

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

AMANDA LAINE PEREIRA DE OLIVEIRA

LÍVIA SUEMY OGATA

MARINA MARQUES BARBOSA

TALITA LAMPARELLI

TWICE: INDÚSTRIA DE SORVETE VEGANO

APUCARANA

2022

AMANDA LAINE PEREIRA DE OLIVEIRA

LÍVIA SUEMY OGATA

MARINA MARQUES BARBOSA

TALITA LAMPARELLI

TWICE: INDÚSTRIA DE SORVETE VEGANO

Twice: Vegan ice cream industry

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dra. Rubiane Ganascim Marques.

Coorientador(a): Prof. Dra. Caroline Casagrande Sipoli.

APUCARANA

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
 COORD. CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA-AP

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

TWICE: INDÚSTRIA DE SORVETE VEGANO.

Por

AMANDA LAINE PEREIRA

LÍVIA SUEMY OGATA

MARINA MARQUES BARBOSA

TALITA LAMPARELLI

Monografia apresentada às 09 horas do dia 02 de dezembro de 2022 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana. As candidatas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Fernanda Lini Seixas, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Membro
Prof. Maraisa Lopes de Menezes, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Membro
Profa. Dra. Rubiane Ganascim Marques, D. Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Orientadora



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **FERNANDA LINI SEIXAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 03/12/2022, às 12:50, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **RUBIANE GANASCIM MARQUES, COORDENADOR(A) DE CURSO/PROGRAMA**, em (at) 05/12/2022, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **MARAISA LOPES DE MENEZES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 06/12/2022, às 10:51, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasília-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) **3154794** e o código CRC (and the CRC code) **9726FD8A**.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos a nossa orientadora Prof. Dr.^a Rubiane Ganascim Marques por todo o incentivo e por sua contribuição com a Twice, sempre acreditando na qualidade do projeto e no potencial da equipe. Também agradecemos a nossa coorientadora Prof. Dr.^a Caroline Casagrande Sipoli pelas dúvidas sanadas e o apoio mesmo quando achamos que não era possível.

Somos gratos, também, à Universidade Tecnológica Federal do Paraná no Câmpus Apucarana, por todo conhecimento concedido para a realização deste trabalho e por sua estrutura para nossa formação. E com isso, obrigada a todos professores que cruzaram nossos caminhos e que deixaram em nós um pouco de si e do seu conhecimento técnico.

Nosso reconhecimento especial às nossas famílias e amigos responsáveis pelo nosso crescimento e desenvolvimento pessoal que sempre nos incentivaram e apoiaram na busca pelo conhecimento e conclusão da graduação.

Agradecemos também à banca avaliadora composta pelas professoras Dr.^a Fernanda Lini Seixas e Dr.^a Maraísa Lopes de Menezes por aceitar o convite em contribuir com o nosso trabalho. E a todos que de certa forma contribuíram para a realização desse projeto, nosso muito obrigada!

RESUMO

A produção do sorvete no mundo vem crescendo gradativamente, sendo este definido como um produto alimentício constituído por proteína, açúcar, gordura e aditivos. Em uma análise de mercado, constatou-se que o mercado de sorvete vegano tende a crescer cerca de 9% no período de 2022 a 2030. Com isso, o atual trabalho aborda a produção de sorvete a base de uma fonte proteica de amendoim, sendo designado a um público vegano, que busca substituir o leite derivado de animal por uma opção mais saudável e sustentável. O sorvete no Brasil tem maior destaque em relação ao consumo na região sudeste, onde chega a registrar cerca de 52%. Aliado a isso, a maior taxa de produtividade do amendoim está presente em Jaboticabal, dessa forma, a Twice será instalada na cidade vizinha também conhecida como Ribeirão Preto. Diante de tais fatores e de um mercado emergente, no presente trabalho, será apresentado o projeto da Twice, uma indústria de sorvete vegano. A produção anual da empresa de médio porte tem o propósito de comercializar mensalmente 70 mil unidades de sorvetes distribuídos nos sabores gourmet e fitness com embalagens de 480mL e 120mL respectivamente. A análise financeira realizada pela Twice, demonstra por meio de indicadores econômicos, que é viável o seu desenvolvimento e aplicação sendo possível observar que o processo de payback seria entre o primeiro e segundo ano da empresa.

Palavras-chave: Fonte proteica de amendoim; Sorvete vegano; Leite de amendoim.

