



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

WANESSA MOURA TAVARES

PRODUÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ INSTANTÂNEO

NATAL – RN

2024

WANESSA MOURA TAVARES

PRODUÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ INSTANTÂNEO

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial à obtenção do Título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Beatriz de Cassia Martins Salomão

NATAL – RN

2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Horácio Nicolas Solimo - - Engenharia Química - EQ - CT

Tavares, Wanessa Moura.

Produção de achocolatado em pó instantâneo / Wanessa Moura
Tavares. - Natal: UFRN, 2024.

66 f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química. Natal,
RN, 2024.

Orientação: Beatriz de Cassia Martins Salomão.

1. Achocolatado em pó - monografia. 2. Processo de aglomeração
- monografia. 3. Rótulo e informação nutricional - monografia. 4.
Viabilidade econômica - monografia. I. Salomão, Beatriz de
Cassia Martins. II. Título.

WANESSA MOURA TAVARES

PRODUÇÃO DE ACHOCOLATADO EM PÓ INSTANTÂNEO

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial à obtenção do Título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

APROVADO EM: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr. Beatriz de Cassia Martins Salomão

Orientadora

UFRN

Patrícia Maria Rocha

Membro interno

UFRN

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que iluminou os meus passos durante esta caminhada, aos meus pais, pois é graças ao seu esforço que hoje posso concluir o meu curso e a todos aqueles que me apoiaram, me incentivaram e acreditaram no meu potencial durante a minha jornada neste curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por ter permitido a realização desse sonho, pelas oportunidades que me concedeu ao longo de toda a minha vida e por ter me dado saúde, força e determinação para superar as dificuldades que surgiram ao longo do caminho. Agradeço a universidade me acolheu, desafiou e transformou, não apenas em um profissional qualificado, mas em uma pessoa melhor e mais completa.

Agradeço a minha mãe, Roldivânia, e a meu pai, Ferdinando, por terem se esforçado e se dedicado para me proporcionar uma boa educação, este trabalho de conclusão de curso é a prova de que seus esforços pela minha educação não foram em vão e valeram a pena. Além disso, eu agradeço por vocês sempre estarem ao meu lado me apoiando, me incentivando e me dando o seu amor incondicional ao longo de toda a minha vida. Agradeço ao meu irmão, Ferdinando Filho, por ser a alegria da casa, por ter o talento especial de me distrair exatamente quando eu precisava relaxar um pouco e por ser a fonte aonde eu recarrego as minhas energias, tudo o que eu sou hoje é por você.

Agradeço ao meu noivo, Tassio, por ter estado comigo durante toda a minha caminhada no curso, por ter cuidado de mim, por ser o meu parceiro e meu ombro amigo quando precisei, por me apoiar em tudo, por não me deixar desistir e por ser a pessoa que mais me motivou, você foi essencial para eu vencer todos os obstáculos.

Agradeço a minha avó, Maria, por ter me criado, cuidado de mim, pela contribuição na formação do meu caráter, por sempre se preocupar comigo e por sempre me incentivar a ter uma graduação, obrigada vovó por ter fé em mim e orgulho da minha trajetória.

Agradeço aos meus avós, Marizonete, Francisco (Chicada) e Severino, in memoriam, por todo o amor que me deram durante suas vidas e pôr desde de sempre acreditarem no meu potencial, obrigada por tudo, amarei vocês até depois do fim.

Agradeço a todos os meus colegas de faculdade, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências, em especial agradeço as minhas amigas, Fernanda, Karine, Luma e Maria Fernanda por toda parceria, por toda ajuda e incentivo ao longo desses seis anos de curso, vocês foram essenciais nesta caminhada.

Agradeço a todos os meus professores que contribuíram para a minha formação, em especial agradeço às professoras e doutoras do curso, Kátia Matsui e Márcia Pedrini, por exercerem o trabalho de vocês com tanto amor e dedicação.

Agradeço à minha orientadora, Prof^a Dr. Beatriz de Cassia Martins Salomão, por aceitar me orientar, por toda ajuda, dedicação e atenção prestada durante este trabalho e durante todo o curso, por ter conduzido este trabalho com paciência, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento.

Por fim, agradeço a todos que passaram pela a minha vida e contribuíram de alguma forma para a construção de quem sou hoje.

RESUMO

Nos últimos tempos, tem sido crescente o interesse dos consumidores por produtos prontos para o consumo, o que vem incentivando as indústrias a desenvolver produtos mais saudáveis e a aprimorar suas formulações para atender a essa demanda. Devido às suas características sensoriais e à sua praticidade, o achocolatado é uma das categorias de derivados lácteos que mais cresce no mundo, gerando novas tendências de consumo e sendo bem aceito por consumidores que buscam um alimento rápido, saboroso e nutritivo. Diante disso, o objetivo deste trabalho é estudar os mecanismos envolvidos no processo de aglomeração e produção de achocolatados em pó. A metodologia de trabalho irá envolver a descrição dos processos de elaboração do achocolatado aglomerado em pó, a realização dos balanços de massa e de energia envolvidos no processo, o desenvolvimento do *layout* da indústria, a viabilidade econômica e a elaboração do rótulo e da informação nutricional do produto. A análise dos balanços de massa permitiu determinar que o processo produtivo do achocolatado em pó proposto é capaz de gerar 1.800 unidades de 300 gramas a cada 60 minutos, com um consumo energético médio de 82.003,43 kJ. A formulação inovadora, com maior teor de cacau e menor teor de açúcar, torna o produto uma opção atrativa para o mercado, atendendo às demandas de consumidores cada vez mais exigentes em relação à qualidade nutricional dos alimentos. No entanto, estudos complementares são necessários para otimizar o processo e expandir as possibilidades de aplicação do produto.

Palavras-chave: Achocolatado em pó; Processo de aglomeração; Rótulo e informação nutricional; Viabilidade econômica.

ABSTRACT

In recent times, consumer interest in ready-to-eat products has been growing, which has encouraged industries to develop healthier products and improve their formulations to meet this demand. Due to its sensory characteristics and practicality, chocolate powder is one of the fastest growing categories of dairy products in the world, generating new consumer trends and being well accepted by consumers looking for a quick, tasty and nutritious food. In view of this, the objective of this work is to study the mechanisms involved in the agglomeration and production process of chocolate powder. The work methodology will involve the description of the processes of preparation of agglomerated chocolate powder, the performance of the mass and energy balances involved in the process, the development of the industrial layout, the economic viability and the preparation of the label and the nutritional information of the product. The mass balance analysis allowed us to determine that the proposed chocolate powder production process is capable of generating 1,800 300-gram units every 60 minutes, with an average energy consumption of 82,003.43 kJ. The innovative formulation, with a higher cocoa content and lower sugar content, makes the product an attractive option for the market, meeting the demands of increasingly demanding consumers regarding the nutritional quality of food. However, additional studies are necessary to optimize the process and expand the product's application possibilities.

Keywords: Chocolate powder; Agglomeration process; Label and nutritional information; Economic viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exposição de achocolatado em pó, em gôndolas de supermercado.	20
Figura 2 - Sementes dos diferentes tipos de cacau.	22
Figura 3 - Fluxograma do processamento do cacau.	24
Figura 4 - Fluxograma do processo de produção do achocolatado em pó.	27
Figura 5 - Misturador de pó tipo <i>Ribbon Blender</i>	28
Figura 6 - Equipamento de mistura e sistema de aspersão.	29
Figura 7 - Aglomeração a vapor: (a) Ilustração esquemática de uma torre de aglomeração; (b) Sequência da formação de aglomerados.	31
Figura 8 - Peneira vibratória circular.	32
Figura 9 - Silo de armazenamento.	33
Figura 10 - Lata metálica com tampa plástica.	47
Figura 11 - Caixa de papelão com capacidade de armazenar 20 latas de achocolatado.	48
Figura 12 - Planta baixa da ETE.	53
Figura 13 - Layout da indústria.	54
Figura 14 - Rótulo do achocolatado em pó.	56
Figura 1 - Lata de achocolatado em pó com o rótulo proposto.	56
Figura 15 - Tabela nutricional do achocolatado em pó.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação do achocolatado em pó para uma batelada.	35
Tabela 2 - Quantidade de insumos necessários para produção diária.....	37
Tabela 3 - Composição por 100g de insumo.	37
Tabela 4 - Fração mássica por componente para 300g de achocolatado em pó.	40
Tabela 5 - Cálculo do calor específico (C_p).....	43
Tabela 6 - Custos mensais com funcionários.....	46
Tabela 7 - Gastos com matéria-prima.....	47
Tabela 8 - Gastos com embalagem.	48
Tabela 9 - Custos energéticos de produção.....	49
Tabela 10 - Custo fixo para produzir uma lata de achocolatado em pó.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABICAB	Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IDR	Ingestão Diária Recomendada
IN	Instrução Normativa
PCC	Ponto Crítico de Controle
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SNF	Sólidos Não Filtráveis
VDR	Valor Diário de Referência
VHP	<i>Very High Polarization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivos gerais	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	História do chocolate.....	18
3.2	Alimentos instantâneos	19
3.3	Achocolatado em pó instantâneo.....	20
3.3.1	Cacaueiro.....	22
3.3.2	Cacau.....	23
3.3.3	Açúcar	25
3.3.4	Maltodextrina	25
3.3.5	Lecitina de soja.....	26
4	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	27
4.1	Mistura seca	27
4.2	Lecitinação	28
4.3	Aglomeración	29
4.4	Peneiramento	32
4.5	Envase.....	33
5	BALANÇO DE MASSA	34
5.1	Balanço de massa global	34
5.2	Balanço de massa global na etapa da aglomeração.....	36
5.3	Balanço de massa por componente	37
5.3.1	Balanço de massa por componente, Carboidratos (X_C).....	38
5.3.2	Balanço de massa por componente, Proteínas (X_p).....	38
5.3.3	Balanço de massa por componente, Gorduras (X_g).....	38
5.3.4	Balanço de massa por componente, Cinzas (X_{cinzas}).....	38
5.3.5	Balanço de massa por componente, Fibras (X_f).....	39
5.3.6	Balanço de massa por componente, Umidade (X_u)	39
6	BALANÇO DE ENERGIA.....	41
6.1	Calor específico	43
6.2	Energia interna (ΔU) e calor latente (Q)	44
7	ANÁLISE ECONÔMICA	45

7.1	Investimento em mão-de-obra.....	45
7.2	Custo com matéria-prima e embalagem	46
7.3	Custo energético de produção	48
7.4	Preço de venda	49
8	TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	51
8.1	Descrição do sistema	51
9	LAYOUT DA INDÚSTRIA	54
10	INFORMAÇÃO NUTRICIONAL E RÓTULO.....	55
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é fundamental para a sobrevivência humana, sendo que os hábitos alimentares saudáveis são essenciais para a manutenção dos nutrientes necessários ao organismo e a prevenção de várias doenças físicas e mentais (Moyer, 2015).

O comportamento alimentar mudou drasticamente desde a Revolução Industrial, permitindo que alimentos que antes tinham curta duração agora podem ser conservados por longos períodos (Lemes et al., 2015). Desde a década de 90, pode-se notar o crescente interesse dos consumidores brasileiros por produtos prontos para o consumo, o que impulsionou o surgimento de várias marcas comerciais de bebidas industrializadas no mercado nacional e internacional (Lima et al., 2022).

De acordo com Skinner (1986, p. 35), o processamento de alimentos trouxe uma grande variedade de opções alimentares, oferecendo não apenas uma maior disponibilidade, mas também diferentes alternativas em termos de valor nutricional, sabor e palatabilidade. Dessa forma, os alimentos passaram a ser elementos reforçadores mais complexos do que simples fontes de energia. As pessoas não comem apenas para suprir suas necessidades nutricionais, mas também em função dos efeitos que os alimentos podem ter sobre seu comportamento.

No agitado e turbulento cenário consumista atual, o mercado está em constante transformação, buscando incessantemente conquistar uma fatia cada vez maior do consumidor. Os consumidores, tanto no Brasil quanto no restante do mundo, têm buscado alternativas de alimentos mais seguros e saudáveis, produzidos com boas práticas agrícolas e de fabricação (Mintel, 2017).

Essa crescente demanda por alimentos prontos para o consumo tem impulsionado o mercado, incentivando as indústrias a desenvolverem novos produtos mais saudáveis e a aprimorar suas formulações para atender a clientes cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos que consomem. O documento destacado pelo *The Top 10 Consumer Trends for 2017*, que analisa as tendências de mercado, revelou um aumento no interesse dos consumidores por itens mais saudáveis em sua alimentação diária (Euromonitor, 2017).

O chocolate é um alimento apreciado em todo o mundo. Trata-se de um ingrediente versátil que pode ser utilizado em bolos, caldas, biscoitos e entre outros, sendo um dos alimentos favoritos de todas as idades. Atualmente, ele ganha cada vez mais espaço, não só pelas suas apreciadas propriedades sensoriais, mas também pelos benefícios potenciais à saúde. (Ribeiro; Guidini; Soares, 2022). Os diversos tipos de chocolate são fabricados ao modificar as proporções entre seus componentes básicos: massa, manteiga e açúcar, e ao adicionar outros

ingredientes à sua composição. Normalmente, o produto comercializado é apresentado na forma de barras ou em pó (Giglio et al., 2018).

No primeiro semestre de 2022, a indústria de chocolate registrou um crescimento de 11,43% na produção em comparação com o mesmo período do ano anterior, totalizando 370 mil toneladas, contra 332 mil toneladas em 2021, o que representa um aumento de 38 mil toneladas (ABICAB, 2022). Já no primeiro trimestre de 2023, foram produzidas 219 mil toneladas, marcando um crescimento de 9,8% em relação ao mesmo período do ano anterior (ABICAB, 2023).

Entre os derivados lácteos, as bebidas achocolatadas destacam-se por seu crescimento acelerado no mercado global. A presença constante desses produtos na dieta de grande parte da população se deve ao seu sabor agradável e à sua composição nutricional, rica em cálcio, proteínas e outros nutrientes essenciais para a saúde (Zanuzzo; Friedrich, 2020).

