)

$C_p T$ = calor específico total (kJ/kg°C)

X_m = fração mássica do componente.

Já para definirmos os valores de C_{pi} de cada um dos componentes centesimais do sorvete, iremos utilizar as seguintes equações:

$$C_{pi \text{ umidade}} = 4,1762 - ((9,0864 \times 10^{-5}) \times T) + (5,4731 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (10)$$

$$C_{pi \text{ proteínas}} = 2,0082 + ((1,2089 \times 10^{-3}) \times T) - (1,3129 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (11)$$

$$C_{pi \text{ lipídeos}} = 1,9842 + ((1,4733 \times 10^{-3}) \times T) - (4,8008 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (12)$$

$$C_{pi \text{ carboidratos}} = 1,5488 + ((1,9625 \times 10^{-3}) \times T) - (5,9399 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (13)$$

$$C_{pi \text{ fibras}} = 1,8459 + ((1,8306 \times 10^{-3}) \times T) - (4,6509 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (14)$$

$$Cp_i \text{ cinzas} = 1,0926 + ((1,8896 \times 10^{-3}) \times T) + (3,6817 \times 10^{-6}) \times T^2 \quad (15)$$

Considerando os valores de temperatura de 4°C (temperatura da calda ao sair do pasteurizador), temos então os seguintes valores de Cp_i para cada componente centesimal: $Cp_i \text{ umidade} = 4,1760$, $Cp_i \text{ proteínas} = 2,0118$, $Cp_i \text{ lipídeos} = 1,9886$, $Cp_i \text{ carboidratos} = 1,5546$, $Cp_i \text{ fibras} = 1,8513$ e $Cp_i \text{ cinzas} = 1,0983$.

Já de acordo com os valores de composição centesimal relatados na tabela 3 e com a equação 8 e 9, temos as frações mássicas de cada um dos componentes do sorvete expressos na Tabela 5 e 6, juntamente com os valores calculados para Cp de cada um deles.

Tabela 5 - Determinação de Cp para o sorvete à base de extrato de castanha de caju

Componente	Cp_i (kJ/kg°C)	X_i	Cp (kJ/kg°C)
Umidade	4,1760	0,6230	2,6016
Carboidrato + fibras	3,4060	0,2657	0,9050
Gorduras	1,9886	0,0807	0,1605
Proteínas	2,0118	0,0253	0,0509
Cinzas	1,0983	0,0053	0,0058
Sorvete	-	-	3,6105

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 6 - Determinação de Cp para o sorvete à base de extrato de coco

Componente	Cp_i (kJ/kg°C)	X_i	Cp (kJ/kg°C)
Umidade	4,1760	0,6370	2,6601
Carboidrato + fibras	3,4060	0,1644	0,5599
Gorduras	1,9886	0,1780	0,3540
Proteínas	2,0118	0,0152	0,0306
Cinzas	1,0983	0,0054	0,0059
Sorvete	-	-	3,7238

Fonte: Autoria própria (2024)

Sendo assim, temos $Cp = 3,6105$ kJ/kg°C para o sorvete à base de extrato de castanha de caju e $Cp = 3,7238$ para o sorvete à base de extrato de coco. A partir desses valores encontrados poderemos calcular a quantidade de calor utilizado em cada uma das etapas importantes para o balanço energético.

Para as próximas etapas do balanço de energia, iremos considerar que cada batelada de sorvete ocorre em 1 hora. Ou seja, a vazão mássica seria igual a 250 kg por hora, ou $\dot{m} = 250 \frac{kg}{h} = 0,07 \frac{kg}{s}$

8.2.2 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CALOR (Q) NA PASTEURIZAÇÃO

A pasteurização pode ser subdividida em três partes. São elas: aquecimento da calda, que ocorre em temperatura inicial (T_i) de 25°C e temperatura final (T_f) de 84°C; primeiro resfriamento da calda, onde ocorre com T_i de 84 °C e T_f de 42 °C e por fim, segundo resfriamento da calda, ocorrendo com T_i de 42°C e T_f de 4°C. Aplicando diretamente a equação 7, teremos a tabela 7.1 e 7.2 expressando os valores de Q calculados em cada uma dessas etapas e para cada um dos sorvetes. Para interpretar os valores, é importante lembrar que valores negativos de Q estão relacionados com perda de calor. Ou seja, quando há resfriamento.