ABSTRACT

The production of ice cream in the world has been growing gradually, which is defined as a food product consisting of protein, sugar, fat and additives. In a market analysis, it was found that the vegan ice cream market tends to grow by around 9% in the period from 2022 to 2030. With that, the current work addresses the production of ice cream based on a protein source of peanuts, being designed for a vegan audience, who seek to replace animal-derived milk with a healthier and more sustainable option. Ice cream in Brazil stands out in relation to consumption in the Southeast region, where it reaches around 52%. Allied to this, the highest peanut productivity rate is present in Jaboticabal, therefore, Twice will be installed in the neighboring city also known as Ribeirão Preto. Faced with such factors and an emerging market, this work will present the Twice project, a vegan ice cream industry. The medium-sized company's annual production is intended to sell 70,000 units of ice cream per month, distributed in gourmet and fitness flavors with 480mL and 120mL packages respectively. The financial analysis carried out by Twice demonstrates, through economic indicators, that its development and application is feasible, being possible to observe that the payback process would be between the first and second year of the company.

Keywords: Peanut protein source; Vegan ice cream; Peanut milk.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logo da Twice	19
Figura 2 - Organograma da Twice.....	20
Figura 3 - Representação sorvete CaraMendo	26
Figura 4 - Consumo de sorvete regional do Brasil	28
Figura 5 - Distribuição Média da Produção de Amendoim no Estado de São Paulo.....	29
Figura 6 - Localização Parque Industrial Tanquinho de Ribeirão Preto	30
Figura 7 - Descrição e fluxograma do processo produtivo	32
Figura 8 - Fluxograma para produção do leite de amendoim.....	38
Figura 9 - Dosadora.....	38
Figura 10 - Diagrama do processo de lavagem do amendoim.....	39
Figura 11 - Diagrama do processo de moagem para produção do leite de amendoim ...	40
Figura 12 - Diagrama do processo de filtração do leite de amendoim	40
Figura 13 - Diagrama do processo de secagem do subproduto	41
Figura 14 - Fluxograma geral para processo de obtenção da calda base.....	43
Figura 15 - Diagrama do processo da pasteurização do sorvete <i>gourmet</i>	44
Figura 16 - Diagrama do processo de pasteurização do sorvete <i>fitness</i>	44
Figura 17 - Diagrama do processo de homogeneização do <i>gourmet</i>	45
Figura 18 - Diagrama do processo de homogeneização do sorvete <i>fitness</i>	46
Figura 19 - Diagrama do processo de resfriamento do <i>gourmet</i>	47
Figura 20 - Diagrama do processo de resfriamento do sorvete <i>fitness</i>	47
Figura 21 - Diagrama do processo da maturação do ChoCoffee	48
Figura 22 - Diagrama do processo da maturação do CaraMendo.....	48
Figura 23 - Diagrama do processo de maturação do RedVeg	49
Figura 24 - Diagrama do processo de congelamento do ChoCoffee	50
Figura 25 - Diagrama do processo de congelamento do CaraMendo.....	50
Figura 26 - Diagrama do processo de congelamento do RedVeg.....	51
Figura 27- Processo de secagem do subproduto	55
Figura 28 - Lavadora de amendoim.....	72
Figura 29 - Silo de armazenamento do Amendoim	73
Figura 30 - Dosadora do Amendoim.....	74
Figura 31 - Trocador de Calor	74
Figura 32 - Equipamento para a moagem.....	75
Figura 33 - Recepção de Leite Cru.....	76
Figura 34 - Secador de Farelo	77
Figura 35 - Planta de pasteurização.....	78
Figura 36 - Tina de Maturação	78
Figura 37 - Tina de Maturação para sorvete <i>fitness</i>	79
Figura 38 - Produtora de Sorvete.....	80
Figura 39 - Envasadora.....	80
Figura 40 - Dimensionamento da caixa de papelão	81
Figura 41 - Câmara Fria	82
Figura 42 - Bombas pneumáticas	83
Figura 43 - Caldeira	83
Figura 44 - Diagrama de sistema de lodos ativados	87
Figura 45 - Layout da Twice.....	91
Figura 46 - Área dos ambientes do layout.....	92
Figura 47 - Diagrama PFD	93