Os achocolatados são produtos tradicionais nas refeições matinais. Segundo pesquisa da *Kantar Worldpanel*, o achocolatado em pó alcança 88,7% dos lares, enquanto a versão líquida 63% dos consumidores (Fernández, 2019). Não há como negar o fascínio que o sabor de chocolate exerce entre crianças e o quanto são práticos para o consumo dos jovens. Os achocolatados são inseridos na dieta regular das crianças pelos pais, principalmente pelo valor nutritivo relacionado, que atualmente está sendo amplamente divulgado. Esses produtos podem ser consumidos quentes ou gelados e combinam bem com uma variedade de alimentos, como pães, bolos e torradas. De fácil acesso e com preços atraentes, os achocolatados são presença constante nos carrinhos de compras dos consumidores (Fernández, 2019).

Devido às suas características sensoriais e à sua praticidade, o achocolatado é bem aceito por consumidores que buscam um alimento rápido, saboroso e nutritivo. Na sua forma mais simples, o achocolatado contém cerca de 70% de sacarose ou outros açúcares e aproximadamente 30% de cacau em pó. Sua formulação também pode incluir extrato de malte, glicose, vitaminas e sais minerais como suplementos adicionais (Fontes et al., 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O consumo de achocolatado em pó movimentava milhões de reais na indústria alimentícia anualmente no Brasil. Esse produto é um dos favoritos tanto de crianças quanto de adultos no café da manhã e tem gerado novas tendências de consumo. Assim, o objetivo deste trabalho é estudar os mecanismos envolvidos no processo de aglomeração e na produção de achocolatados em pó.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos incluem: descrever os processos de elaboração do achocolatado aglomerado em pó, realizar os balanços de massa e energia envolvidos nesse processo, desenvolver o *layout* da indústria, conduzir uma análise econômica, criar um rótulo e a tabela nutricional para o produto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História do chocolate

O chocolate é um alimento apreciado em todo o mundo. Além de ser um ingrediente versátil que pode ser utilizado em bolos, caldas, biscoitos e entre outros, é um dos alimentos favoritos de todas as idades. Atualmente, ele ganha cada vez mais espaço, não só pelas suas apreciadas propriedades sensoriais, mas também pelos benefícios potenciais à saúde. (Ribeiro, et. al., 2022).

O consumo de chocolates no Brasil atingiu 3,6 kg/*per capita*, no ano de 2022, contra 3,2 kg *per capita* em 2021. A Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (ABICAB) avaliou que o consumo nacional aumenta a cada ano, porém ainda existe um grande mercado a ser aproveitado. Os fatores favoráveis para isso são o aumento da renda e a diminuição de desemprego, que ampliam o poder de compra da população.

A RDC N° 723, DE 1° DE JULHO DE 2022 que dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura, define-se chocolate como sendo o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), massa, pasta ou liquor de cacau, cacau em pó ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2022).

O segmento de achocolatados, presente em muitas residências brasileiras, oferece opções em pó e líquida (também conhecida como leite aromatizado) que agradam a diferentes públicos, desde crianças até adultos. Uma pesquisa da *Kantar Worldpanel* revela que o achocolatado em pó está presente em 88,7% dos lares, enquanto a versão líquida alcança 63% dos consumidores (Neto; Francesconi; Pedroso, 2021).

O chocolate é uma excelente fonte de energia e também fornece minerais essenciais, como potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, ferro e zinco. Esses minerais desempenham papéis vitais no organismo, como a regulação dos líquidos corporais, a síntese de proteínas e glicídios, além de contribuir para a resposta neuromuscular (K, Cl). Eles são essenciais para a formação de ossos e dentes, ajudando a prevenir a desmineralização óssea (Ca, P). Além disso, participam de funções orgânicas importantes, como a contração muscular, o funcionamento do sistema nervoso e a coagulação sanguínea (Ca, Mg, Cu). Outros benefícios incluem o suporte ao desenvolvimento físico e intelectual e o fortalecimento das defesas do organismo contra

infecções (F, Cl, Cu), além de auxiliar no transporte de O₂ e CO₂ pelo sangue, como componente da hemoglobina (Bordignon, 2003).

A variedade de formatos, diferentes teores de cacau e a adição de ingredientes não derivados do cacau resultam em uma ampla gama de produtos de chocolate, que podem ser classificados em sete categorias, de acordo com a *Association of Chocolate, Biscuit and Confectionary Industries of Europe*: Sólidos sem recheio (adicionados com frutas, cereais, nozes e outras barras/tabletes de chocolate não recheados, ao leite ou puro); Barras e tabletes recheados; Bombons e outros chocolates confeccionados (incluindo aqueles com álcool, chocolates recheados ou não e outros confeitos com recheio de chocolate); Produtos de confeitaria contendo chocolate (caramelos e doces revestidos com cacau); Chocolate branco (geralmente sem recheio); Pastas de chocolate; Chocolates em pó para consumo, preparados para bebidas contendo cacau e achocolatados (Neto; Francesconi; Pedroso, 2021).

3.2 Alimentos instantâneos

O termo "instantâneo" é utilizado para descrever alimentos em pó que se dissolvem facilmente em água fria, uma característica geralmente alcançada durante o processo de secagem, com o auxílio de substâncias dispersantes ou pelo método de aglomeração (Barros, 2013). Além disso, de acordo com a definição de Schubert (1993), bebidas instantâneas são compostas por pós aglomerados projetados para dissolver-se ou dispersar-se completamente em um volume específico de líquido (como água ou leite) após breve agitação, formando uma solução homogênea sem partículas em suspensão. Hoje em dia, muitas pessoas optam por alimentos e bebidas instantâneas devido à rapidez no preparo e à longa vida útil, sendo os achocolatados em pó um exemplo de bebida instantânea que é preparada ao ser misturada com leite.

A importância dos alimentos em pó está relacionada à sua versatilidade em termos de manuseio, armazenamento, processo de fabricação, além da sua estabilidade química e microbiológica, entre outros aspectos. Alguns exemplos dessa categoria de alimentos incluem leites (integral e desnatado), alimentos para crianças em fase de amamentação, bebidas à base de cacau, café e malte, café solúvel, sopas instantâneas desidratadas, suplementos proteicos, pré-misturas para panificação, leveduras, enzimas, aromas, entre outros (Vissoto, et. al., 2006).

As propriedades físico-químicas dos alimentos em pó exercem influência significativa sobre as etapas de processamento, resultando em produtos com características de manuseio, armazenamento e embalagem otimizadas. A compreensão dessas propriedades é fundamental

para a redução de custos operacionais e a obtenção de produtos finais com qualidade superior (Eduardo; Lannes, 2004).

3.3 Achocolatado em pó instantâneo

A estratégia de exposição de achocolatados no ponto de venda, seja em seções como a de produtos lácteos ou de alimentos infantis, demonstra a importância desse posicionamento para impulsionar as vendas. Embora o público infantil seja um alvo estratégico, o consumo de achocolatados transcende faixas etárias e classes sociais, evidenciando o potencial desse produto para estar presente em todos os carrinhos de compras, como mostra figura 1.

Figura 2 - Exposição de achocolatado em pó, em gôndolas de supermercado.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As bebidas achocolatadas são um alimento popular que atravessa gerações e fronteiras. Suas características sensoriais agradáveis, como sabor e textura, aliadas à praticidade e conveniência, tornam-nas uma escolha frequente entre os consumidores. A crescente demanda por esses produtos impulsiona a indústria a oferecer uma variedade cada vez maior de opções, com diferentes preços e composições. A grande variedade de marcas e processos de fabricação

resulta em uma ampla gama de perfis nutricionais, com diferenças significativas nos ingredientes e concentrações utilizados.

A composição dos achocolatados é um fator crucial que influencia diretamente o sabor, a textura e o valor nutricional do produto. Embora a base seja composta por açúcar e cacau em pó, a presença de aditivos como lecitina de soja, maltodextrina e aromatizantes em diferentes concentrações confere características únicas a cada marca (Rodas, et al., 2017). A escolha do consumidor é frequentemente influenciada por essas variações na formulação.

Achocolatados são produtos instantâneos em pó, geralmente consumidos ao serem misturados com leite, contendo aproximadamente 70% de sacarose ou outros açúcares e 30% de cacau em pó (Januário, 2021). Eles são populares devido à sua rápida dissolução e praticidade, e seu enriquecimento nutricional os torna especialmente atraentes para o público infantil.

A sacarose, um tipo de açúcar composto por glicose e frutose, é um ingrediente essencial na produção de achocolatados. Sua principal função é mascarar o sabor amargo natural do cacau, tornando a bebida mais agradável ao paladar (Medeiros; Lannes, 2009). A sacarose é classificada como um dissacarídeo, o que significa que ela é formada pela união de duas moléculas de açúcares simples.

O cacau em pó utilizado em bebidas achocolatadas é obtido através de um processo que envolve a fermentação, secagem, torrefação e moagem das sementes de cacau. Após a moagem, a pasta de cacau é prensada para separar a manteiga de cacau, resultando em um pó fino e aromático. Para obter a textura desejada nas bebidas, os fabricantes adicionam espessantes que aumentam a viscosidade do líquido, evitando que as partículas de cacau se sedimentem e proporcionando uma sensação mais cremosa na boca (Medeiros; Lannes, 2009).

A ausência de um padrão normativo específico para achocolatados em pó no Brasil resulta em uma grande diversidade de formulações encontradas no mercado. A falta de requisitos mínimos obrigatórios quanto à presença e quantidade de ingredientes como cacau e leite permite a utilização de uma ampla gama de componentes, incluindo açúcares, farinhas alternativas e aromas, o que pode comprometer a qualidade nutricional do produto e dificultar a comparação entre diferentes marcas (Vissoto, 2014).

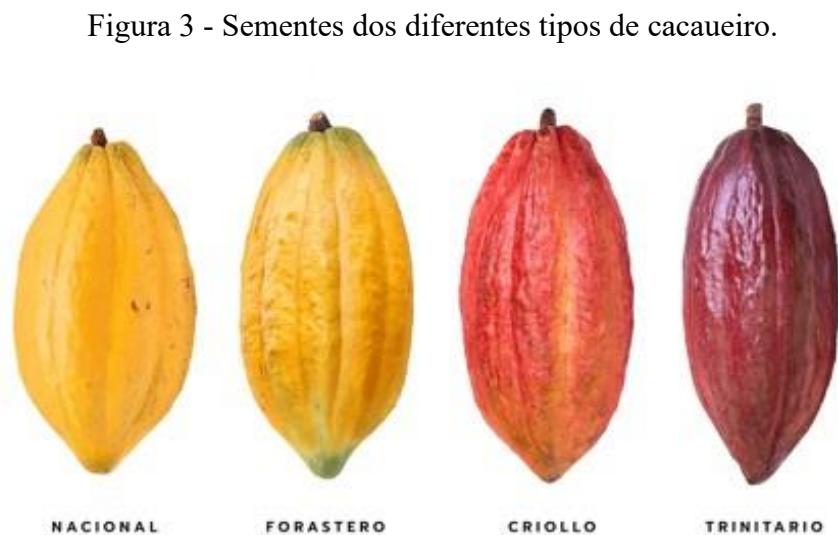
A indústria brasileira de achocolatados em pó, predominantemente, utiliza processos simples de mistura e lecitinação, os quais, frequentemente, não garantem a obtenção de produtos com boa reconstituibilidade. A aglomeração a vapor, por sua vez, emerge como uma alternativa promissora para a produção de achocolatados com características sensoriais e funcionais aprimoradas. Neste contexto, torna-se relevante a realização de estudos empregando

matérias-primas nacionais e formulações adaptadas ao mercado local, visando compreender os mecanismos envolvidos na aglomeração a vapor e otimizar a produção de achocolatados com alta qualidade (Vissoto, 2014).

Para produzir um achocolatado em pó de alta qualidade, diversos fatores precisam ser considerados, como a molhabilidade, solubilidade, dispersibilidade, densidade e sabor, entre outros. Com um mercado consumidor cada vez mais exigente, os principais fabricantes de achocolatados em pó estão investindo na modernização de seus processos de produção para tornar seus produtos mais competitivos.

3.3.1 Cacaueiro

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie frutífera tropical, comumente encontrada em altitudes baixas e temperaturas elevadas. A planta, que pode alcançar até 10 metros de altura, apresenta uma longevidade média de 50 anos, com início da produção comercial a partir do quinto ano após o plantio (Elko, 2004). A diversidade genética do cacaueiro é expressiva, sendo classificada em grupos genéticos primários: crioulos, forasteiros, trinitários e nacionais. Cada grupo apresenta características específicas em relação ao tamanho, cor e sabor das sementes, bem como ao perfil de compostos bioativos e propriedades fermentativas, conforme Figura 2 (Ribeiro; Guidini; Soares, 2024).



Fonte: Ribeiro, 2024.

Os cacauzeiros crioulos, caracterizados por suas sementes arredondadas de coloração clara e sabor adocicado, apresentam um perfil sensorial único, com aromas delicados e complexos. Devido à sua fragilidade e baixa produtividade, representando apenas 1% da produção mundial, os crioulos são considerados uma variedade nobre e rara, altamente valorizado. Os cacauzeiros forasteiros, caracterizados por suas sementes achatadas e de coloração arroxeada, são a variedade mais cultivada globalmente, representando cerca de 80% da produção mundial. Sua rusticidade e resistência a diversas doenças os tornam altamente adaptáveis a diferentes condições climáticas e de solo, contribuindo para sua ampla distribuição geográfica. A hibridização entre as variedades crioula e forasteira deu origem aos cacauzeiros trinitários, que apresentam uma combinação única de características, como sementes de coloração malva e aroma intenso. Já os cacauzeiros nacionais, embora geneticamente mais próximos dos forasteiros, herdaram dos crioulos a rápida fermentação e um aroma floral marcante (Farrow, 2005; Franco, 2001; Hermè, 2006; Ribeiro, 2024).