Tabela 7.1 - Determinação da quantidade de calor na etapa de pasteurização (SCA)

Etapa	ΔT (°C)	\dot{m} (kg/s)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/s)
Aquecimento	59	0,07	3,6105	14,9114
Resfriamento 1	-42	0,07	3,6105	10,6149
Resfriamento 2	-38	0,07	3,6105	9,6039
TOTAL (Q)				35,1302

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 7.2 - Determinação da quantidade de calor na etapa de pasteurização (SCO)

Etapa	ΔT (°C)	\dot{m} (kg/s)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/s)
Aquecimento	59	0,07	3,7238	15,3793
Resfriamento 1	-42	0,07	3,7238	10,9480
Resfriamento 2	-38	0,07	3,7238	9,9053
TOTAL (Q)				36,2326

Fonte: Autoria própria (2024)

8.2.3 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CALOR NO BATIMENTO E CONGELAMENTO

Assim como no tópico anterior, para calcularmos a quantidade de calor na etapa de batimento e congelamento do sorvete e tendo T_i de 4°C e T_f de -6°C., iremos utilizar diretamente a equação 7. Os valores obtidos podem ser visualizados na tabela 8.

Tabela 8 - Determinação da quantidade de calor na etapa de batimento do sorvete

Etapa	ΔT (°C)	\dot{m} (kg/s)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/s)
Batimento (SCA)	-10	0,07	3,6105	9,7472
Batimento (SCO)	-10	0,07	3,7238	9,7393

Fonte: Autoria própria (2024)

9 ANÁLISE ECONÔMICA

Levando em consideração os seguintes aspectos contábeis: mão de obra, matéria prima e insumos e consumo energético, avaliamos a viabilidade do desenvolvimento desses produtos. Essa etapa é essencial para tomar ciência dos possíveis gastos para manter uma produção diária de 1500 kg de sorvete.

9.1 Mão de obra

Considerando o decreto nº 11.864, de 27 de dezembro de 2023 que estabelece como valor de salário-mínimo R\$ 1.412,00 e considerando algumas médias salariais encontradas nas plataformas *Gupy* e *Indeed* (ferramentas utilizadas pelas empresas para ofertar vagas de empregos e expor suas políticas salariais), temos o quadro de gastos mensais com mão de obra para nossa empresa disposto na tabela 9.

Tabela 9 – Análise dos custos de mão-de-obra

Cargo	Qtd.	Salário (R\$)	Encargos (R\$)	Custo mensal (R\$)	Custo diário (R\$)
Gerente (Engenheiro)	1	5.470,00	R\$ 2.023,90	R\$ 7.493,90	R\$ 249,80
Analista de qualidade	1	2.500,00	R\$ 925,00	R\$ 3.425,00	R\$ 114,17
Analista de produção	1	2.500,00	R\$ 925,00	R\$ 3.425,00	R\$ 114,17
Auxiliar de qualidade	1	1.800,00	R\$ 666,00	R\$ 2.466,00	R\$ 82,20
Operador	5	1.412,00	R\$ 522,44	R\$ 9.672,20	R\$ 322,41
Assistente administrativo	1	1.800,00	R\$ 666,00	R\$ 2.466,00	R\$ 82,20

Estagiários	3	1.000,00	R\$ 370,00	R\$ 4.110,00	R\$ 137,00
Técnico em manutenção	1	1.700,00	R\$ 629,00	R\$ 2.329,00	R\$ 77,63
Aux. de recebimento	1	1.412,00	R\$ 522,44	R\$ 1.934,44	R\$ 64,48
Vigilante	2	1.612,00	R\$ 596,44	R\$ 4.416,88	R\$ 147,23
Aux. de serviços gerais	2	1.412,00	R\$ 522,44	R\$ 3.868,88	R\$ 128,96
Custo total (R\$)			R\$ 8.368,66	R\$ 45.607,30	R\$ 1.520,24

Fonte: Autoria própria (2024)

Levando em consideração o valor determinado de R\$ 1.520,24 como custo diário por mão de obra e sabendo que nossa usina fabrica 1500 kg de sorvete por dia, temos que cada quilo de sorvete custa R\$ 1,01 de mão de obra.