Figura 48 - Fluxo de caixa.....	106
--	------------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre o leite de proteína proveniente de animal e de fonte de amendoim, para porção de 1 copo (200 mL).....	23
Tabela 2 - Distribuição e quantidade a ser produzida	37
Tabela 3 - Vazão mássica do leite de amendoim.....	38
Tabela 4 - Vazão mássica da etapa de dosadora do leite de amendoim	39
Tabela 5 - Vazão mássica da etapa de lavagem do leite de amendoim	39
Tabela 6 - Vazão mássica da etapa de moagem do leite de amendoim.....	40
Tabela 7 - Vazão mássica da etapa de filtração do leite de amendoim.....	40
Tabela 8 - Ensaio experimental do subproduto	41
Tabela 9 - Vazão mássica da etapa de secagem do subproduto	42
Tabela 10 - Composição da formulação da calda do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	42
Tabela 11 - Fração mássica dos compostos da formulação do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	42
Tabela 12 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	45
Tabela 13 - Vazão mássica da etapa de homogeneização do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	46
Tabela 14 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	47
Tabela 15- Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	49
Tabela 16 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	51
Tabela 17 - Dados e valores para o aquecimento da água da moagem do amendoim	53
Tabela 18 - Dados e valores do balanço energético para a moagem.....	53
Tabela 19 - Condições no armazenamento do leite de amendoim	54
Tabela 20 - Correntes de secagem do subproduto.....	55
Tabela 21 - Umidade em base seca.....	56
Tabela 22 - Capacidade calorífica de secagem subproduto.....	57
Tabela 23 - Entalpias da secagem subproduto úmido e seco.....	57
Tabela 24 - Vazão mássica do ar e umidade absoluta do secador.....	58
Tabela 25 - Condições da pasteurização para o primeiro aquecimento no sorvete <i>gourmet e fitness</i>	59
Tabela 26 - Condições da pasteurização para o segundo aquecimento no sorvete <i>gourmet e fitness</i>	60
Tabela 27 - Condições da pasteurização para o primeiro resfriamento no sorvete <i>gourmet e fitness</i>	60
Tabela 28 - Condições da pasteurização para o segundo resfriamento no sorvete <i>gourmet e fitness</i>	61
Tabela 29 - Condições da homogeneização no sorvete <i>gourmet e fitness</i>	61
Tabela 30 - Condições do resfriamento do sorvete <i>gourmet e fitness</i>	62
Tabela 31 - Condições de entrada e saída na maturação dos sorvetes da Twice.....	63
Tabela 32 - Condições de entrada e saída do congelamento dos sorvetes da Twice.....	63
Tabela 33 - Condições de temperatura ambiente e pressão R-22	64
Tabela 34 - Condições do líquido refrigerante R-22	65
Tabela 35 - Vazão mássica de vapor requerido	66
Tabela 36 - Energia requerida no pasteurizador sem integração energética para o sorvete <i>gourmet</i>	68
Tabela 37 - Energia requerida no pasteurizador com integração energética para o sorvete <i>gourmet</i>	69
Tabela 38 - Energia requerida no pasteurizador sem integração energética para o sorvete <i>fitness</i>	69

Tabela 39 - Energia requerida no pasteurizador com integração energética para o sorvete fitness	69
Tabela 40 - Dados para cálculo de troca térmica no processo do Leite de Amendoim....	70
Tabela 41 - Especificações do equipamento lavadora de Amendoim	72
Tabela 42 - Especificações do Silo de Amendoim	72
Tabela 43 - Especificações da Dosadora de Amendoim	73
Tabela 44 - Especificações do Trocador de Calor	74
Tabela 45 - Especificações do equipamento para a moagem.....	75
Tabela 46 - Especificações do Tanque de Recepção de Leite Cru.....	76
Tabela 47 - Especificações do Secador de Farelo.....	77
Tabela 48 - Especificações da planta de pasteurizador.....	77
Tabela 49 - Especificações da tina de maturação	78
Tabela 50 - Especificações da planta de pasteurizadora para sorvete fitness.....	79
Tabela 51 - Especificações da produtora de sorvete.....	79
Tabela 52 - Especificações da Envasadora	80
Tabela 53 - Especificações das embalagens com seus respectivos volume	81
Tabela 54 - Quantidades de caixas	81
Tabela 55 - Dados das cargas térmicas.....	82
Tabela 56 - Custo terreno e obras	95
Tabela 57 - Custo dos equipamentos do sorvete gourmet.....	96
Tabela 58 - Custo dos equipamentos do sorvete fitness	96
Tabela 59 - Custo dos equipamentos do leite de amendoim	97
Tabela 60 - Custos totais	97
Tabela 61 - Comparação com empresas que vendem sorvetes veganos	98
Tabela 62 - Receita bruta.....	99
Tabela 63 - Impostos diretos.....	99
Tabela 64 - Quantidade de matéria prima e valor utilizada por mês e ano para os sorvetes gourmet e fitness	100
Tabela 65 - Desconto de INSS na folha de pagamento.....	101
Tabela 66 - Quantidades e custos das embalagens	101
Tabela 67 - Quantidades e Custos de Caixas de Papelão.....	102
Tabela 68 - Custo com sistemas Industriais total	103
Tabela 69 - Custos totais na Twice.....	104
Tabela 70 - Receitas, Custos e Lucros da Twice	104
Tabela 71 - Impostos sobre o lucro	104
Tabela 72 - Amortização	105
Tabela 73 - Quantidade de sorvetes mínimo vendidos na Twice	106
Tabela 74 - Payback da Twice	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FDA	<i>Food and Drug administration</i>
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i>
CMC	Carboximetilcelulose de Sódio
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
SVB	Sociedade Vegetariana Brasileira
GVD	<i>Grand View Research</i>
EDRS	Escritórios de Desenvolvimento Regional
IPEC	Ibope Inteligência
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