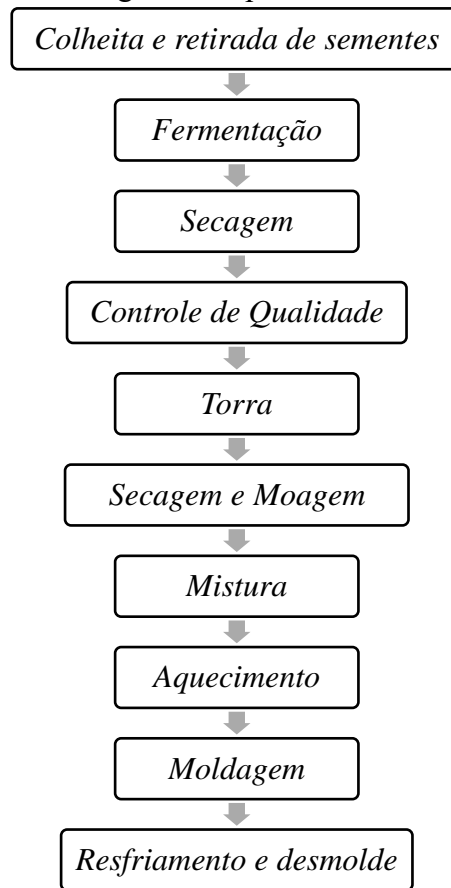
3.3.2 Cacau

O cacau é o ingrediente principal dos achocolatados, responsável por seu sabor característico, coloração e contribuição nutricional (Guimarães, 2017). Ele tem ganhado destaque nos últimos anos devido ao reconhecimento de seus benefícios à saúde, atribuídos à presença de compostos bioativos, como os polifenóis (Maleyki; Ismais, 2010). A partir da invenção do cacau em pó desengordurado por Van Houter no século XIX (Afoakwa, 2010), a indústria alimentícia passou a desenvolver uma variedade de produtos à base de cacau, como os achocolatados em pó, que se popularizaram devido à praticidade e sabor.

A versatilidade do cacau como matéria-prima o torna um ingrediente fundamental na indústria alimentícia. Embora seja utilizado em diversas aplicações, o chocolate, com sua rica história e sabor característico, se destaca como o produto final mais popular e representativo (Medina; Cruz, 2021). A produção de cacau é predominantemente africana, com 71,1% do total mundial, seguida pelas Américas (16,1%), Ásia (11,9%) e Oceania (1%) (Food and Agriculture Organization - FAO, 2020).

O processamento das sementes de cacau envolve diversas etapas sequenciais, conforme ilustrado na Figura 3: colheita e extração das sementes, fermentação, secagem, controle de qualidade, torrefação, moagem, mistura e aquecimento, moldagem, resfriamento e desmoldagem (Ribeiro; Guidini; Soares, 2024).

Figura 4 - Fluxograma do processamento do cacau.



Fonte: Adaptado Ribeiro; Guidini; Soares, 2024.

O cacau, além de ser a base para a produção do chocolate, destaca-se por suas propriedades funcionais e sabor intenso. Seu fruto é composto por casca, polpa e sementes, sendo estas últimas formadas por gérmen e dois cotilédones envoltos por uma camada de mucilagem de sabor adocicado, contrastando com o amargor característico da semente. A versatilidade do cacau permite sua utilização em diversas áreas, desde a indústria alimentícia, com destaque para a produção de chocolates, bolos e bebidas, até a cosmética (Ribas; Gonçalves; Mazur, 2018).

A proporção de cacau nos achocolatados é variável, geralmente entre 5% e 20%. Essa quantidade, embora suficiente para conferir sabor e cor, pode dificultar a dissolução do produto em líquidos, como água ou leite (Vissoto, 2014). O cacau em pó alcalino, comumente utilizado em achocolatados, apresenta pH mais elevado (entre 6,2 e 7,5) em comparação ao cacau natural (pH entre 5,0 e 5,9), o que favorece a dispersão em líquidos. No entanto, o teor médio de manteiga de cacau, entre 10% e 12%, presente nesse tipo de cacau, ainda pode comprometer a reconstituição completa dos achocolatados em pó (Vissoto, 2014).

3.3.3 Açúcar

O açúcar desempenha um papel fundamental na produção de alimentos, conferindo sabor adocicado e contribuindo para a textura dos produtos. O açúcar cristal, frequentemente utilizado na indústria alimentícia, pode ser moído ou não, de acordo com a necessidade da formulação (Guimarães, 2017). Os açúcares são compostos orgânicos caracterizados por seu sabor doce e alta solubilidade em água, além de possuírem uma composição molecular bem definida (Campos, 1995).

Conforme destacado por Belcsak-Cvitanovic et al. (2010) a molhabilidade e a dispersibilidade das bebidas em pó à base de cacau pode ser otimizada por meio da adição de lecitina, da mistura com açúcar ou pela aglomeração das partículas. A combinação dessas técnicas também pode proporcionar resultados satisfatórios. No entanto, o principal fator que influencia a solubilidade é o conteúdo de açúcar, devido à sua alta solubilidade em água.

Os principais tipos de açúcar comercializados são o refinado, o cristal e o *Very High Polarization* (VHP). Enquanto o açúcar refinado é o mais comum no consumo doméstico, o açúcar cristal encontra diversas aplicações na indústria alimentícia, tanto como adoçante quanto como agente de corpo em produtos como bebidas, confeitos e panificação. O açúcar VHP, por sua vez, é utilizado como insumo para a produção de outros tipos de açúcar, este açúcar é similar ao demerara com valor nutricional maior que o açúcar cristal (Macedo, 2015).

Na fabricação de achocolatados, o açúcar cristal dos tipos 1, 2 e 3 é comumente utilizado. A escolha do tipo de açúcar depende de parâmetros como cor, pureza (medida pela polarização), quantidade de impurezas (pontos pretos) e umidade. O açúcar tipo 3, o mais utilizado, apresenta uma cor levemente mais escura, o que não compromete o produto final, já que o achocolatado possui naturalmente uma tonalidade marrom. Outras características importantes do açúcar tipo 3 incluem uma polarização mínima de 99,7°Z/min, no máximo 15 pontos pretos por 100 gramas e um teor de umidade máximo de 0,04% (Oliveira; Esquiaveto; Silva Junior, 2007; Luccas, 2010).

3.3.4 Maltodextrina

As maltodextrinas, polímeros de glicose obtidos da hidrólise parcial do amido, são amplamente utilizadas na indústria alimentícia, incluindo a fabricação de achocolatados. A escolha do DE (Dextrose Equivalente) da maltodextrina influencia diretamente as características do produto final. Maltodextrinas com DE 10 e 20 são comumente empregadas

em achocolatados, sendo a primeira mais viscosa e menos solúvel, enquanto a segunda apresenta maior doçura e solubilidade. A maltodextrina contribui para a textura, corpo e estabilidade dos achocolatados, além de atuar como veículo para outros ingredientes. (Takeiti, 2007; Luccas, 2010).

3.3.5 Lecitina de soja

A lecitina, uma substância orgânica rica em fósforo, atua como um emulsificante natural. Composta por fosfolipídios, ela é amplamente utilizada na indústria alimentícia para estabilizar misturas de gordura e água. Obtida principalmente da soja no Brasil, a lecitina envolve pequenas partículas de gordura, facilitando sua dispersão em líquidos e prevenindo a separação das fases (Vissoto, 2012).

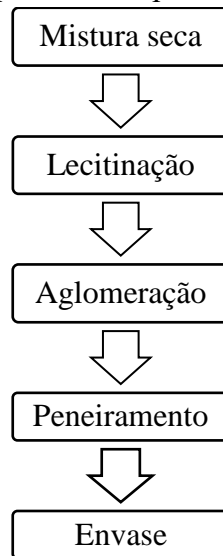
A lecitina de soja atua como um emulsificante, criando uma barreira física ao redor das partículas, especialmente aquelas com alto teor de gordura. Essa barreira reduz a tensão superficial entre as fases aquosa e oleosa, facilitando a formação de emulsões estáveis (Vissoto et al., 2006).

A lecitina é um composto orgânico formado por fosfolipídios, extraída principalmente da soja, e sua função é o revestimento físico de partículas que contêm gordura em sua composição, como o cacau em pó (Vissotto, 2014). É considerada um produto funcional com grande valor comercial, apresentando diversos benefícios à saúde, como o combate à obesidade, auxílio ao controle da pressão arterial e hipercolesterolemia (Trindade et al., 2021).

4 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo de fabricação do achocolatado em pó segue uma sequência específica de operações unitárias, como mostra a Figura 4. Inicialmente, ocorre a mistura dos ingredientes secos, seguida de lecitinação para melhorar a homogeneidade. Posteriormente, o produto passa por aglomeração, secagem, peneiramento e, finalmente, é envasado.

Figura 5 - Fluxograma do processo de produção do achocolatado em pó.



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.1 Mistura seca

A base do achocolatado em pó é composta por açúcar e cacau em pó. A adição de ingredientes como lecitina de soja, maltodextrina e aromatizantes conferem características específicas a cada produto. A variação na proporção desses componentes, além da possível inclusão de vitaminas, resulta em diferentes sabores, texturas e valores nutricionais entre as diversas marcas (Vissoto, 2014).

A etapa de mistura seca, fundamental para a homogeneização dos componentes, deve ser realizada em um misturador ribbon blender (Figura 5), seguindo a metodologia proposta por Vissoto et al. (2006). Os ingredientes - açúcar cristal, cacau em pó, maltodextrina e aroma de baunilha - foram adicionados ao equipamento e misturados à temperatura ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) por 20 minutos a 120 rpm, conforme formulação descrita por Vissoto (2014). É importante ressaltar que as condições de mistura exercem influência significativa nas características do

produto final, como a uniformidade da distribuição dos ingredientes e a formação de aglomerados.

Figura 6 - Misturador de pó tipo *Ribbon Blender*.



Fonte: Jemp, 2024

A escolha do equipamento de mistura é crucial para garantir a qualidade do produto final. Misturadores industriais, como o *ribbon blender*, são projetados para promover a homogeneização de diferentes materiais, desde sólidos até líquidos (Mixtura, 2020). A construção em aço inoxidável ou carbono, aliada a motores elétricos e mecanismos específicos, permite a realização de misturas eficientes e rápidas (Kauvin, 2024). No caso do *ribbon blender*, sua capacidade de homogeneizar sólidos em pó ou granulado, mesmo em misturas com alto teor de gordura, o torna uma opção ideal para diversas aplicações industriais (Eirich, 2024).

4.2 Lecitinação

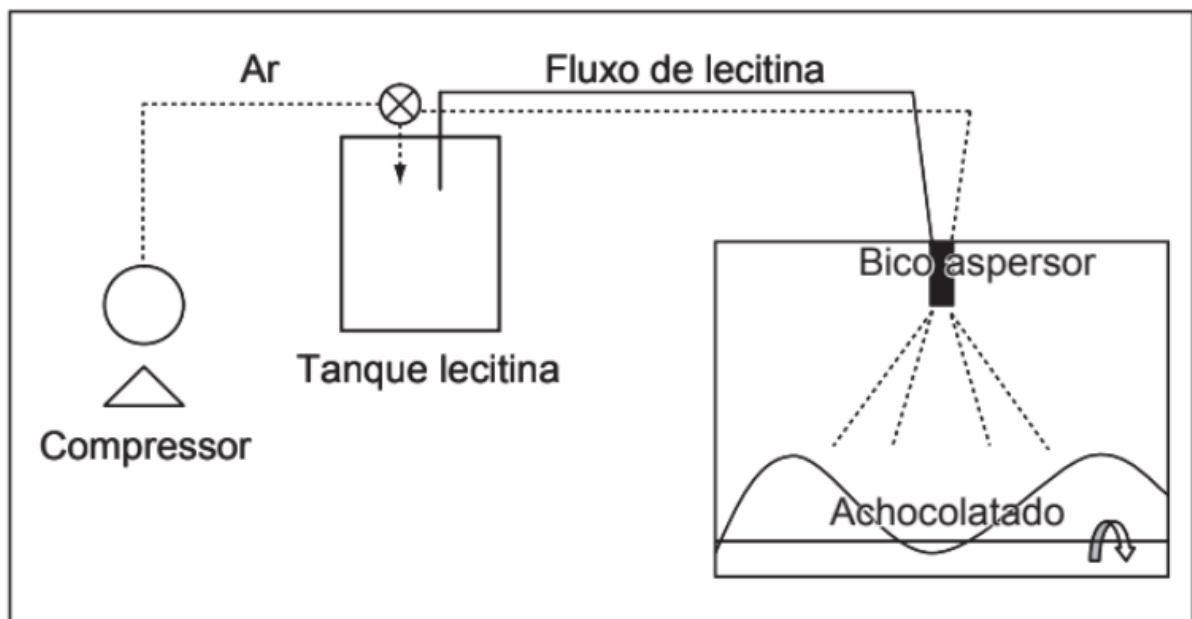
A etapa subsequente ao processo de mistura seca consistiu na lecitinação dos pós, realizada no mesmo equipamento sob as mesmas condições operacionais. A lecitina, um emulsificante amplamente utilizado na indústria alimentícia, foi adicionada ao sistema com o objetivo de melhorar a homogeneidade da mistura e promover o recobrimento das partículas. Vissoto (2014) descreve diferentes métodos para a aplicação de lecitina em pós, incluindo a pulverização em misturadores como o *ribbon blender* e a utilização de leitos fluidizados. A

escolha do método mais adequado depende das características do produto e dos objetivos desejados. A lecitina aplicada no processo está em forma líquida e se apresenta em solução com óleo, conforme descrito por Dashiell (1989).

A técnica de aspersão de micro gotículas de lecitina diretamente sobre o pó dentro do misturador, conforme recomendado por Vissoto (2014), tem se mostrado eficaz para a obtenção de produtos com melhores propriedades funcionais. Após a aplicação da lecitina, o sistema é mantido sob agitação por um período de 10 a 15 minutos, a fim de garantir a distribuição homogênea do emulsificante e o recobrimento completo das partículas.

O sistema de aspersão da lecitina consiste em um tanque pressurizado (2,0 bar) com capacidade para 1,5 L, conectado a um bico aspersor de precisão (Spraying Systems, 1/4 J, 73320SS) posicionado no centro superior do misturador *ribbon blender*, conforme mostra a Figura 6. Essa configuração, conforme descrito por Vissoto et al. (2006), permitiu a atomização da lecitina em micro gotículas, garantindo uma distribuição uniforme sobre a superfície das partículas dos pós.

Figura 7 - Equipamento de mistura e sistema de aspersão.



Fonte: Vissoto et al., 2006, p. 3.

4.3 Aglomeração

A aglomeração, também conhecida como granulação, é um processo fundamental na produção de alimentos em pó, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e funcionais do produto final. Conforme destacado por Knight (2001), a aglomeração reduz a quantidade de

finos, melhora a aparência e as propriedades sensoriais, diminui a densidade aparente e confere às partículas propriedades mecânicas adequadas para processos subsequentes, como a compressão. Além disso, Szulc, Ostrowska-Ligesca e Lenart (2012) enfatizam que a aglomeração promove a fluidez dos pós, facilitando o transporte e evitando a formação de empedramento durante o armazenamento.