9.2 Insumos e matérias primas

A partir de buscas online por preço dos determinados ingredientes e considerando o valor gasto para elaboração dos extratos vegetais durante a etapa de testes nas formulações dos sorvetes, podemos obter as tabelas 10 e 11 que determinam os custos diários e mensais com cada um dos ingredientes dos sorvetes desenvolvidos. Vale salientar que dos 1500 kg de sorvetes produzidos diariamente, a produção será dividida de forma proporcional entre as duas variações de sorvete. Ou seja, 750 kg de SCO e 750 kg de SCA.

Tabela 10 – Custos diários e mensais dos ingredientes do SCO

Ingrediente	Qtd./dia (kg)	Preço/kg (R\$)	Custo/dia	Custo mensal
Extrato vegetal	585	5,87	R\$ 6.867,90	R\$ 103.018,50
Açúcar refinado	94,5	3,69	R\$ 697,41	R\$ 10.461,15
Xarope de glicose	41,25	16,00	R\$ 1.320,00	R\$ 19.800,00
Cacau em pó	16,5	19,86	R\$ 655,38	R\$ 9.830,70
Emulsificante	6	29,02	R\$ 348,24	R\$ 5.223,60
Liga neutra	6	32,67	R\$ 392,04	R\$ 5.880,60
Custo total (R\$)			R\$ 5.140,49	R\$ 154.214,55

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 11 – Custos diários e mensais dos ingredientes do SCA

Ingrediente	Qtd./dia (kg)	Preço/kg (R\$)	Custo/dia	Custo mensal
--------------------	----------------------	-----------------------	------------------	---------------------

Extrato vegetal	599,25	7,98	R\$ 9.564,03	R\$ 143.460,45
Açúcar refinado	86,25	3,69	R\$ 636,53	R\$ 9.547,88
Xarope de glicose	37,5	16,00	R\$ 1.200,00	R\$ 18.000,00
Cacau em pó	16,5	19,86	R\$ 655,38	R\$ 9.830,70
Emulsificante	5,25	29,02	R\$ 304,71	R\$ 4.570,65
Liga neutra	5,25	32,67	R\$ 343,04	R\$ 5.145,53
Custo total (R\$)			R\$ 6.351,84	R\$ 190.555,20

Fonte: Autoria própria (2024)

A partir dos valores calculados e considerando nossa produção diária de sorvete, temos que cada quilo do SCO nos custará de insumos R\$ 6,85 e o SCA nos custará R\$ 8,47. Cada embalagem de 1 litro (pote plástico com tampa) custará em torno de R\$ 1,38 (preço praticado na empresa Embalagem ideal-SP). Sendo assim, e considerando a densidade do sorvete de 0,5 kg/L, acrescenta-se o valor de R\$ 2,76 para cada quilo de sorvete produzido. Totalizando um custo de insumos de R\$ 9,61 para cada quilo de SCO produzido e de R\$ 11,23 para cada quilo de SCA produzido.

9.3 Energia elétrica

Segundo a Companhia Elétrica do Rio Grande do Norte, a tarifa paga por uma indústria é de aproximadamente R\$ 0,69 por kWh, já que as indústrias são classificadas no Grupo B e subgrupo B 3. Já para calcular o consumo energético diário do maquinário industrial, consideramos as potências especificadas fornecidas pelos fabricantes de cada equipamento. Assim, foi possível estimar um custo mensal de energia elétrica, conforme apresentado na tabela 12. Lembrando que apenas os principais equipamentos consumidores de energia elétrica foram considerados para esses cálculos. Demais gastos eventuais com eletricidade foram desprezados, uma vez que a análise econômica não é o foco principal desse trabalho.