g	Gramas
mL	Mililitros
kg	Quilograma
L	Litro
mm	Milímetro
m ³	Metros cúbicos
m_i	Vazão mássica da espécie i
m_t	Vazão mássica total
R\$	Reais
x_i	Fração mássica da espécie i
ρ	Massa específica
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	17
2.1	História	17
3	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	18
3.1	Missão	18
3.2	Visão.....	18
3.3	Valores	19
3.4	Logotipo	19
3.5	Organograma	19
3.6	Produtos Twice.....	20
3.6.1	ChoCoffee.....	20
3.6.2	CaraMendo	21
3.6.3	RedVeg	21
3.7	Matérias-primas.....	21
3.7.1	Gordura Vegetal: Óleo de Palma	21
3.7.2	Açúcares	21
<u>3.7.2.1</u>	<u>Xarope de Glucose.....</u>	<u>22</u>
<u>3.7.2.2</u>	<u>Açúcar invertido</u>	<u>22</u>
<u>3.7.2.3</u>	<u>Stevia</u>	<u>22</u>
3.7.3	Fonte proteica de amendoim.....	22
3.7.4	Estabilizantes	24
3.7.5	Água e ar.....	24
3.7.6	Proteína de ervilha	24
3.7.7	Saborizantes	25
3.7.8	Calda de Caramelo e Frutas vermelhas	25
3.8	Embalagens	25
4	ANÁLISE DE MERCADO	26
4.1	Cenário do mercado de sorvete Mundial, Nacional e Regional	26
5	PÚBLICO-ALVO	28
6	LOCALIZAÇÃO	28
7	JUSTIFICATIVA	30
8	DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	31
8.1	Produção da fonte proteica de amendoim	32

8.1.1	Recebimento do amendoim blanchado tostado.....	32
8.1.2	Dosagem	33
8.1.3	Lavagem	33
8.1.4	Moagem	33
8.1.5	Filtração e armazenamento	33
8.1.6	Secagem do subproduto	34
8.2	Produção do sorvete	34
8.2.1	Mistura.....	34
8.2.2	Pasteurização	34
8.2.3	Homogeneização.....	34
8.2.4	Resfriamento.....	35
8.2.5	Maturação	35
8.2.6	Congelamento	35
8.2.7	Envase.....	36
8.2.8	Endurecimento e armazenamento	36
8.2.9	Transporte	36
9	BALANÇO DE MASSA.....	36
9.1	Leite de amendoim.....	37
9.1.1	Dosadora	38
9.1.2	Lavagem	39
9.1.3	Moagem	39
9.1.4	Filtração e armazenamento	40
9.1.5	Subproduto.....	41
9.2	Balanço de massa para obtenção da calda base para sorvete gourmet e fitness	42
9.2.1	Pasteurização	44
9.2.2	Homogeneização.....	45
9.2.3	Resfriamento.....	46
9.2.4	Maturação	48
9.2.5	Congelamento	50
10	BALANÇO DE ENERGIA DO PROCESSO	51
10.1	Leite de Amendoim.....	52
10.1.1	Trocador de Calor 1	53
10.1.2	Moagem	53
10.1.3	Armazenagem do leite - Resfriamento 1	54

10.2	Balço de energia sorvete <i>gourmet e fitness</i>	58
10.2.1	Trocador de Calor 2	60
10.2.2	Pasteurizaço - Resfriamento 2	60
10.2.3	Resfriamento 3	61
10.2.4	Homogeneizaço.....	61
10.2.5	Trocador de Calor - Resfriamento 4	62
10.2.6	Maturaço	62
10.2.7	Congelamento	63
10.3	Balço de energia para o líquido refrigerante	64
10.4	Balço de energia para a caldeira	66
11	INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA.....	67
11.1	Sorvete gourmet	68
11.2	Sorvete fitness.....	69
12	ÁREA DE TROCA TÉRMICA DOS EQUIPAMENTOS	70
13	DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS	71
13.1	Leite de Amendoim.....	71
13.1.1	Lavadora	71
13.1.2	Silo.....	72
13.1.3	Dosadora	73
13.1.4	Trocador de calor bitubular	74
13.1.5	Moagem	75
13.1.6	Filtrador e tanque de armazenagem.....	76
13.1.7	Secador do subproduto	76
13.2	Calda Base	77
13.2.1	Planta de pasteurizaço.....	77
13.2.2	Tina de maturaço.....	78
13.2.3	Produtora de sorvete	79
13.3	Envasadora.....	80
13.4	Câmara fria	81
13.5	Bomba	82
14	TRATAMENTO DE RESÍDUOS	83
14.1	Resíduos sólidos	84
14.2	Resíduos líquidos	84
14.2.1	Tratamento de Efluentes.....	85
14.2.1.1	Tratamento físico.....	85