A aglomeração de alimentos em pó, especialmente aqueles à base de cacau e café, como achocolatados e cappuccinos, visa otimizar suas propriedades de instantaneização. Esse processo melhora significativamente a molhabilidade, dispersibilidade, imersibilidade e solubilidade dos pós, facilitando a sua reconstituição em líquidos. Além disso, a aglomeração com vapor apresenta a vantagem de preservar os aromas voláteis presentes nesses produtos, contribuindo para um perfil sensorial mais agradável (Vissoto, 2014).

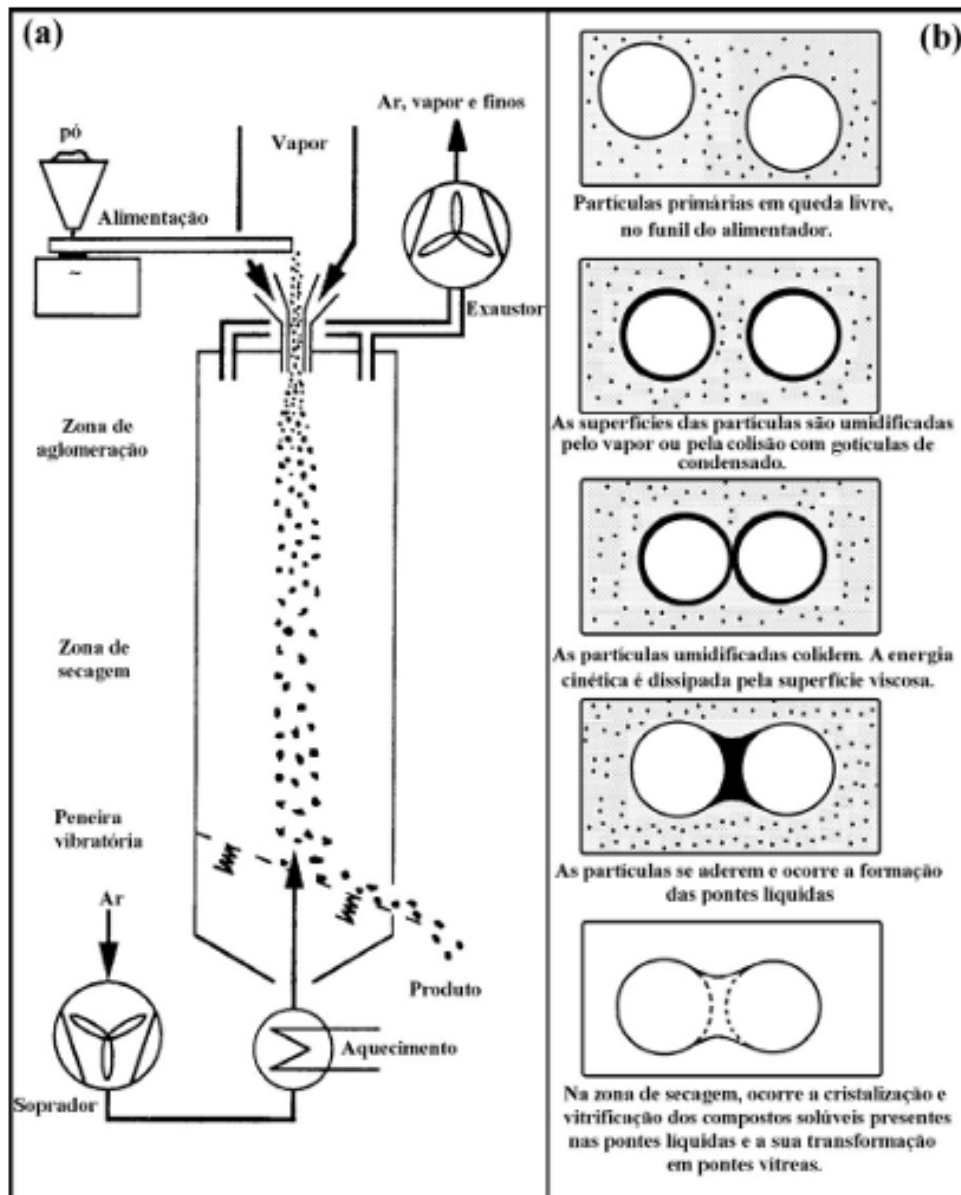
A presença de altas concentrações de cacau (5-20%) nos achocolatados dificulta a sua reconstituição em líquidos, devido à formação de aglomerados e à baixa velocidade de umectação das partículas. A aglomeração por vapor surge como uma solução eficaz para superar essas dificuldades, pois promove a formação de grânulos porosos com alta área superficial. Esses grânulos absorvem rapidamente o líquido, dispersam-se de forma homogênea e dissolvem-se rapidamente, proporcionando uma bebida com excelente qualidade sensorial e praticidade de preparo (Vissoto, 2014).

A aglomeração por vapor desempenha um papel crucial na obtenção de achocolatados com alta qualidade. Ao promover a homogeneização dos componentes da formulação, a aglomeração evita a segregação das partículas, garantindo a uniformidade do produto em toda a sua extensão. Além disso, conforme observado por Vissoto (2014), a aglomeração com vapor intensifica a cor marrom característica dos achocolatados, contribuindo para uma melhor aceitação do consumidor. Além disso, conforme destacado por Schubert (1993), essa técnica é mais adequada para conferir aos pós as propriedades de instantaneização desejadas. A exposição do material à ação combinada do vapor e do calor promove a formação de uma estrutura porosa nos grânulos, facilitando a penetração do líquido de reconstituição e, conseqüentemente, a dissolução do pó.

A aglomeração do produto lecitinado poderá ser realizada em uma torre de aglomeração (torre de desidratação adaptada) ou uma base fluidizada na qual se injeta vapor d'água (Figura 7 - a). A introdução de vapor d'água no processo favorece a formação de aglomerados porosos, devido à condensação do vapor na superfície das partículas e à criação de um ambiente úmido que facilita a adesão entre elas. A colisão das partículas com as gotículas d'água ou a atomização de um líquido sobre o fluxo de partículas intensifica esse processo, formando pontes líquidas

que agem como um ligante. A secagem por ar quente promove a evaporação da água e a cristalização dos solutos presentes nas pontes, resultando em ligações sólidas entre as partículas primárias. A natureza dessas ligações confere aos aglomerados resistência mecânica suficiente para resistir às forças de atrito durante o transporte e a dosagem, reduzindo significativamente a fragmentação e a geração de pó (Ordóñez, 2005).

Figura 8 - Aglomeração a vapor: (a) Ilustração esquemática de uma torre de aglomeração; (b) Sequência da formação de aglomerados.



Fonte: Vissoto, 2014, p. 20.

Para que ocorra a aglomeração, é necessário que as partículas entrem em contato e que haja forças de atração entre elas. A presença de uma fase líquida na superfície das partículas,

obtida por umedecimento, promove a dissolução de componentes solúveis, formando uma camada viscosa que atua como um ligante. Essa camada facilita a adesão entre as partículas, promovendo a formação de aglomerados, conforme mostra a Figura 7 – b (Ordóñez, 2005).

4.4 Peneiramento

Após o processo de secagem o produto é submetido ao peneiramento por peneira circular vibratória, Figura 8, onde são retirados os produtos com granulometria acima do limite padronizado pela indústria. A peneira vibratória circular é um equipamento fabricado em aço carbono, utilizado para classificar e separar produtos de acordo com granulometrias específicas no processo produtivo. Sua importância é fundamental para garantir a qualidade em setores como a indústria alimentícia e a metalúrgica (MHS, 2024).

Figura 9 - Peneira vibratória circular.



Fonte: MHS, 2024.

O equipamento foi inserido no processo como um Ponto Crítico de Controle (PCC), de acordo com os princípios da norma ABNT NBR ISO 22000:2006. A localização estratégica desse PCC permite a aplicação de medidas de controle específicas para prevenir, eliminar ou

reduzir a um nível aceitável os perigos associados à segurança do alimento, assegurando assim a qualidade e a inocuidade do produto final (Da Silva Quitino; Rodolpho, 2018).

4.5 Envase

Após esse processo, o produto final é constituído de um pó aglomerado com boa fluidez e cor marrom. O produto final é transportado para um silo de armazenamento em aço inox, conforme Figura 10, e em seguida envasado.

Figura 10 - Silo de armazenamento.



Fonte: Soldmak, 2024.

5 BALANÇO DE MASSA

O conhecimento detalhado da composição e características dos alimentos, incluindo sua susceptibilidade à ação de microrganismos, é essencial para selecionar e otimizar as operações unitárias empregadas na indústria alimentícia. Essas operações visam tanto a conservação dos alimentos quanto a modificação de suas propriedades para atender às demandas do consumidor (Fellows, 2018).

A composição química dos alimentos é a base para a inovação e o controle de qualidade na indústria alimentícia. Conhecer os constituintes dos alimentos e suas interações permite aos fabricantes desenvolverem produtos mais saudáveis e saborosos, além de garantir a padronização e a segurança dos alimentos ao longo da cadeia produtiva. A compreensão da composição é essencial para a seleção de ingredientes, o desenvolvimento de novos processos e a otimização das características sensoriais dos produtos (Fellows, 2018).

As operações unitárias representam as etapas básicas que compõem um processo industrial. Em outras palavras, um processo pode ser visto como uma sequência de operações unitárias que transformam uma matéria-prima em um produto final. Essas operações envolvem a aplicação de energia para modificar propriedades físicas ou químicas das substâncias, como temperatura, pressão, composição e estrutura molecular (Tadini et al., 2016).

O balanço de massa é baseado no princípio de que a massa não pode ser criada nem destruída em um sistema fechado. Assim, a quantidade de massa que entra em um sistema deve ser igual à quantidade que sai, considerando qualquer acúmulo ou consumo de massa dentro do sistema (Tadini et al., 2016).

5.1 Balanço de massa global

A composição nutricional dos achocolatados em pó é marcada pela alta concentração de açúcares, principalmente a sacarose. A presença de outros ingredientes, como a farinha de alfarroba e aromas artificiais, contribui para a complexidade dessas formulações. O teor de cacau, um componente fundamental para o sabor e valor nutricional desses produtos, apresenta uma variação considerável, com estudos indicando uma média de 5% a 20% (Vissoto, 2014). No Brasil, a proporção de açúcar é ainda mais expressiva, conforme evidenciado por Medeiros (2009), que identificou uma média de 70% de açúcar e 20% de cacau em pó nos produtos analisados.

Com base em uma pesquisa realizada por Vissoto et al. (2006), foi desenvolvida uma formulação para achocolatado em pó constituída por 50,70% de sacarose, 20,00% de cacau em pó alcalino, 20,00% de leite desnatado, 9,00% de maltodextrina e 0,30% de aroma de baunilha, considerando uma batelada de 600 kg. Na tabela 1, temos a quantidade em kg de insumos necessários para o processamento de uma batelada. A lecitina de soja não foi incluída nos cálculos de balanço de massa e na formulação pois a quantidade utilizada foi muito pequena com o objetivo único de melhorar a homogeneidade da mistura.

Tabela 1 - Formulação do achocolatado em pó para uma batelada.

Insumos	Quantidade (kg)
Açúcar	304,2
Cacau em pó	120,0
Leite desnatado	120,0
Maltodextrina	54,0
Aroma de baunilha	1,8

Fonte: Autoria própria, 2024.

Na indústria alimentícia, o balanço de massa é uma ferramenta essencial para garantir a eficiência e o controle dos processos. Essa técnica baseia-se na lei da conservação da massa, que estabelece que a quantidade total de matéria em um sistema é igual à soma da matéria que entra (entradas), sai (saídas), é gerada (produzida internamente), consumida (utilizada internamente) e acumulada (diferença entre entradas e saídas) no sistema (Tadini et al., 2016), conforme mostra a equação 1.

$$\text{Entrada} + \text{Geração} - \text{Saída} - \text{Consumo} = \text{Acúmulo} \quad \text{Equação 1}$$

Considerando que não há geração, consumo ou acúmulo. E adotando o regime permanente, em que as vazões de entrada compensam as vazões de saída, temos a Equação 2.

$$\sum \dot{m}_e = \sum \dot{m}_s \quad \text{Equação 2}$$

Onde $\sum \dot{m}_e$ equivale ao somatório das massas de entrada no sistema e $\sum \dot{m}_s$ corresponde à soma de todas as massas que saem do sistema.

A equação 2 é aplicada na primeira etapa do processo, onde os ingredientes são misturados em um *ribbon blender*. Nessa etapa, a vazão mássica \dot{m}_1 , expressa em quilogramas por batelada de mistura, representa a quantidade de material que sai do misturador.

$$\begin{aligned}\dot{m}_{\text{Açúcar}} + \dot{m}_{\text{Cacau}} + \dot{m}_{\text{Leite}} + \dot{m}_{\text{Maltodextrina}} + \dot{m}_{\text{Aroma}} &= \dot{m}_1 \\ 304,2 + 120,0 + 120,0 + 54,0 + 1,8 &= \dot{m}_1 \\ \dot{m}_1 &= 600 \text{ Kg/batelada}\end{aligned}$$

5.2 Balanço de massa global na etapa da aglomeração

O processo de aglomeração envolve uma perda média de água de 10%, resultando em uma composição final com 10% de umidade ($X_v = 0,1$) e 90% de sólidos ($x_s = 0,9$). Utilizando essas informações e as Equações 3 e 4, é possível determinar, respectivamente, a quantidade de água evaporada e a massa de pós produzida por batelada.

$$\begin{aligned}\dot{m}_{\text{vapor}} &= \dot{m}_s * X_v && \text{Equação 3} \\ \dot{m}_{\text{vapor}} &= 600 * 0,1 \\ \dot{m}_{\text{vapor}} &= 60 \text{ Kg/batelada}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m}_{\text{mistura}} &= \dot{m}_s * X_s && \text{Equação 4} \\ \dot{m}_{\text{mistura}} &= 600 * 0,9 \\ \dot{m}_{\text{mistura}} &= 540 \text{ Kg/batelada}\end{aligned}$$

Onde \dot{m}_{vapor} é a vazão mássica do vapor e \dot{m}_{mistura} é a vazão mássica da mistura dos pós.

Os resultados obtidos demonstram que a produção de uma batelada gera 540 kg de achocolatado em pó, suficientes para encher 1800 latas de 300g. Considerando um tempo de processamento de 60 minutos por batelada, é possível produzir 8 bateladas em um turno de 8 horas. A quantidade de matéria-prima necessária para essa produção diária está resumida na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidade de insumos necessários para produção diária.