Equipamento	Qnt.	Tempo de uso diário (h)	Potência (kW)	Consumo diário (kWh)	Custo diário
Pasteurizador	1	2,5	14,7	36,8	R\$ 25,36
Tanque de maturação	2	24,0	0,9	43,2	R\$ 29,81

Produtora de sorvete	2	18,0	216,0	R\$ 149,04
		6,0		
Envasadora	1	2,2	13,2	R\$ 9,11
		6,0		
Câmara refrigerada	2	2,8	134,4	R\$ 92,74
		24,0		
Torre de resfriamento	1	1,2	7,2	R\$ 5,00
		6,04		
Custo total (R\$)				R\$ 311,05

Tabela 12 – Custos diários com utilização de energia elétrica.

Fonte: Autoria própria (2024)

Tendo como custo diário em energia elétrica de R\$ 311,05, podemos concluir que para cada quilo de sorvete produzido, gasta-se aproximadamente R\$ 0,21 em energia elétrica.

9.4 Análise econômica simplificada e preço de venda

Considerando os valores de custos calculados anteriormente, temos que cada quilo de sorvete custará em média, para ser produzido, R\$ 10,83 para SCO e R\$ 12,45 para SCA. Lembrando que cada embalagem de sorvete contém 1 L de produto, que corresponde à aproximadamente 0,5 quilos, uma vez que a densidade dos nossos sorvetes varia em torno de 0,5 kg por litro. Sendo assim, o custo unitário do nosso produto será de R\$ 5,42 para SCO e de R\$ 6,23 para SCA. Esses valores podem ser visualizados também na tabela 13.

Tabela 13 – Custo final dos sorvetes SCO e SCA

Custo	SCO	SCA
Mão de obra	R\$ 1,01	R\$ 1,01
Insumos	R\$ 9,61	R\$ 11,23
Energia elétrica	R\$ 0,21	R\$ 0,21
Custo total	R\$ 10,83 / kg	R\$ 12,45 / kg
Custo unitário (embalagem de 1 litro)	R\$ 5,42	R\$ 6,23

Fonte: Autoria própria (2024)

O preço de venda será estimado com uma margem de lucro de no mínimo 200% e levará em conta o preço de sorvetes veganos vendidos por empresas já consolidadas no mercado. Os sorvetes SCO e SCA terão o mesmo preço de venda, para não levar o

consumidor a ter uma preferência entre os sorvetes apenas motivada pelo menor preço apresentado por um deles. Ao realizar pesquisas para sorvetes veganos sabor chocolate no e-commerce, foi-se encontrado valores médios de R\$ 67 por litro de produto. Sendo assim, o preço de nossos sorvetes seria de R\$ 18,69, considerando uma margem de lucro de 200%. Para se adequar ao mercado, o preço será elevado ainda um pouco mais, para ser aproximado de valores vendidos por sorvetes veganos de outras marcas. Sendo assim, o preço final de venda de nossos sorvetes SCO e SCA será de R\$ 25,00 por unidade.

10 TRATAMENTO DE RESÍDUO

Os resíduos sólidos gerados por essa usina fabricante de sorvete são embalagens primárias dos ingredientes, como caixas e plásticos e alguns resíduos orgânicos provenientes de avarias ou de perda produtiva. Esses resíduos são tratados de forma adequada para reduzir ao máximo os impactos ambientais, conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010).

Figura 24 – Esquema de gerenciamento de resíduos sólidos na empresa



Fonte: Orvalho consultoria

Já os efluentes industriais, que são provenientes de águas utilizadas diretamente na usina, como: na lavagem de máquinas, tubulações e pisos são direcionados a estação de tratamento de efluentes da empresa. O tratamento aplicado ao efluente industrial atende aos critérios exigidos da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), onde os efluentes são filtrados, equalizados e bombeados para o flotador para ajuste de pH e coagulação. Depois, passam pelo reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), onde bactérias anaeróbias transformam a matéria orgânica em gases. O

efluente tratado segue para desinfecção e filtração, com o lodo seco sendo enviado ao aterro sanitário.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da composição centesimal dos sorvetes sugere que ambos possuem características singulares e que não distam muito das formulações tradicionais. Sendo a utilização dos extratos vegetais uma alternativa de substituição do leite na elaboração do sorvete. Ao que concerne o aspecto sensorial a formulação contendo cacau 100% a base de extrato de castanha de caju, apresentou o maior índice de aceitabilidade (86,7%). As amostras SCA e SCO mostraram diferenças significativas entre si apenas no quesito textura e nota global, mostrando também a forte aceitação sensorial.