14.2.1.2	Tratamento físico-químico	86
14.2.1.3	Tratamento biológico.....	86
15	CONTROLE DE QUALIDADE	87
15.1	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle	88
15.2	Boas Práticas de Fabricação	89
15.3	Procedimento Operacional Padrão	89
15.4	Controle de qualidade da água	89
16	LAYOUT	90
17	DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSOS	92
18	VIABILIDADE FINANCEIRA.....	94
18.1	Investimento inicial.....	94
18.1.1	Investimento com equipamentos e depreciação anual.....	95
18.2	Receita bruta	98
18.3	Impostos diretos	99
18.4	Custos operacionais	100
18.4.1	Custo com Matérias-Primas.....	100
18.4.2	Custo do Leite de Amendoim Anual	100
18.4.3	Salário dos colaboradores da Twice	101
18.4.4	Custo com insumos.....	101
18.4.5	Custo com Material de Limpeza.....	102
18.4.6	Custo com sistemas industriais.....	102
18.4.7	Custo com escritório	103
<u>18.4.7.1</u>	<u>Baixa Duração</u>	<u>103</u>
18.4.8	Custo totais na Twice.....	103
18.5	Impostos sobre o lucro	104
18.6	Amortização	105
18.7	Fluxo de caixa.....	105
18.8	Ponto de equilíbrio.....	106
18.9	Taxa mínima de atratividade (TMA).....	107
18.10	Tempo de payback.....	107
19	CONCLUSÃO.....	108

1 INTRODUÇÃO

O sorvete é um alimento gelado que cresceu gradativamente pelo mundo todo. Sendo uma opção refrescante para a população e com o tempo passou a ser muito consumido, consequentemente aumentando sua produção pelo mundo. No entanto, sua demanda possui uma dependência local, de população e seus aspectos culturais, afetando diretamente na procura e no consumo (ZANI, 2019).

Segundo a Portaria da Anvisa nº 266, de 23 de Setembro de 2005, sorvete é definido como:

“Sorvetes são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo.”

Com isso, a produção do sorvete parte-se de uma base de emulsão estabilizada, quando submetida a processos tecnológicos estabelecidos e tem como resultado uma mistura que possui consistência cremosa e refrescante, com um sabor agradável para os seus consumidores. Os principais ingredientes para a produção do sorvete são: proteína, açúcar, gordura e aditivos (SANTANA et al., 2003).

A legislação brasileira determina que o produto deve conter, no mínimo 2,5% de gordura e 2,5% de proteína, com origem láctea ou substituídos por produtos não lácteos. Outros ingredientes como frutas, chocolates, açúcares e outras substâncias podem ser adicionadas desde que não descaracterize o produto (BRASIL, 2005).

Nos dias atuais, a escolha dos consumidores por opções saudáveis e naturais também cresceu, a fim de beneficiar a saúde, reforçando a utilidade de alimentos com propriedades funcionais e componentes que apresentam qualidade ao produto, como teores de fibras e/ou proteínas, juntamente a inovação de produtos com qualidade sensorial e nutricional (RODRIGUES et al., 2018).

Com isso, em conjunto com a procura por produtos mais saudáveis, uma parcela da população tem adotado comportamentos veganos. O veganismo tem por objetivo focar em questões éticas e ambientais que propagam as lutas pelos direitos dos animais, buscando equilíbrio de consideração moral entre animais e humanos. Desta forma, os considerados veganos possuem uma restrição desde a alimentação até vestuário e entretenimento, evitando todo o tipo de produto de origem animal (FARIAS, 2014).

Assim, este trabalho tem o propósito de desenvolver o projeto de uma indústria de produção de sorvetes veganos, a Twice. Dessa maneira, relata-se a história da área de sorvetes, a análise de mercado, descrição do processo produtivo, além de balanço material e energético juntamente com o dimensionamento dos equipamentos, proposta de tratamento de resíduos e viabilidade econômica.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Diante do surgimento do sorvete, ao longo dos anos ocorreram muitas mudanças no processo de produção do sorvete por meio de novas tecnologias que favoreceram sua textura, sabores e aplicações para o produto (GIORDANI, 2006).

2.1 História

Há cerca de 3 mil anos, houve o primeiro relato de origem chinesa, onde o sorvete era preparado a partir de uma pasta de leite de arroz com um pouco de neve advinda das montanhas, juntamente com a polpa de frutas destinada ao sabor (VIEIRA, 2017).

No decorrer do tempo, esta prática foi herdada pelos árabes que a utilizaram para fazer caldas geladas e produção sem leite, sendo conhecidos como sorbets. Técnica também empregada posteriormente em países como a Grécia e Itália (ABIS, 2007).