Insumos	Quantidade (Kg)	Quantidade necessária para 8 bateladas (kg)
Açúcar	304,2	2433,6
Cacau em pó	120,0	960,0
Leite desnatado	120,0	960,0
Maltodextrina	54,0	432,0
Aroma de baunilha	1,8	14,4

Fonte: Aatoria própria, 2024.

5.3 Balanço de massa por componente

Através do balanço de massa por componente, é possível determinar a fração mássica de cada componente presente no achocolatado em pó. As informações necessárias para a realização desses cálculos foram obtidas de diversas fontes: a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO 2024 e TBCA 2024) forneceu os dados nutricionais de diversos alimentos, enquanto a tabela nutricional dos produtos Adicel foi utilizada para obter as informações específicas sobre maltodextrina e aroma de baunilha. Considerando uma base de 100g, a Tabela 3 apresenta a composição percentual final do produto.

Tabela 3 - Composição por 100g de insumo.

Componentes	Açúcar	Cacau em pó	Leite desnatado	Maltodextrina	Aroma de baunilha
Carboidratos	99,60	57,90	52,10	96,00	50,50
Proteínas	0,32	19,60	34,40	0,00	0,00
Gorduras	0,00	13,70	1,06	0,00	0,00
Cinzas	0,00	5,80	9,44	0,00	0,00
Fibras	0,00	37,00	0,00	0,00	0,00
Umidade	0,05	3,00	3,03	0,00	0,00

Fonte: Aatoria própria, 2024.

1. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2024).
2. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2024).
3. Adicel (2024).

5.3.1 Balanço de massa por componente, Carboidratos (X_C)

$$\begin{aligned}
 (\dot{m}_{Açúcar} * X_{C Açúcar}) + (\dot{m}_{Cacau} * X_{C Cacau}) + (\dot{m}_{Leite} * X_{C Leite}) + (\dot{m}_{Maltodextrina} * \\
 X_{C Maltodextrina}) + (\dot{m}_{Aroma} * X_{C Aroma}) = (\dot{m}_{Vapor} * X_{C Vapor}) + (\dot{m}_{Achocolatado} * \\
 X_{C Achocolatado}) \qquad \qquad \qquad \text{Equação 5} \\
 (304,2 * 0,996) + (120 * 0,579) + (120 * 0,521) + (54 * 0,96) + (1,8 * 0,505) \\
 = (60,0 * 0,0) + (540,0 * X_{C Achocolatado}) \\
 X_{C Achocolatado} = 0,81
 \end{aligned}$$

5.3.2 Balanço de massa por componente, Proteínas (X_p)

$$\begin{aligned}
 (\dot{m}_{Açúcar} * X_p Açúcar) + (\dot{m}_{Cacau} * X_p Cacau) + (\dot{m}_{Leite} * X_p Leite) + (\dot{m}_{Maltodextrina} * \\
 X_p Maltodextrina) + (\dot{m}_{Aroma} * X_p Aroma) = (\dot{m}_{Vapor} * X_p Vapor) + (\dot{m}_{Achocolatado} * \\
 X_p Achocolatado) \qquad \qquad \qquad \text{Equação 6} \\
 (304,2 * 0,0032) + (120 * 0,1960) + (120 * 0,3440) + (54 * 0,0) + (1,8 * 0,0) \\
 = (60,0 * 0,0) + (540,0 * X_p Achocolatado) \\
 X_p Achocolatado = 0,12
 \end{aligned}$$

5.3.3 Balanço de massa por componente, Gorduras (X_g)

$$\begin{aligned}
 (\dot{m}_{Açúcar} * X_g Açúcar) + (\dot{m}_{Cacau} * X_g Cacau) + (\dot{m}_{Leite} * X_g Leite) + (\dot{m}_{Maltodextrina} * \\
 X_g Maltodextrina) + (\dot{m}_{Aroma} * X_g Aroma) = (\dot{m}_{Vapor} * X_g Vapor) + (\dot{m}_{Achocolatado} * \\
 X_g Achocolatado) \qquad \qquad \qquad \text{Equação 7} \\
 (304,2 * 0,0) + (120 * 0,1370) + (120 * 0,0106) + (54 * 0,0) + (1,8 * 0,0) \\
 = (60,0 * 0,0) + (540,0 * X_g Achocolatado) \\
 X_g Achocolatado = 0,03
 \end{aligned}$$

5.3.4 Balanço de massa por componente, Cinzas (X_{cinzas})

$$\begin{aligned}
 (\dot{m}_{Açúcar} * X_{cinzas Açúcar}) + (\dot{m}_{Cacau} * X_{cinzas Cacau}) + (\dot{m}_{Leite} * X_{cinzas Leite}) + \\
 (\dot{m}_{Maltodextrina} * X_{cinzas Maltodextrina}) + (\dot{m}_{Aroma} * X_{cinzas Aroma}) = (\dot{m}_{Vapor} * \\
 X_{cinzas Vapor}) + (\dot{m}_{Achocolatado} * X_{cinzas Achocolatado}) \qquad \qquad \qquad \text{Equação 8}
 \end{aligned}$$

Tabela 4 - Fração mássica por componente para 300g de achocolatado em pó.

Componentes	Fração Mássica	Quantidade g/300g
Carboidratos	0,81	243,0
Proteínas	0,12	36,0
Gorduras	0,03	9,0
Cinzas	0,03	9,0
Fibras	0,08	24,0
Umidade	0,01	3,0

Fonte: Autoria própria, 2024.

6 BALANÇO DE ENERGIA

Os processos de transformação de alimentos, independentemente da complexidade e ordem das etapas envolvidas, compartilham características fundamentais. Dentre elas, destacam-se os balanços de massa e energia. Esses balanços, que encontram suas bases nos princípios de conservação da matéria e energia, são ferramentas indispensáveis para a compreensão e otimização desses processos. A lei de Lavoisier, marco histórico na química, estabeleceu a base para a aplicação prática do princípio de conservação da massa. No entanto, foi com o advento da primeira lei da termodinâmica que se obteve uma formulação mais precisa e abrangente do princípio de conservação da energia, permitindo uma análise mais detalhada dos fenômenos energéticos presentes nos processos de alimentos (Tadini et al., 2016).

Os balanços de energia constituem uma ferramenta essencial para a resolução de diversos problemas na área de alimentos. Na pasteurização do leite, por exemplo, o cálculo da demanda por vapor e água de resfriamento para o tratamento de uma dada quantidade de leite exige a consideração dos fluxos de energia envolvidos (Tadini et al., 2016). A transferência de calor é uma característica marcante de muitos processos na indústria alimentícia, tornando os balanços de energia imprescindíveis para o seu dimensionamento e controle.

Embora os princípios de conservação da massa e energia sejam os alicerces dos balanços, a aplicação prática desses conceitos na engenharia vai muito além da simples constatação de que matéria e energia são imutáveis. Os balanços de massa e energia se revelam ferramentas poderosas para analisar e quantificar as transformações que ocorrem em cada etapa de um processo. Seja em operações unitárias que envolvem mudanças de fase, temperatura ou pressão, ou ainda em reações químicas que alteram a composição da matéria, os balanços permitem compreender em profundidade as interações entre a matéria e a energia, possibilitando otimizar processos e aumentar a eficiência (Tadini et al., 2016).

Fundamentado na primeira lei da termodinâmica, o princípio da conservação da energia é o alicerce dos balanços energéticos. Esses balanços permitem quantificar as transformações energéticas que ocorrem em um sistema, relacionando a energia interna com as trocas de calor e trabalho. Em resumo, a energia total de um sistema, considerando todas as suas formas e as interações com o ambiente, permanece inalterada (Tadini et al., 2016).

A primeira lei da termodinâmica estabelece que a energia total de um sistema isolado permanece constante. Em outras palavras, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra (Tadini et al., 2016). Essa lei fundamental da física, conhecida como princípio de conservação da energia, implica que a soma de todas as formas

de energia presentes em um sistema, em um determinado instante, é igual à soma das formas de energia presentes em um instante posterior, considerando as trocas de energia com o ambiente, como mostra a equação 11.

$$\left[\begin{array}{c} \text{Energia final} \\ \text{do sistema} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Energia inicial} \\ \text{do sistema} \end{array} \right] = [\text{Energia transferida}] \quad \text{Equação 11}$$

A primeira lei da termodinâmica pode ser representada matematicamente pela equação 12, que estabelece uma relação entre a variação da energia interna de um sistema e as interações com o meio externo, ou seja, o calor e o trabalho. De acordo com essa equação, a variação da energia interna (ΔU) é equivalente à diferença entre o calor (Q) absorvido pelo sistema e o trabalho (W) realizado por ele (Filho, 2021).

$$\Delta U + \Delta E_C + \Delta E_P = Q - W \quad \text{Equação 12}$$

A etapa do processo selecionada para realizar o balanço de energia foi a etapa de aglomeração. Durante a aglomeração na torre de desidratação adaptada, ocorre a etapa de secagem por ar quente que irá promover a evaporação da água e a cristalização dos solutos presentes nas pontes. Sendo assim, nesta etapa do processo ocorre apenas a troca térmica, não ocorrendo a geração de trabalho, energia cinética e energia potencial. Dessa forma, a equação 12 pode ser resumida na equação 13.

$$\Delta U = Q \quad \text{Equação 13}$$

O calor é dado pelo produto da massa de um corpo (m), pela variação de temperatura (ΔT) e o seu calor específico (C_p), conforme equação 14.

$$Q = \dot{m} * C_p * \Delta T \quad \text{Equação 14}$$

Substituindo a taxa de transferência de calor (Q) pela variação da energia interna (ΔU), tem-se a equação 15.

$$\Delta U = \dot{m} * C_p * \Delta T \quad \text{Equação 15}$$

6.1 Calor específico

Para a determinação do calor específico total desse sistema é necessário conhecer as frações mássicas dos macronutrientes do achocolatado em pó a uma determinada temperatura. As frações mássicas dos macronutrientes foram calculadas e o seu resultado está conforme a tabela 4.

Para a determinação do calor específico (C_P) foram utilizadas as equações propostas por Choi e Okos (1986). Para os cálculos, considerou-se uma temperatura inicial de 25°C, que será a temperatura da mistura para o achocolatado antes de entrar na torre de desidratação adaptada. Após a etapa de secagem por ar quente, o produto terá uma temperatura de 100°C. Dessa forma, a variação de temperatura será de 75°C.

A tabela 5, irá apresentar o calor específico (C_P) obtido para cada componente do achocolatado em pó, os cálculos foram feitos utilizando as equações propostas por Choi e Okos (1986).

Tabela 5 - Cálculo do calor específico (C_P).

Componentes	Equação	$C_P \left(\frac{kJ}{kg^\circ C} \right)$
Carboidratos	$1,5488 + 1,9625 * 10^{-3} * T - 5,9399 * 10^{-6} * T^2$	1,6626
Proteínas	$2,0082 + 1,2089 * 10^{-3} * T - 1,3129 * 10^{-6} * T^2$	3,1347
Gorduras	$1,9842 + 1,4733 * 10^{-3} * T - 4,8008 * 10^{-6} * T^2$	2,0677
Cinzas	$1,0926 + 1,8896 * 10^{-3} * T - 3,6817 * 10^{-6} * T^2$	1,2136
Fibras	$1,8459 + 1,8306 * 10^{-3} * T - 4,6509 * 10^{-6} * T^2$	1,9570
Umidade	$4,7162 + 9,0864 * 10^{-5} * T - 5,4731 * 10^{-6} * T^2$	4,6922

Fonte: Autoria própria, 2024.

O calor específico total ($C_{P \text{ total}}$) é calculado usando a equação 16, onde X_m é a fração mássica dos macronutrientes presentes no achocolatado em pó.

$$C_{P \text{ total}} = \sum_{i=1}^n C_P * X_m \quad \text{Equação 16}$$

$$C_{P \text{ total}} = (C_P * X_m)_{\text{Carboidratos}} + (C_P * X_m)_{\text{Proteínas}} + (C_P * X_m)_{\text{Gorduras}} + (C_P * X_m)_{\text{Cinzas}} + (C_P * X_m)_{\text{Fibras}} + (C_P * X_m)_{\text{Umidade}}$$

$$C_{P \text{ total}} = (1,6626 * 0,81) + (3,1347 * 0,12) + (2,0677 * 0,03) + (1,2136 * 0,03) + (1,9570 * 0,08) + (4,6922 * 0,01)$$

$$C_{P \text{ total}} = 2,0248 \frac{kJ}{kg^\circ C}$$

6.2 Energia interna (ΔU) e calor latente (Q)

A partir do resultado do calor específico total ($C_{P\ total}$) e conforme descrito na equação 13, $\Delta U = Q$, é calculado a energia interna utilizando a equação 15.

$$\begin{aligned}\Delta U &= \dot{m} * C_p * \Delta T \\ \Delta U &= 540\ kg * 2,0248 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * (100 - 25)^{\circ}C \\ \Delta U &= 82.003,4312\ kJ\end{aligned}$$

A quantidade de calor requerida para alterar o estado físico de uma substância é denominada calor latente. Para a água, a 100°C, o calor latente de vaporização é de 2.257 kJ/kg, de acordo com Felder e Rousseau (2005). Esse valor representa a energia necessária para transformar um quilograma de água líquida em vapor, mantendo a temperatura constante. Sendo assim, utilizou a equação 17 para calcular o calor latente.

$$Q = m * L$$

Equação 17

$$Q = 540\ kg * 2.257 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q = 1.218.780\ kJ$$

Portanto, conclui-se que a quantidade de calor necessária para evaporar 10% de água do sistema é de 1.218.780 kJ.

7 ANÁLISE ECONÔMICA

A produção de bens de consumo e alimentos é um processo que implica em custos, desde a aquisição de matéria-prima até a distribuição do produto final. Dessa forma, entende-se que o custo de produção engloba todos os dispêndios financeiros relacionados à produção de um bem, desde a aquisição de matérias-primas até a finalização do produto, incluindo mão de obra, energia, aluguel e outros custos indiretos (Guiducci et al., 2012). Com isso, o custo de produção desempenha um papel crucial na tomada de decisões estratégicas dos empreendedores. Ao quantificar os gastos envolvidos em um sistema produtivo, é possível avaliar sua viabilidade econômica e comparar diferentes alternativas tecnológicas.