De modo geral, os sorvetes elaborados constituem uma alternativa inovadora de alimentos, apresentando características físico-químicas e sensoriais satisfatórias. Além disso, representam uma estratégia para o aproveitamento de extratos vegetais, ainda pouco explorados no setor alimentício.

Além disso, a análise econômica se mostrou bastante satisfatória, onde mesmo com uma margem de lucro de 400%, o preço de venda de nossos sorvetes ainda seria inferior aos preços praticados por marcas concorrentes.

REFERÊNCIAS

- ABIS – Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes. Produção e consumo de Sorvetes no Brasil. Disponível em: http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html> acesso em: 08 de maio de 2024.
- AGÊNCIA UFC. (2022). Pesquisas da UFC geram cosméticos para pele com extrato de seriguela e ácido da castanha de caju. Disponível em: <https://agencia.ufc.br/pesquisas-da-ufc-geram-cosmeticos-para-pele-com-extrato-de-seriguela-e-acido-da-castanha-de-caju/>. Acesso em: 4 maio 2024.
- AMARAL, J. S., CASAL, S., PEREIRA, J. A., SEABRA, R. M., & OLIVEIRA, B. P. (2006). Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars grown in Portugal. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(11), 4113-4118. DOI: 10.1021/jf060076i
- BARBOSA, R. L. S. **Alimentos, Nutrição & Dietoterapia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- BEHLING, ET AL., **Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas**. Alim. Nutr., Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.
- BELTRAN, LAIZA BERGAMASCO. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SORVETE VEGANO DE CHOCOLATE. 2018. 51f. TCC (Curso de Tecnologia em Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018.
- BRADBURY, K. E. ET AL., Serum concentrations of cholesterol, apolipoprotein A-I and apolipoprotein B in a total of 1694 meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans. **European Journal of Clinical Nutrition** v. 68, p. 178-183, 2014.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Resolução RDC nº 266**, de 22 de setembro de 2005. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes. **Resolução RDC nº 3**, de 15 de janeiro de 2007. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 17 de janeiro de 2007.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada **RDC nº 267** de 25 de agosto de 2003. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis, 2003.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA, nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. [s.l.], 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_cona_51_ma_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 14 abril. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. [s.l.], 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 14 abril. 2024.

CARVALHO, M.R.A.C.G.P. Leite de coco: aplicações funcionais e tecnológicas. Goiânia. Monografia TCC) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, [1990].

CARVALHO, P.R.C. **Medicina ortomolecular**. 3. ed. Rio de Janeiro: NovaEra, 2004. p. 142-144

CASTRO, A. P. M.; SOLÉ, D. **Alergia Alimentar em Pediatria**. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2016.

CESAR, P. 2. ED.2020. Gastronomia e Vinhos: Contributos para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo - Estudos de Caso Brasil e Portugal. EDUCS

CHOI, Y.; OKOS, M.R. Effects of temperature and composition on the thermal properties of foods. In: LEMAUGUER, M.; JELEN, M. **Food Engineering and Process Applications**. Elsevier Applied Science Publishers, 1986. p.93-101.

CLARKE, C. A.; MACRAE, A. R. R. Encyclopedia of Food Science, Food Technology, and Nutrition. San Diego: Academic Press, 1993.

CORREIA, R. T. P. ET AL., Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência e Agronomia**, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 251-256, abr./jun., 2008.

D'EL REY, J.; MEDEIROS. F. Chocolate e os benefícios cardiovasculares. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 10, n. 3. jul./set., 2011.

DUARTE, A. C. **Semiologia imunológica nutricional**. Rio de Janeiro: AxcelBooks, 2003. p.136-138

DUTCOSKY, Silvia. **Análise sensorial de alimentos**. 2ª edição. Curitiba: Editora Champagnat. 2007. 239p.

EIKI, G. ET AL. ACEITAÇÃO SENSORIAL DE SORVETE A BASE DE VEGETAIS. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, [s.l.], v. 5, n. 4, p.2569-2578, 3 dez. 2015. Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual. <http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201500040007>

EL-AGAMY, E. I. The challenge of cow milk protein allergy. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 1-2, p. 64-72, 2007. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.011.