No século XIV, Marco Polo apresentou algumas receitas revolucionárias na Itália, substituindo a neve por água. Em seguida, o sorvete chegou à França através do monarca Francisco I, com o surgimento da primeira sorveteria em Paris. Logo, o sorvete atingiu as terras britânicas e, por conta do processo de colonização, houve a chegada inevitável do sorvete nos Estados Unidos, gerando um impacto para a história (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2016).

A chegada deste produto no Brasil se deu por consequência de comerciantes que compraram gelo de um navio americano, Madagascar, vindo de Boston, e misturaram com frutas. Este deveria ser de consumo imediato, com horas marcadas para a venda, dando início então à primeira sorveteria aberta no país (NASCIMENTO, 2017).

As primeiras aparições do sorvete em São Paulo foram no século XIX pela imprensa paulista, no jornal Correio Paulistano, convocando a sua população para a degustação de sorvete e, como dito anteriormente, havia data e hora marcada, devido à falta de armazenamento (NASCIMENTO, 2017).

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Twice é uma empresa brasileira, localizada em Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo e região Sudeste do Brasil, voltada à produção de sorvetes veganos, saudáveis e saborosos.

O nome Twice em inglês significa “duas vezes” remetendo à ideia de que o consumidor vai querer repetir o sorvete devido às suas características e sabores marcantes, além de tornar-se um produto assíduo na sua rotina. Também remete à ideia principal da empresa com a alusão do termo “ice” proveniente do “ice cream” que traduzido do inglês consiste na palavra sorvete.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que fiscaliza as empresas de setores da saúde, como produção ou comercialização de medicamentos, limpeza e alimentos, o porte da empresa refere-se à capacidade econômica. Com isso, relacionando o faturamento anual bruto, a Twice caracteriza-se como uma empresa de grande porte por ter um faturamento inferior a 50 milhões de reais (CONTABILIZEI, 2022).

3.1 Missão

A missão da Twice será de disseminar e ampliar a cultura do consumo de produtos veganos, proporcionando saúde aos consumidores e garantindo a qualidade dos sorvetes por meio do desenvolvimento tecnológico em sabores, aromas e texturas. Além de prezar pelo bom relacionamento com os colaboradores, fornecedores e parceiros, crescendo de forma econômica e social.

3.2 Visão

Ganhar reconhecimento, se tornar referência nacional na produção de sorvetes veganos saudáveis, buscando sempre por novas tecnologias de processos e ampliando o portfólio com produtos derivados. Atuar progressivamente de forma sustentável, maximizando a produção e reduzindo os custos operacionais. Ser reconhecida pelos princípios éticos, com participação ativa em causas ambientais. Além disso, os colaboradores terão a oportunidade de tomar iniciativas com ideias e inovações que se relacionem à empresa, além de exercitar o empreendedorismo e o trabalho em equipe.

3.3 Valores

- Ética;
- Inovação;
- Produtos condizentes com público-alvo, veganos, *fitness* e intolerantes à lactose;
- Satisfação dos clientes;
- Crescimento sustentável;
- Criatividade e ousadia;
- Comprometimento com o meio ambiente.

3.4 Logotipo

A Figura 1 representa o logo da Twice trazendo aspectos modernos com a fonte básica e em caixa baixa. Dessa forma, também é possível observar a letra “i” do nome da empresa principalmente remetendo ao foco principal que é o sorvete através do símbolo.

Figura 1 - Logo da Twice

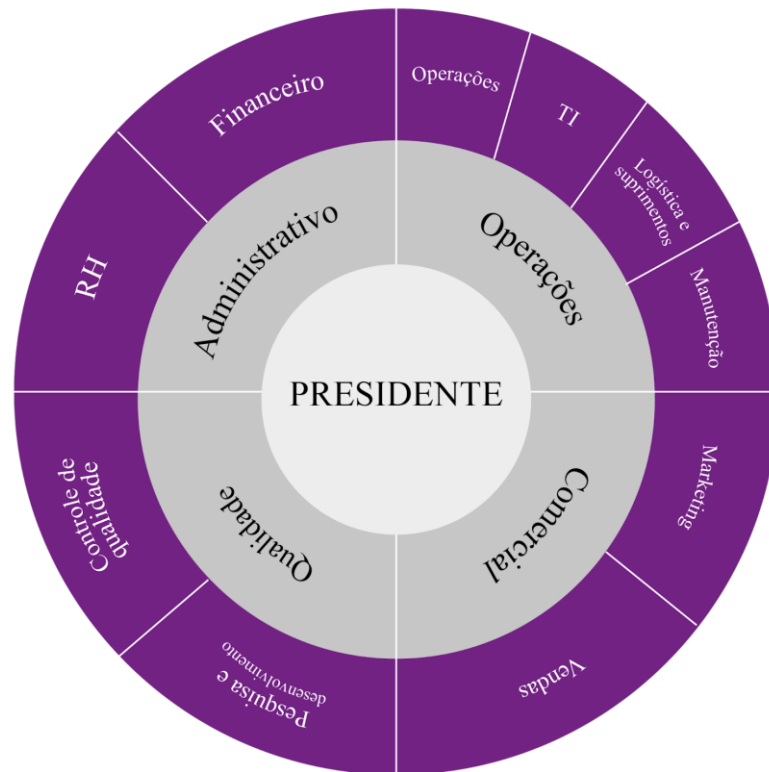


Fonte: Autoria própria (2022)

3.5 Organograma

Escolheu-se para a empresa uma organização focada principalmente no sistema operacional do produto a ser fabricado. Para que este seja bem-sucedido utiliza-se o método de organograma circular representado na Figura 2.