Diante disso, a análise econômica tem como objetivo fornecer aos empreendedores um conhecimento abrangente do sistema produtivo, incluindo custos, geração de resíduos e retorno sobre o investimento, o que é indispensável para avaliar a viabilidade econômica (Guiducci et al., 2012). Neste estudo, o foco será nos custos diretos de produção, considerando os gastos com matéria-prima, mão de obra e energia. Investimentos iniciais, como aquisição de terreno e equipamentos, bem como custos de distribuição, serão excluídos da análise inicial, uma vez que não impactam diretamente no custo variável por unidade produzida.

7.1 Investimento em mão-de-obra

A empresa contará com 16 funcionários, sendo eles: 1 engenheiro (a) de alimentos, 1 analista de qualidade, 1 auxiliar de controle de qualidade, 2 operadores de produção, 4 auxiliares de produção, 1 porteiro, 1 motorista, 2 auxiliares de serviços gerais, 1 promotor de vendas e 2 assistentes administrativo.

O salário dos trabalhadores foi determinado de acordo com os valores estabelecidos pela categoria profissional à qual cada um pertence. Tendo como base o decreto N° 11.864, de 27 de dezembro de 2023, que dispõe sobre o valor mínimo a vigorar a partir de 1° de janeiro de 2024, onde é estabelecido que o valor do salário mínimo será de R\$ 1.412,00 (mil quatrocentos e doze reais). Além disso, são colocados encargos sociais: 11,11% de fração de férias; 8,33% de fração de 13° salário; 8% de FGTS; 3,2% de FGTS/Provisão de multa para rescisão; 11,2% de Previdenciário (férias, FGTS e Descanso Semanal Remunerado). Com relação ao salário base do engenheiro (a) de alimentos, foi seguida a lei N° 4.950-A, de 22 de abril de 1966, que dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados de Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária, nesta lei fica fixado o salário-base mínimo de 6 (seis) vezes maior

que o salário-mínimo comum vigente no País. Os custos mensais com funcionários, estão expressos na tabela 6.

Tabela 6 - Custos mensais com funcionários.

Quant.	Cargo	Salário líquido (R\$)	Encargos (R\$)	Custo/Mês (R\$)	Custo/Dia (R\$)
1	Engenheiro (a) de alimentos	8.472,00	2.780,51	11.252,51	511,48
1	Analista de Qualidade	3.200,00	1.050,24	4250,24	193,19
1	Auxiliar de controle de qualidade	1.860,00	610,45	2.470,45	112,29
2	Operadores de máquina	1.886,00	618,98	5.009,96	227,73
4	Auxiliares de produção	1.412,00	463,42	7.501,68	340,98
1	Porteiro	1.703,00	558,92	2.261,92	102,81
1	Motorista	1.939,00	636,38	2.575,38	117,06
2	Auxiliares de serviços gerais	1.412,00	463,42	3.750,84	170,49
1	Promotor de vendas	1.750,00	574,35	2324,35	105,65
2	Assistentes administrativos	1.700,00	557,94	4.515,88	205,27
16	Total	25.334,00	8.314,61	45.913,21	2.086,95

Fonte: Autoria própria, 2024.

Diante disso, conclui-se que o custo mensal com mão de obra qualificada é de R\$ 45.913,21. Em uma batelada de achocolatado em pó são produzidas 1.800 latas de achocolatado. Em um dia são produzidas 8 bateladas que geram um total de 14.400 latas de achocolatado em pó por dia. Considerando uma produção mensal com 22 dias trabalhados, tem-se uma produção total de 316.800 latas. Dividindo-se a produção mensal do achocolatado pelo o custo mensal com mão de obra, chega-se ao custo fixo por unidade do produto de R\$ 0,15, apenas considerando o custo de mão de obra.

7.2 Custo com matéria-prima e embalagem

Para o estudo de gastos matéria-prima e embalagem para a produção do achocolatado em pó, foi necessário realizar uma pesquisa em mercados da região e sites na *internet* para obter o preço de cada insumo. A tabela 7 apresenta os custos com a matéria-prima.

Tabela 7 - Gastos com matéria-prima.

Insumos	Quant. Por	Preço (R\$)	Quantidade	Preço por receita (R\$)
	embalagem (kg)		utilizada por bat. (Kg)	
Açúcar	25	273,28	304,2	3.325,27
Cacau em pó	25	801,56	120,0	3.847,49
Leite desnatado	25	700,00	120,0	3.360,00
Maltodextrina	25	384,00	54,0	829,44
Aroma de baunilha	5	399,00	1,8	143,64
Total		2.557,84	600	11.505,84

Fonte: Aatoria própria, 2024.

1. Adicel, 2024.
2. Dispan Distribuidora, 2024.
3. Feijão Veneza, 2024.
4. E-Típico, 2024.

Para produzir uma batelada de achocolatado tem-se um custo médio com insumos de R\$ 11.505,84. Como uma batelada produz 1.800 latas de achocolatado, tem-se um custo fixo com matéria-prima de R\$ 6,39, considerando apenas os insumos de produção.

Com relação a embalagem primária e secundária, o achocolatado em pó será envasado em uma lata de 300g, sendo necessário comprar a lata metálica com tampa plástica e fundo (figura 10), o rótulo e uma embalagem secundária, que será uma caixa de papelão (figura 11) que armazenará 20 latas de achocolatado. Dessa forma, a tabela 8 fornecerá os custos das embalagens.

Figura 11 - Lata metálica com tampa plástica.



Fonte: Freepik, 2024.

Figura 12 - Caixa de papelão com capacidade de armazenar 20 latas de achocolatado.



Fonte: Freepik, 2024.

Tabela 8 - Gastos com embalagem.

Embalagem	Preço unitário (R\$)	Custo/Dia (R\$)	Custo/Mês (R\$)
Lata metálica, com fundo e tampa plástica	2,40	34.560,00	760.320,00
Rótulo	0,40	5.760,00	126.720,00
Caixa de papelão	0,10	1.440,00	31.680,00
Total	2,90	41.760,00	918.720,00

Fonte: Autoria própria, 2024.

A partir dos dados obtidos na tabela 8, conclui-se que para a produção de uma lata de achocolatado em pó tem-se um custo fixo com embalagem de R\$ 2,90.

7.3 Custo energético de produção

A análise dos gastos energéticos seguiu as diretrizes da Resolução nº 3.317/2024 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabelece os parâmetros para o reajuste tarifário anual de 2024 da Neoenergia Cosern, com o objetivo de garantir a adequada remuneração dos investimentos na distribuição de energia elétrica no Rio Grande do Norte.

Conforme a classificação estabelecida pela ANEEL na Resolução Normativa nº 1.000/2021, as indústrias enquadram-se na classe tarifária B3, subgrupo de baixa tensão,

destinada ao setor comercial e de serviços. Considerando a tarifa vigente da Neoenergia Cosern em 22/04/2024, no valor de R\$ 0,74414/kWh, sendo que a Tabela 9 apresenta os custos energéticos associados aos equipamentos utilizados na produção de achocolatado em pó.

Tabela 9 - Custos energéticos de produção.

Insumos	Potência (kW)	Consumo (kW/mês)	Custo (R\$)
Misturador	5,00	510,40	379,81
Torre de aglomeração	40,00	7.040,00	5.238,75
Peneira vibratória	3,00	528,00	392,91
Envasadora	1,50	264,00	196,45
Rotuladora	0,20	35,20	26,19
Total	49,70	8.377,60	6.234,11

Fonte: Autoria própria, 2024.

Conforme os dados da Tabela 9, o custo com o consumo energético mensal será de R\$ 6.234,11. Considerando que em um mês se produz 316.800 latas de achocolatado em pó, tem-se um custo fixo com energia elétrica de R\$ 0,02.

7.4 Preço de venda

A partir do custo estimado nos itens anteriores, pode-se definir o preço final do produto. Na tabela 10 estão expressos os custos fixos para produzir uma lata de achocolatado em pó.

Tabela 10 - Custo fixo para produzir uma lata de achocolatado em pó.

Custo	Valor unitário (R\$)
Mão de obra	0,15
Matéria-prima	6,39
Embalagem	2,90
Energia	0,02
Total	9,46

Fonte: Autoria própria, 2024.

Para produzir uma lata de achocolatado em pó é gasto R\$ 9,46. A soma dos custos fixos e variáveis, acrescida de uma margem de lucro, compõe o preço de venda final. Essa metodologia de cálculo permite garantir a viabilidade econômica do produto e a recuperação dos investimentos realizados. Diante disso, adicionando uma margem de lucro de 40%, o preço de venda deste produto será de R\$ 13,24.

A pesquisa de mercado indicou que o preço do achocolatado varia entre R\$ 9,50 e R\$ 13,00, situando-se em uma faixa superior à média dos concorrentes. Essa estratégia de precificação, aparentemente contraintuitiva, encontra justificativa na formulação diferenciada do produto, que prioriza o teor de cacau e reduz o teor de açúcar. Uma das principais características que diferenciam o achocolatado proposto das marcas líderes de mercado (Nescau e Toddy) é o seu menor teor de açúcares totais. Enquanto as marcas concorrentes apresentam, em média, 16 gramas de açúcares por porção de 20 gramas, o produto em estudo contém apenas 10 gramas, destacando-se como uma opção mais saudável para os consumidores. A expectativa é que esses atributos proporcionem um valor agregado ao consumidor, disposto a pagar um preço mais elevado por um produto com maior qualidade nutricional e sensorial.

A formulação de alimentos ultraprocessados, como os achocolatados em pó, envolve um delicado equilíbrio entre o sabor e a nutrição. Além da necessidade de reduzir o teor de açúcares adicionados, é fundamental considerar a adição de ingredientes nutritivos, como o cacau. A concentração desse ingrediente é um fator crucial, pois influencia diretamente a qualidade nutricional e sensorial do produto final, conforme evidenciado por De Brito Rodas et al. (2017).

8 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

A ausência de tratamento adequado para efluentes industriais e urbanos tem levado à contaminação de mananciais em regiões metropolitanas, conforme destacado em pesquisa de Morelli (2005). A gestão de resíduos sólidos é um dos principais desafios ambientais enfrentados pela sociedade nos dias atuais, especialmente no setor industrial (Jacobi; Besen, 2011), que é responsável por grande parte dos resíduos gerados no país. A Norma brasileira (NBR) – 10.004 define resíduos sólidos como resíduos no estado sólido ou semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos em âmbito nacional, incluindo a responsabilidade compartilhada entre empresas, governo e sociedade para o descarte, redução e reaproveitamento de resíduos (Brasil, 2010). Essa legislação visa, principalmente, minimizar os impactos ambientais e promover práticas sustentáveis na destinação de resíduos, incentivando a reciclagem e a reutilização como alternativas ao descarte em aterros sanitários.

Como parte do tratamento de resíduos sólidos, está listado a etapa de tratamento de efluentes, o qual tem como objetivo fazer a destinação correta e reuso dos seus efluentes por meio de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) própria. O dimensionamento do sistema foi realizado a partir da NBR 13969/97 e da NBR 7229/92 (ABNT, 1997; ABNT, 1992).

8.1 Descrição do sistema

O principal objetivo da ETE é fazer o tratamento adequado dos efluentes, visando o reuso da água para a rega de gramados e jardins (Dos Santos, 2009). A escolha do tratamento, foi baseada na NBR 13969/97 (ABNT, 1997), objetivando o reuso, de classe 2, sendo suficiente fazer um tratamento biológico aeróbio, seguido de filtração de areia e desinfecção.

Foi adotado um tratamento por meio de filtro aeróbio submerso, por meio de fixação de microrganismos, imersos no reator, com o oxigênio sendo fornecido por através do equipamento. Segundo a ABNT (1997), o filtro aeróbio submerso é um tipo de reator biológico que inclui uma câmara com meio filtrante submerso, predominantemente aeróbio, no qual ocorre o processo de depuração do esgoto. Além disso, possui uma câmara de sedimentação, onde os flocos biológicos se sedimentam e são retornados à câmara reatora. Esse sistema

permite uma depuração avançada do esgoto e não tem necessidade de recirculação de lodo. Ele é composto por duas câmaras, uma de reação e outra de sedimentação. Para que a ETE tenha um tempo maior de intervalo de limpeza foram adotadas, além das câmaras já citadas, uma câmara de decantação para que o resíduo mais grosseiro seja sedimentado antes de entrar no filtro.

O Soprador Centrífugo funciona com alta velocidade e rotação, proporcionando também grande eficiência, o que pode resultar em até 40% de economia de energia. O desempenho e o alcance da unidade são influenciados pela combinação entre a vazão e a pressão, além das condições do ambiente de trabalho e da aplicação específica (Hoffman & Lamson, 2024). O soprador deve ser acondicionado em uma caixa-abrigo e deve estar protegido contra chuva e umidade. O conjunto deve ser instalado, preferencialmente, sobre a tampa do reator. A caixa ou soprador deve estar munida de uma lâmpada-piloto para sinalização do funcionamento do soprador. O soprador escolhido é o centrífugo devido à sua eficiência no processo de aeração.

A cloração faz parte de uma série de alternativas para desinfecção do esgoto. O cloro se destaca como um desinfetante eficiente devido à sua capacidade de inativar uma ampla variedade de patógenos, além de oferecer outras vantagens como a facilidade de monitoramento do residual, simplicidade operacional e baixo custo, conforme apontado por Gonçalves (2003). Entre as alternativas existentes para cloração foi selecionado o método que utiliza pastilhas de hipoclorito de cálcio. A forma sólida do hipoclorito de cálcio $[Ca(ClO)_2]$ é de grande importância para a indústria, pois apresenta uma estabilidade considerável, com perdas de concentração inferiores a 0,013% por dia, quando armazenado em condições adequadas (Tonon, 2007). O esgoto clorado deve conter, após o tempo de contato, uma concentração de cloro livre de pelo menos 0,5 mg/L e no máximo de 2 mg/L de cloro residual livre. Os níveis de cloro permitidos são definidos pela Portaria da Consolidação nº 5/2017 do Ministério da saúde (Brasil, 2017).