ESHEL, G. ET AL., Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 12, n. 16, p. 2314-2318, 2014.

FARIA, C. R. A., CARVALHO, F. C., & MENDONÇA, A. C. (2019). Benefícios da Castanha de Caju: Uma Revisão de Literatura. Eventos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Secitec

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. **Química de alimentos de Fennema**. 4ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERNANDEZ, Ludmila Carril. Desenvolvimento de sorvetes probióticos a base de extrato solúvel de soja. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

FILHO, J. dos S. As Leis da Termodinâmica: contexto histórico, definições e aplicações In: ANDRADE, M. C. N. Termodinâmica: Prática e sem Mistérios. Editora Científica Digital, 202. p. 36-37. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210303684.pdf>. Acesso em: 10 julho. 24.

FINAMAC Produtora de sorvete C JET. 2010. Disponível em:< <https://www.finamac.com/br/produtos/maquinas-de-sorvetes/c-jet>>. Acesso em: 08 julho 2024.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 1-20.

FROST, M. B. ET AL., Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 4, p. 305-314, 2005.

GLOBO RURAL. (2021). Versátil, caju vira ingrediente coringa para indústria de alimentos à base de plantas. Globo Rural. Recuperado de <https://globorural.globo.com/Noticias/Empresas-e-Negocios/noticia/2021/06/versatil-caju-vira-ingrediente-coringa-para-industria-de-alimentos-base-de-plantas.html>

GONÇALO, E. B. Boas práticas de fabricação e o sistema APPCC na fabricação de sorvetes. **Revista do Instituto Cândido Tostes**, v. 57 c, n. 327, Juiz de Fora – MG, jul./ago. 2002.

GRANGER, C., ET AL., Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v 15, n.3, p. 155-262, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008, 4º ed. 1º ed. digital. Cap. IV. p.103.

JORNAL DA USP (São Paulo). **Mais da metade dos brasileiros possui genes que podem causar a intolerância à lactose**. 2024. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/mais-da-metade-dos-brasileiros-possuem-genes-que-podem-causar-a-intolerancia-a-lactose/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

KALIL, JORGE ET AL. **Tratado de Alergia e Imunologia Clínica**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

KASSADA, A.T.; CAMPOS, B.E.; BRANCO, G.C.S; FIOROTO, P.O.; MADRONA, G.S. Sorbet a Base de Caldo de Cana Saborizado Artificialmente. **Revista GEINTEC**. São Cristóvão/SE. v. 5, n. 1, p.1716-1725, 2015.

KOTZE, L. M.; PIETERS, R.; SALIE, F.; BEUKES, M.; OLIVIER, A.; DE KOCK, H. L. The effect of raw cocoa powder on the stability of full-fat and reduced-fat milk

chocolate model systems during storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 2540–2551, 2018.

LOMBARDI, R. Homogeneização no processo de preparação da mistura de sorvete. *Revista Sorveteria e Confeitaria Brasileira*, n. 153, 2003. LI. H., et al., A prospective study of plasma selenium levels and prostate cancer risk. **Journal of the National Cancer Institute**. p. 696-703, May 5, 2004.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer, p. 366, 2006.

MELLO, Luiza Oliveira; FRANCISQUINI, Júlia D'almeida; COSTA, Juliana de Carvalho da; KHARFAN, Daniela; PERRONE, Ítalo Tuler; STEPHANI, Rodrigo. Comparação da composição, dos aspectos nutricionais e do preço de mercado entre o leite UHT e bebidas vegetais UHT. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 13, p. 1-16, 7 out. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.20860>.

MELO, M.L.P. ET AL. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 26, n. 1, p. 125-129, 2004.

MIKILITA, I. S. Avaliação do estágio de adoção de boas práticas de fabricação pelas indústrias de sorvete da região metropolitana de Curitiba: Proposição de um plano de análises de perigos e pontos críticos de controle. 186 p. Dissertação, (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista eletrônica de Farmácia**, 2006. 109-122.

MORAIS, Ana Cristina da Silva. Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MUNIZ, L. C. ET AL. Fatores de risco comportamentais acumulados para doenças cardiovasculares no sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.5, n. 15 p.42-46, 2012.