Figura 2 - Organograma da Twice



Fonte: Autoria própria (2022)

Nesse organograma a gestão empresarial está fundamentada nas áreas de operações, comercial, qualidade e administrativo. As quatro áreas distintas têm o intuito de representar toda a hierarquia da empresa, destacando pontos como uma maior modernidade, trabalho em equipe, comunicação e resultando na independência e sucesso como empresa.

3.6 Produtos Twice

Todos os produtos da marca são produzidos à base de leite de amendoim, sendo elas compostas por duas linhas distintas, a fitness para um consumo mais saudável e a gourmet.

3.6.1 ChoCoffee

Este produto é a base chocolate e café como saborizantes. A combinação destes dois sabores é equilibrada para agradar o paladar do consumidor em que nenhum elemento se sobressai ao outro.

3.6.2 CaraMendo

Base de baunilha, saborizante e calda de caramelo juntamente com pedaços de amendoim, que se transforma em uma explosão de sabores quando consumido.

3.6.3 RedVeg

Base e calda de frutas vermelhas, o principal diferencial deste produto é que este é destinado a linha fitness. Desta forma, utiliza-se como açúcar, o adoçante Stevia e, também, adição extra de proteínas, sendo que estas características são fundamentais para um pós-treino adequado.

3.7 Matérias-primas

Para produzir o sorvete com aspecto cremoso e saboroso são necessários como principais ingredientes: gordura vegetal, açúcares, fonte proteica, emulsificante e saborizantes. A interação de cada ingrediente, na dosagem certa, resulta na textura ideal, com uma melhor incorporação de ar e aumento elevado de resistência ao derretimento.

3.7.1 Gordura Vegetal: Óleo de Palma

No sorvete, a gordura é a responsável por fornecer a cremosidade, maciez e sabor, além de dificultar o derretimento (MACHADO, 2005).

Ao longo do processo de fabricação, os glóbulos de gordura se acumulam em torno da superfície do ar que é injetado e, por consequência, essa gordura reveste as bolas de ar formadas (SOLER, 2001). Desta maneira, o sorvete com baixo teor de gordura traz a sensação de frio intenso na boca e isso acontece, pois, a gordura reduz a sensação de gelado no paladar e assim contribuindo para uma melhor degustação (COSTA; LUSTOZA, 1998).

O óleo de palma é obtido através da extração do fruto da palmeira, e esse produto vem ganhando a indústria de alimentos por não interferir no sabor ao ser introduzido em outros alimentos e também por se incorporar melhor ao sorvete comparado com outros tipos de óleos (CORSINI, 2006).

Na produção de sorvetes da Twice, o óleo de palma será importado da Indonésia que é o maior produtor do mundo em relação a essa matéria-prima.

3.7.2 Açúcares

Os açúcares têm as funções de adoçar os sorvetes, manter sua textura e maciez. Ele reduz o ponto de congelamento do sorvete, fazendo com que a massa não fique extremamente

rígida em temperaturas baixas como -15 °C a -18 °C, permitindo um melhor manuseio e textura (CLARKE, 2004).

Para a produção do sorvete escolheu-se uma mistura de glucose e açúcar invertido para a linha gourmet e a Stevia para fitness.

3.7.2.1 Xarope de Glucose

A glucose, também designada por glicose, é o monossacarídeo mais abundante na Natureza, estando presente nos frutos doces. Para a produção de sorvetes, o xarope de glucose é ideal pois há o processo de mistura dos ingredientes para melhor homogeneização. Sua principal função é evitar a cristalização do açúcar, intensificar a viscosidade e maciez. Em sorvetes, o xarope é capaz de aumentar o tempo de conservação do produto e promover brilho no produto (MAGO INDÚSTRIAS, 2022).

3.7.2.2 Açúcar invertido

O açúcar invertido é composto de frutose e glicose, em igual medida. O seu poder adoçante é maior do que o da sacarose, assim como o seu poder anticongelante. Por ser não cristalizável, permite que o sorvete permaneça maleável, bem como ajuda na formação de pequenos cristais de gelo, de modo a obter uma textura suave, mais agradável e refinada.