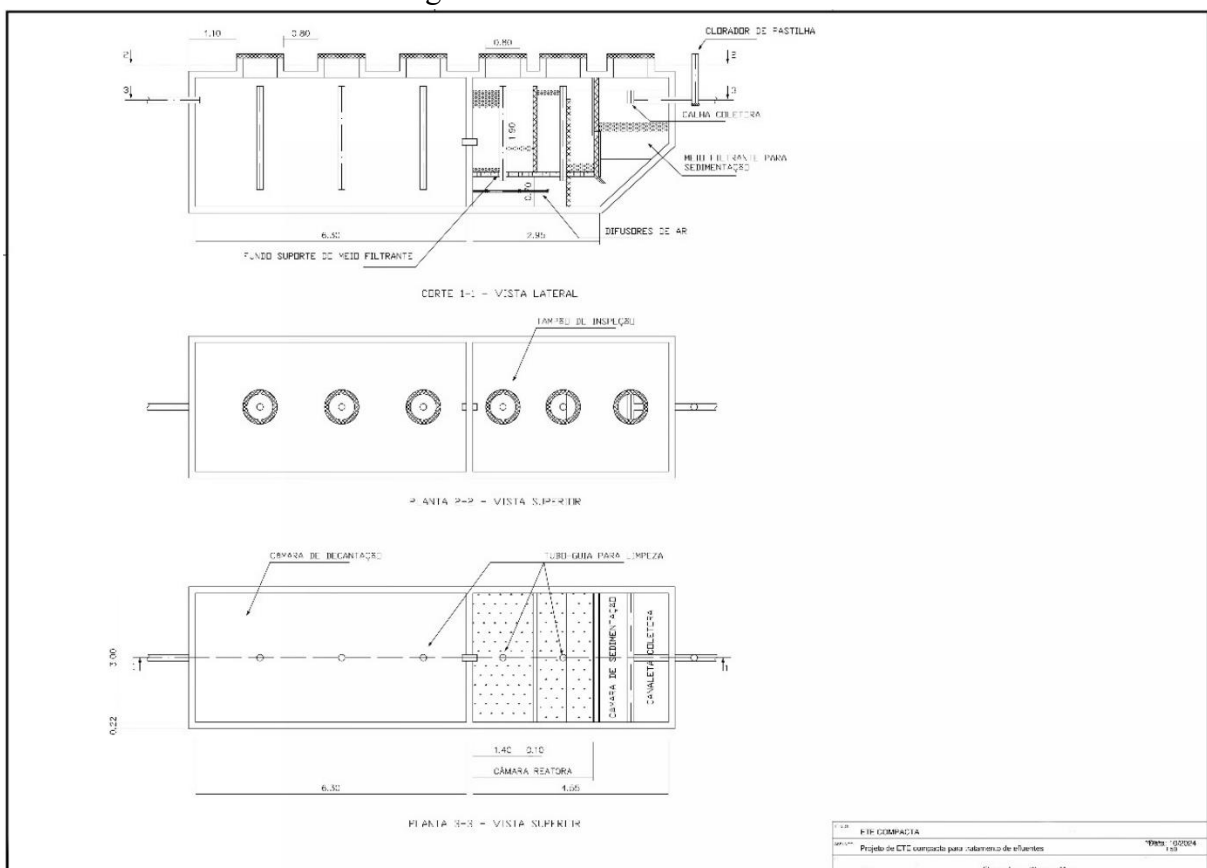
Com relação a eficiência da estação de tratamento de esgotos, as faixas prováveis de remoção dos poluentes, conforme o tipo de tratamento anaeróbio submerso, consideradas em conjunto com o tanque séptico é de 40% a 75% para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), 40% a 70% para Demanda Química de Oxigênio (DQO), 60 a 90 em relação a Sólidos Não Filtráveis (SNF), 70% ou mais para sólidos sedimentáveis e Fosfato de 20% a 50% (ABNT, 1997).

A manutenção do filtro anaeróbio consiste, principalmente, na limpeza de seu leito, que deve ser realizada a cada seis ou doze meses (Embrapa, 2010). Esse procedimento envolve o esvaziamento do filtro por meio de mangueiras flexíveis que alcançam o fundo do sistema

através do tubo de acesso à tubulação de distribuição, seguido pela retrolavagem da camada de brita. Para garantir que o sistema opere de forma eficiente, recomenda-se a análise do efluente semestralmente (Embrapa, 2010). É importante destacar que a falta de manutenção adequada, tanto na rede de esgotos quanto no sistema de tratamento como um todo, pode resultar em problemas como entupimentos, vazamentos e uma significativa redução na eficiência do tratamento.

É de suma importância o funcionamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para a fábrica de achocolatado em pó visto que o projeto consegue minimizar o consumo de água para irrigação, sendo implementado o reuso para o jardim. Além disso, o excedente que estiver no reservatório do reuso será encaminhado para os sumidouros. Na figura 12, pode-se observar a planta baixa da estação de tratamento de efluentes.

Figura 13 - Planta baixa da ETE.



Fonte: Autoria própria, 2024.

9 LAYOUT DA INDÚSTRIA

A indústria de alimentos em pó constitui um nicho específico da indústria alimentícia, caracterizada pela produção, processamento e comercialização de produtos alimentares transformados em pó. Essa categoria abrange desde ingredientes básicos para a preparação de alimentos, como leite em pó, achocolatados e sopas instantâneas, até formulações mais complexas, como substitutos de refeições e suplementos nutricionais, como é o caso das proteínas em pó. A crescente demanda por produtos práticos e com longa vida útil impulsiona o crescimento desse segmento. A produção de alimentos em pó, ao longo das revoluções industriais, passou por significativas transformações tecnológicas. Contudo, a preocupação com a segurança alimentar e a rastreabilidade dos processos produtivos, impulsionada pela crescente conscientização do consumidor, exige um rigoroso controle de qualidade em todas as etapas da produção.

A produção de alimentos no Brasil é regulamentada por normas sanitárias rigorosas, como as estabelecidas nas Portarias nº 1.428/1993 e 326/1997. Essas normas visam garantir o cumprimento dos requisitos higiênico-sanitários em todas as etapas da produção, desde a aquisição de matérias-primas até a distribuição dos produtos finais, assegurando assim a segurança alimentar. Diante disso, o *layout* da indústria foi desenvolvido para que as boas práticas de fabricação sejam aplicadas em todo o processo produtivo, conforme a figura 13.

Figura 14 - Layout da indústria.



Fonte: Autoria própria, 2024.

10 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL E RÓTULO

A rotulagem nutricional de alimentos e bebidas industrializados, regulamentada no Brasil desde 2001 (Longo-Silva; Toloni; Taddei, 2010), passou por diversas atualizações ao longo dos anos, com o objetivo de garantir a transparência das informações nutricionais e auxiliar o consumidor na tomada de decisões mais conscientes. A legislação brasileira define rótulo como a comunicação escrita, impressa ou gráfica presente na embalagem de um alimento, fornecendo informações essenciais sobre sua composição e valor nutricional (Brasil, 1969).

As informações nutricionais obrigatórias nos rótulos dos alimentos têm como objetivo principal auxiliar o consumidor na tomada de decisões mais conscientes, promovendo a saúde pública. Ao fornecer dados precisos sobre a origem, composição e valor nutricional dos produtos, a rotulagem permite o rastreamento de alimentos e a identificação de possíveis riscos à saúde, alinhada ao disposto no Código de Defesa do Consumidor (Brasil, 1990), que assegura o direito à informação clara e adequada sobre os produtos.

A rotulagem nutricional é um instrumento fundamental para a proteção do consumidor, fornecendo informações claras e precisas sobre a composição dos alimentos e orientando o consumidor sobre as melhores práticas de consumo. Além de sua função informativa, os rótulos também podem ser utilizados como ferramenta de *marketing* para destacar atributos específicos dos produtos e influenciar as decisões de compra (Machado et al., 2008).

A rotulagem de alimentos desempenha um papel fundamental na proteção do consumidor, ao garantir que as informações sobre os produtos sejam claras, precisas e verdadeiras. Ao evitar declarações enganosas ou abusivas, a rotulagem contribui para a construção de uma relação de confiança entre os fabricantes e os consumidores, promovendo a escolha consciente de alimentos (Nascimento et al., 2013).

A legislação brasileira estabelece que os rótulos de alimentos devem conter informações detalhadas sobre o valor nutricional dos produtos, incluindo o valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, fibra alimentar e sódio. Além desses nutrientes obrigatórios, a inclusão de informações sobre vitaminas e minerais é permitida quando presentes em quantidades significativas, ou seja, igual ou superior a 5% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) por porção (Longo-Silva et al., 2010).

A elaboração do rótulo do achocolatado em pó (Figura 14) seguiu as diretrizes estabelecidas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 727/2022 e pela Instrução Normativa (IN) nº 75/2020, ambas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Essas

normas regulamentam a rotulagem nutricional de alimentos embalados, complementando as disposições da RDC nº 429/2020. A figura 15 é a demonstração do modelo da lata de achocolatado em pó com o rótulo proposto.

Figura 15 - Rótulo do achocolatado em pó.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

	100 ml*	30 g	% VD*
Porções por embalagem: 15			
Porção: 20 g (2 colheres de sopa)			
Valor energético (kJ/kcal)	113 / 26	06 / 4	
Carboidratos (g)	15	05	5
Açúcares totais (g)	5,1	1,0	
Açúcares adicionados (g)	5,1	1,0	20
Proteínas (g)	3,4	1,2	4
Gorduras totais (g)	3,5	0,8	1
Gorduras saturadas (g)	1	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	1	2	6
Sódio (mg)	78	19,5	1

*Porcentagem de valores diários baseada numa dieta dieteticamente adequada para adultos.

INGREDIENTES: Açúcar, cacau em pó, leite desnatado, maltodextrina e aroma de baunilha.

ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE. CONTÉM LACTOSE. NÃO CONTÉM GLÚTEN.

MODO DE PREPARO:
Em uma caneca ou copo, adicione 2 colheres de sopa bem cheias (aproximadamente 20 gramas) de achocolatado em pó. Complemente com 200ml de leite integral e misture bem até obter uma bebida homogênea de 210ml.

ALIMENTO ACHOCOLATADO EM PÓ INSTANTÂNEO

Peso líquido 300 g

Fabricado em:
Produtos da Vovó LTDA.
Campus Universitário - Lagoa Nova, Natal/RN.
CNPJ: 59.078.970/0001
SAC: (84) 0800-0080

INDÚSTRIA BRASILEIRA

3 546 895 0 187 8 4

MANTER A LATA BEM TAMPADA EM LUGAR FRESCO E SECO. APÓS ABERTA A EMBALAGEM, RECOMENDA-SE O CONSUMO DO PRODUTO EM ATÉ 30 DIAS.

L 001
VAL: 03/2025

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 16 - Lata de achocolatado em pó com o rótulo proposto.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A tabela nutricional apresentada na Figura 15 foi elaborada em conformidade com os requisitos estabelecidos na Instrução Normativa (IN) nº 75. Essa norma técnica detalha os procedimentos para a declaração de informações nutricionais nos rótulos de alimentos, garantindo que o consumidor tenha acesso a dados precisos sobre o valor nutricional do achocolatado, como a quantidade de nutrientes por porção e a respectiva porcentagem do Valor Diário de Referência (VDR).

Figura 16 - Tabela nutricional do achocolatado em pó.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 15			
Porção: 20 g (2 colheres de sopa)			
	100 ml**	20 g	% VD*
Valor energético (kcal)	113	86	4
Carboidratos (g)	15	16	5
Açúcares totais (g)	5,1	10	
Açúcares adicionados (g)	5,1	10	20
Proteínas (g)	3,4	2,2	4
Gorduras totais (g)	3,3	0,6	1
Gorduras saturadas (g)	1	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibras alimentares (g)	1	2	6
Sódio (mg)	74	19,0	1

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.
 **No alimento pronto para o consumo.

Fonte: Autoria própria, 2024.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de alimentos processados, especialmente aqueles prontos para o consumo, tem se intensificado nas últimas décadas, impulsionado por mudanças nos hábitos alimentares e pela busca por praticidade. O achocolatado, por sua vez, destaca-se como um produto de alta demanda, com um crescimento significativo no mercado.

A crescente conscientização dos consumidores sobre a importância de uma alimentação saudável tem levado as indústrias a reformularem seus produtos, buscando ingredientes mais naturais e reduzindo o teor de açúcares e aditivos. Nesse contexto, o desenvolvimento de um achocolatado com maior teor de cacau e menor teor de açúcar representa uma resposta às demandas do mercado e um passo importante para a oferta de opções alimentícias mais nutritivas.

Em suma, o processo produtivo proposto, com a utilização de equipamentos como misturador *Ribbon Blender*, torre de aglomeração e peneira vibratória, mostrou-se eficiente para a obtenção de um produto de alta qualidade, com maior teor de cacau e menor teor de açúcar. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a produção de uma batelada gera 540 kg de achocolatado em pó, suficientes para encher 1.800 latas de 300 gramas. Considerando um tempo de processamento de 60 minutos por batelada, é possível produzir 8 bateladas em um turno de 8 horas que geram um total de 14.400 latas de achocolatado em pó por dia. Considerando uma produção mensal com 22 dias trabalhados, tem-se uma produção total de 316.800 latas.

Com relação aos custos, para produzir uma lata de achocolatado em pó é gasto R\$ 9,46. Adicionando uma margem de lucro de 40%, o preço de venda deste produto será de R\$ 13,24. Os resultados desta pesquisa demonstram a viabilidade técnica e econômica da produção de achocolatado em pó com uma formulação inovadora, que atende às demandas de um mercado cada vez mais exigente em relação à qualidade nutricional dos alimentos. No entanto, estudos futuros devem ser realizados para avaliar a estabilidade do produto a longo prazo e a aceitação dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ABICAB - **Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas**. 2022. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/paginas/estatisticas/chocolate/>. Acesso em: 5 agosto 2024.

ADICEL. **Aroma de baunilha**. Disponível em: <https://www.adicel.com.br/aromas/aroma-de-baunilha-em-po-200g>. Acesso em: 13 outubro 2024.

ADICEL. **Maltodextrina**. Disponível em: <https://www.adicel.com.br/aditivos-alimentares/kit-10-maltodextrina-25kg>. Acesso em: 13 outubro 2024.

AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. Ed. 1. Unites Kingdom: Wiley-Blacwell, 2010. p. 311.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**. Resíduos Sólidos – Classificação, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 1887**: Hipoclorito de cálcio-Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NORMA BRASILEIRA ABNT NBR ISO 22000:2006**. Sistemas de gestão da segurança de alimentos. Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/57384728/NBR-ISO-22000-2006-Sistema-de-gestao-da-seguranca-de-alimentos>. Acesso em: 10 outubro 2024.

BARROS, Danielle Jéssica Melo de. **Desenho e avaliação de formulações de achocolatados processados por processo convencional e instantâneo**. 2013. Dissertação (Mestrado em

Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, University of São Paulo, São Paulo, 2013.