PAZIANOTTI, Laíse ET AL. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE SORVETES ARTESANAIS E INDUSTRIAIS COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DE ARAPONGAS-PR. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Londrina, v. 65, n. 377, p.15-20, nov. 2010.

PEREDA ET AL., **Ingredientes na produção de sorvetes**. *Revista Sorveteria Brasileira*, n 122, p. 37-38, jul/ago., 2005.

PORTO, O. L. Uma importante etapa na produção perfeita do sorvete: homogeneização. **Revista Sorveteria Brasileira**, v. 122, p. 37-38, jul./ago., 2006.

RUSSELL, W. R.; BUNNEL, R. C.; STROUD, G. D. ET AL. Effect of cocoa flavonoids on markers of oxidative stress in human subjects: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 61, n. 1, p. 1600930, 2017.

SANTOS, R.D. & Gagliardi, A.C.M. & Xavier, Hermes & Magnoni, C.D. & Cassani, R. & Lottenberg, A.M.P. & Casella-Filho, Antonio & Araujo, Daniel & Cesena, Fernando & Alves, R.J. & Fenelon, G. & Nishioka, S.A.D. & Faludi, Andre & Geloneze, Bruno & Scherr, Carlos & Kovacs, C. & Tomazzela, C. & Carla, C. & Arellano, Daniel & Ramos, S.. (2013). I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 100. 1-40. 10.1590/S0066-782X2013000900001.

SEBRAE. Cartilha de boas práticas de fabricação na indústria de gelados comestíveis, 2011. Disponível em <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/\\$File/7574.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69ee9eca639b33372eefdf6ecfb4e/$File/7574.pdf)>

SEBRAE. **Cartilha de Boas Práticas de Fabricação na Indústria de Gelados Comestíveis**.Pará. 2017.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Industrialização de leites**. São Paulo:Senai-Sp Editora, 2016. (Alimentos e Bebidas).

SEOW, Chee C.; GWEE, Choon N.. Coconut milk: chemistry and technology. **International Journal Of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 189-201, maio 1997. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2621.1997.00400.x>.

SHARMA, S.; GOEL, A.; SHARMA, R. K.; BHALLA, P.; AGGARWAL, M. K. Food allergens: basic and clinical aspects. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v. 16, n. 2, p. 100-110, 2001. DOI: 10.1007/BF02867561.

SILVEIRA, H. G. ET AL. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Revista Ciência e Agronomia**., v. 40, n. 1, p. 60-65, 2009.

SOLER, M.P.; VEIGA, P.G. Sorvetes. Campinas: Ital / Cial, 2001. 63p. (Ital. Especial, 1).

SOUZA, B. C.J. ET AL., Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara v.21, n.1, p. 155-165, jan./mar. 2010.

STEINWURZ, FLÁVIO; PASSOS, MARIA DO CARMO FRICHE; TAMANINI, NILTON. Doenças do Estômago e Intestino - Fisiologia, Fisiopatologia e Tratamento. Rio de Janeiro: Revinter, 2016.

SVB-SOCIEDADE VEGANA BRASILEIRA. **Tudo o que você precisa saber para ser vegetariano**. 2014. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/livros/alimentacao-vegetariana.pdf>>. Acesso em: 15 mai 2018.

TADINI, C. C. ET AL. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

TOMA, R. B.; SIMÕES, D. R.; BAPTISTA, E. A. S. Uso do cacau na formulação de produtos alimentícios. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 123-135, 2012.

TRGO, C. Factors affecting texture of ice cream. In: MACKENNA, B. M. (Ed.). *Texture in food: semi-solid foods*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. 1 v., 448 p.

VALENTIM, Karina Correia. SANTOS, Scheila Cristiane. Desenvolvimento de sorvete de baixa lactose com polpa de morango orgânico. 2012. 73 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

VARNAM, A. Ice Cream and Frozen Desserts. **Food Science and Technology**. Chapman & Hall, 1994.

VICENTE, E. M. **Sorvete: ciência e tecnologia**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 1996.

WHELAN, A.P., ET AL., Physicochemical and sensory optimization of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1520-1527, 2008.