BELSCAK-CVITANOVIC, A.; BENKOVIC, M.; KOMES, D.; BAUMAN, I.; HORZIC, D.; DUJMIC, F.; MATIJASEC, M. **Physical properties and bioactive constituents of powdered mixtures and drinks prepared with cocoa and various sweeteners**. Journal Agricultural Food Chemistry, v. 58, n. 12, p. 7187-7195, 2010.

BORDIGNON, Clara Venilda Melchior. **Os minerais do corpo: uma visão interdisciplinar**. Arquivos do Mudi, v. 7, n. 2, p. 61-63, 2003.

BRASIL, **Decreto nº 11.864, de 27 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre o valor do salário mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2024. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 dez. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-11.864-de-27-de-dezembro-de-2023-533866504>. Acesso em: 27 de outubro de 2024.

Brasil, Ministério da Justiça. Código de Defesa do Consumidor (CDC). **Lei nº 8.078/90 de 11 de setembro de 1990**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1990/lei-8078-11-setembro-1990-365086-normaatualizada-pl.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

Brasil, Ministério da Marinha de Guerra do Exército e da Aeronáutica Militar. **Decreto-lei nº 986/69** sobre rotulagem de alimentos embalados. Brasília: Ministério da Marinha de Guerra do Exército e da Aeronáutica Militar; 1969. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0986.htm. Acesso em: 16 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966**. Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 29 de abr. 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14950a.htm. Acesso em: 27 de outubro de 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 17 novembro 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 set. 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 17 novembro 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº429, de 08 de outubro de 2020**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. 24. ed. Brasília, 9 out. 2020. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 727, de 01 de julho de 2022**. Dispõe Sobre A Rotulagem dos Alimentos Embalados. 126. ed. Brasília, 6 jul. 2022. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa-IN nº 75, de 2022**. Estabelece Os Requisitos Técnicos Para Declaração da Rotulagem Nutricional nos Alimentos Embalados. 195. ed. Brasília, 09 out. 2020. Seção 1.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília: MMA, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 01 novembro 2024.

CAMPOS, Humberto et al., **Enciclopédia Agrícola Brasileira** / ESALQ, Ed da Universidade São Paulo, 1995, p.55.

DA SILVA QUINTINO, Sara; RODOLPHO, Daniela. Um estudo sobre a importância do APPCC-Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na indústria de alimentos. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15 n. 2, 2018.

DASHIELL, G. L. Lecithin in food processing applications. In: SZUHAIJ. **Lecithins, sources, manufacture and uses**. Illinois: American Oil Chemists Society, 1989, p. 213-224.

DE BRITO RODAS, Maria Auxiliadora et al. **Avaliação do teor de açúcar e teste afetivo de alimento achocolatado em pó de marcas comerciais brasileiras**. BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista, v. 14, n. 160, p. 1-15, 2017.

DISPAN DISTRIBUIDORA. **Cacau black pó 25kg Barry Callebaut**. Disponível em: <<https://www.dispandistribuidora.com.br/cacau-black-po-25kg-barry-callebaut-7227-1>>. Acesso em: 22 dez. 2024.

DOS SANTOS, Regina Maria Ferreira. **Pós-tratamento de esgoto: sistema sequencial de leitos cultivados (constructed wetlands) vertical e horizontal**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2009

EDUARDO, M. F; S. C. S. **Achocolatados: análise química**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. v. 40, n. 3, 2004.

EIRICH. **Misturador Ribbon Blender Eirich**. Disponível em: <https://eirich.com.br/equipamento/misturador-ribbon-blender-eirich/>. Acesso em: 06 setembro 2024.

ELKO, J. **O Livro de Receitas com Chocolate**, Ed. Record, Rio de Janeiro, 2004.

EMBRAPA. Sistema de tratamento de esgotos domésticos: filtro anaeróbio. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/874586/1/pub202.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

E-TÍPICO. Açúcar a granel saco kg 25. Disponível em: <https://etipico.com/pt/beterraba/2725-acucar-a-granel-saco-kg-25.html>. Acesso em: 22 dez. 2024.

FEIJÃO VENEZA. Leite em pó desnatado 25 kg saco. Disponível em: <https://feijaoveneza.com.br/leite-em-po-desnatado-25-kg-saco>. Acesso em: 22 dez. 2024.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAOSTAT: food and agriculture data. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 29 de setembro de 2024.

FELLOWS, Peter J. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática. Artmed Editora, 2018.

FERNÁNDEZ, Alisson. Achocolatados apostam em novas versões e experiências com público. Propmark, 2019. Disponível em: <https://propmark.com.br/achocolatados-apostam-em-novas-versoes-e-experiencias-com-publico/>. Acesso em: 01 setembro 2024.

FONTES, B.; LADEIRAS, F.; RAMALHO, M.; SANT'ANNA, T. Análise do mercado consumidor brasileiro de achocolatados baseado em pesquisa de campo e estratégias de Marketing. Dezembro, 2007. 29p.

FRANCO, A. De Caçador à Gourmet, Ed. Senac, São Paulo, 2001.

FREEPIK. Disponível em: <https://br.freepik.com/imagens>. Acesso em: 28 outubro 2024

FREIRE, J.T. Drying of pastes in spouted bed. In Special Topics in Drying. Freire, J.T., Sartori, D.J.M., Eds.; São Carlos, Brazil, 1992.

GONÇALVES, R.C. Desinfecção de efluentes sanitários, Remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia. Prosab - Edital 3-Rio de Janeiro, 2003,422p.

GUIMARÃES, Mariana Scoqui. Avaliação de achocolatado em pó com redução de açúcar. 2017. Tese de Doutorado. [sn].

HERME, P. Larousse do Chocolate, Ed. Larousse, São Paulo, 2006.

HOFFMAN & LAMSON. High Speed Turbo Blowers and Exhausters. Disponível em: <https://www.hoffmanandlamson.com/pt-br/products/centrifugal-blowers-exhausters/high-speed-turbo>. Acesso em: 30 nov. 2024.

HOSOKAWA MICRON BV. **Flexomix High Impact Mixer**. Disponível em: <https://www.hosokawa-micron-bv.com/process-technologies/powder-mixers/continuous-mixer-schugi-flexomix.html>. Acesso em: 06 setembro 2024.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos avançados, v. 25, p. 135-158, 2011.

JANUÁRIO, Andressa Carvalho Câmara et al. **Avaliação do padrão de qualidade microscópica em amostras comerciais de achocolatados**. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 28, p. e021038-e021038, 2021.

JEMP. **Misturador de pó tipo Ribbon Blender** – capacidade: 1.800 kg. Disponível em: <https://www.jemp.com.br/en/produto/misturador-de-po-tipo-ribbon-blender-capacidade-1-800-kg/>. Acesso em: 06 setembro 2024.

KAUVIN. **Misturador industrial**. Disponível em: <https://www.kauvin.com.br/misturador-industrial/#:~:text=A%20principal%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20Misturador,aplica%20em%20misturas%20de%20s%C3%B3lidos>. Acesso em: 06 outubro 2024.

KNIGHT, P.C. **Structuring agglomerated products for improved performance**. Powder Technology, v. 119, n. 1, p. 14-25, 2001.

LEMES, M. G. C; PEIXOTO, M. R. G; MENESES, I. H. C.F; FREIRE, M. C.M. Dor dentária e fatores associados em crianças de 2 a 4 anos de idade de Goiânia. Revista Brasileira Epidemiologia. v. 18, n. 3, p. 41, 2015.

LIMA–UNIBALSAS, Karollyne Sousa; BARROS–UNIBALSAS, Jefferson Carvalho; BARROS–UNIBALSAS, Maria Emilia Ferreira. **Propriedades físico-químicas de bebidas industrializadas do tipo achocolatados comercializadas em Balsas-MA**. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), p. 121.

LONGO-SILVA, Giovana; TOLONI, M. H. D.; TADDEI, J. Traffic light labeling: translating food labeling. Rev Nutr, v. 23, n. 6, p. 1031-1040, 2010.

LUCCAS, V. Ingredientes para achocolatados. In: Vissotto, F.Z.; Jardim, D.; Luccas, V. **Manual técnico: achocolatados em pó – processos de mistura, lecitinação, aglomeração e propriedades de avaliação**. Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 74 p, 2010.

MACEDO, MÁYRA ALEXANDRA; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Potencial do mercado doméstico para o açúcar VHP. **Monografia apresentada ao Programa de PósGraduação em Gestão do Setor Sucroenergético– MTA**, 2015.

MACHADO, Sérly Santiago et al. Comportamento dos consumidores com relação à leitura de rótulo de produtos alimentícios. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, n. 1, p. 97-103, 2008.

MALEYKI, M. J. A.; ISMAI, A. Antioxidante Properties of Cocoa Powder. **Journal of Food Biochemistry**. v. 34, p. 111-128, Janeiro, 2010.

MARTINELLI, Leandro. **Construção e desenvolvimento de um secador de leito pulso-fluidizado para secagem de pastas e polpas**. 2008.

MEDEIROS, Magda Leite; LANNES, Suzana Caetano da Silva. **Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 2, p.247-253, maio 2009.

MEDINA, G. S.; CRUZ, J. E. **Estudos em Agronegócio: participação brasileira nas cadeias produtivas - V. 5**. - Gabriel da Silva Medina, José Elenilson Cruz (orgs.). - Goiânia / Kelps, 2021 390 p.: ISBN:978-65-5859-343-0. Disponível em: <https://bioeconomia.fea.usp.br/wp-content/uploads/2021/07/Sag-cacau.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2024.

MHS - Materials Handling Systems. **Peneira vibratória circular**. Disponível em: <https://www.mhs.com.br/peneira-vibratoria-circular>. Acesso em: 06 outubro 2024).

MHS - Materials Handling Systems. Peneira vibratória circular. Disponível em: <https://www.mhs.com.br/peneira-vibratoria-circular>. Acesso em: 06 outubro 2024).

MIXTURA. **Misturadores industriais: o que são e como podem ser utilizados**. Disponível em: <https://mixture.ind.br/misturadores-industriais/>. Acesso em: 06 outubro 2024.

MORELLI, E. B., **Reuso de água na lavagem de veículos**, dissertação apresentada à Escola

NASCIMENTO, Carla de Souza. **Validação de um instrumento de avaliação da compreensão da rotulagem nutricional pelo consumidor**. 2004.

NETO, Paschoal Frederico; FRANCESCONI, Milton; PEDROSO, Marcelo Caldeira. **Uma análise estratégica sobre o mercado brasileiro de chocolates**. A strategic analysis about the Brazilian chocolate market.

OLIVEIRA, P.T.; ESQUIAVETO, M.M.M.; SILVA JUNIOR, J.F. Impactos dos itens da especificação do açúcar na indústria. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 27, p. 99-102, 2007.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 1.

politécnica da Universidade São Paulo, São Paulo – SP, 2005. 107p.

- PUENTE, Beatriz. **Produção de chocolate cresce 6% no primeiro trimestre, diz associação**. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/producao-de-chocolate-cresce-6-no-primeiro-trimestre-diz-associacao/>. Acesso em: 1 agosto 2024.
- REIS, Frances da Silva. **Micronutrientes: uma revisão sobre a sua relação com o sistema imunológico, biodisponibilidade e fortificação nos alimentos**. 2021.
- RIBAS, H. O.; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. E.; **benefícios funcionais do cacau (theobroma cacao) e seus derivados**. Visão Acadêmica, Curitiba, v.19 n.4, Out. - Dez./2018 - ISSN 1518-8361.
- RIBEIRO, Flaviana. **Como escolher cacau: as melhores dicas**. Tudo sobre cacau cultivando ideias, colhendo conteúdo, 2024. Disponível em: <https://tudosobrecacau.com.br/2024/04/08/como-escolher-cacau/>. Acesso em: 29 setembro 2024.
- RIBEIRO, Raquel Coldibelli; GUIDINI, Otávio Augusto; SOARES, Suzara Rayanne Ferreira. História, caracterização e inovações em chocolates: uma revisão narrativa. In: **Avanços em ciência e tecnologia de alimentos-volume 6**. Editora Científica Digital, 2022. p. 205-218.
- SCHUBERT, H. **Instantatization of powdered food products**. *International Chemical Engineering*, v. 33, n. 1, p. 27-45, 1993.
- SCHUCHMANN, H.; HOGEKAMP, S.; SCHUBERT, H. **Jet agglomeration processes for instant foods**. *Trends in Food Science and Technology*, v.4, p. 179-183, 1993.
- SOLDMAK - Indústria de máquinas e equipamentos. **Silos em aço inox**. Disponível em: <https://soldmak.com.br/produtos/bebidas/silos-em-aco-inox>. Acesso em: 06 outubro 2024.
- SZULC, K.; OSTROWSKA-LIGESA, E.; LENART, A. **Functional properties of infant milk powder**. *Acta Agrophysica*, v. 19, n. 4, p. 857-863, 2012.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2024. Disponível em: <https://www.tabelatacoonline.com.br/>. Acesso em: 13 outubro 2024.
- TADINI, Carmen Cecilia; TELIS, Vânia Regina Nicoletti; DE ALMEIDA MEIRELLES, Antonio José. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. Grupo Gen-LTC, 2016.
- TAKEITI, C.Y. **Estudoda influência da transição vítrea sobre a instantaneização de maltodextrinas por processo de aglomeração úmida**. 2007. 171p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

TBCA, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 13 outubro 2024.

TONON, Daniele. Desinfecção de efluentes sanitários por cloração visando o uso na agricultura. **Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2007.**

TRINDADE, Raquel Martins et al. **Elaboração e análise sensorial de hambúrguer suíno com implementação de lecitina de soja e redução de sódio**. Pubvet, v. 15, p. 180, 2021.

VISSOTTO, Fernanda Zaratini et al. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 666-671, 2006.

VISSOTTO, Fernanda Zaratini. Estudo do processo de aglomeração com vapor e perda de qualidade por caking de achocolatados em pó. **Doutorado (Tese). Campinas, 2014.**

VISSOTTO, Fernanda Zaratini. Processos de Melhoria de Solubilidade de Achocolatados em Pó: Lecitinação e Aglomeração. **Manual técnico: achocolatados em pó, processos de mistura, lecitinação, aglomeração e propriedades de avaliação**. CEREAL CHOCOTEC / ITAL, 2012.

YENCHEN. **Secador de leite fluidizado contínuo**. Disponível em: https://www.yenchen.com.tw/pt/product/continuous_fluid_bed_dryer.html. Acesso em: 10 outubro 2024.

ZANUZZO, Mariéle; FRIEDRICH, Maria Tereza. **Determinação de lactose em achocolatados**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 98825-98833, 2020.