3.7.2.3 Stevia

É um adoçante natural, obtido da planta Stevia Rebaudina berttoni. Podendo substituir o açúcar, adoçando até trezentas vezes mais, sendo feito a partir do glicosídeo de esteviol (rebadiosídeo), que é considerado pela FDA (Food and Drug administration) como seguro. Dentre seus benefícios, não possui calorias, reduzem os níveis de açúcar no sangue, favorecem o colesterol HDL, diminuindo os problemas cardiovasculares (WATTS, 2020).

Para o sorvete fitness, em busca de alternativas do convencional é utilizado, portanto, a Stevia para fornecer aos clientes baixa caloria e muita proteína.

3.7.3 Fonte proteica de amendoim

A escolha dessa fonte para o sorvete foi fundamentada no baixo custo de produção e por ser uma opção no intuito de substituir o leite animal na alimentação do consumidor vegano. Também chamada de leite de amendoim, possui um sabor tênue comparado com outros leites vegetais como leite de coco.

Apresenta-se como um alimento alternativo para milhares de pessoas que buscam uma alimentação saudável por meio da bebida de proteína vegetal. Destinado também a grupos de pessoas alérgicas às proteínas do leite de vaca além de auxiliar quem possui intolerância à lactose (KOUANE et al, 2005).

A Tabela 1 apresenta o comparativo nutricional entre o leite proveniente do animal e a fonte proteica de amendoim.

Tabela 1 - Comparativo entre o leite de proteína proveniente de animal e de fonte de amendoim, para porção de 1 copo (200 mL)

	Animal			Amendoim
	Integral	Semi-desnatado	Sem Lactose	
Energia	496 KJ 118 Kcal	KJ 87 Kcal	88 Kcal	397 KJ 95 Kcal
Carboidratos	8,8g	9,3g	9,4g	3,00 g
Açúcar	8,8g	9,3g	9,4g	0,00g
Proteínas	6,2g	6,5g	6,6g	12g
Gorduras	6,4g	2,6g	2,6g	7g
Saturada	4,0g	1,7g	1,8g	1,5g
Trans	0g	0g	0g	0,0g
Monoinsaturada	-	0,5g	0,6g	4,5g
Poli-insaturada	-	0,5g	0g	1,0g
Colesterol	22mg	11mg	11mg	0mg
Fibras	0g	0g	0g	1,0g
Sódios	300mg	126mg	126mg	80mg

Fonte: NINHO (2022); FATSECRET BRASIL (2017)

Ao fazer o comparativo, observa-se que o leite animal contém mais calorias e colesterol do que a fonte de amendoim, podendo causar problemas de saúde no coração e aumento de peso. Contudo, observa-se na Tabela 1, que essa diferença não demonstra ser tão significativa nesse caso. Ainda assim, o amendoim, além de baixa caloria, contém uma pequena quantidade de gordura saturada quando comparada aos demais, sendo uma excelente opção para quem busca uma fonte proteica, além de ser livre de lactose para os alérgicos e intolerantes (KEPNER, 2018).

3.7.4 Estabilizantes

O estabilizante de sorvete é um aditivo que garante a preservação das características naturais do produto, retardando o derretimento do sorvete, melhorando a textura, prevenindo seu ressecamento e controlando a separação da gordura da calda durante seu congelamento (BARBOZA, 2020)

Para tanto, a goma escolhida foi a carboximetilcelulose de sódio (CMC), utilizada na indústria alimentícia em todo o mundo, possui uma grande capacidade de absorver e reter água, controlando os cristais de gelo e açúcar, além do controle de sinérese. Proporcionando uma suavidade e textura para o sorvete, possuindo capacidade de estabilizar o ar incorporado (BARBOZA, 2020).

Além de que a CMC pode formar complexos solúveis e insolúveis com proteínas, o que ajuda na estabilização, podendo variar de acordo com o pH do meio, os ingredientes e o processo de produção. Não é calórico, pois não é metabolizado pelo organismo humano, sendo seguro de acordo com a ANVISA e FDA (BARBOZA, 2020).

3.7.5 Água e ar

Utiliza-se de água potável para a produção onde é destinada ao processo de lavagem do amendoim e fabricação do leite de amendoim, a qual é distribuída pelo poço artesiano presente na indústria e na região (CLARKE, 2004).

O sorvete da Twice é 50% composto por ar, onde é incorporado pelo processo overrun, e está relacionado diretamente com a qualidade do sorvete, afetando na textura proporcionando maciez do sorvete e no rendimento, afetando no volume do produto, além da homogeneização das gorduras e das proteínas presentes, para uma ideal maturação da calda (GOFF, 2013).

3.7.6 Proteína de ervilha

A proteína leguminosa tem crescido em popularidade, sendo a favorita, com intuito de substituir aquela proveniente de animais. Possui uma estimativa de até 2025 quadruplicar as vendas e devido ao clima, espera-se que o Canadá se torne o líder de produção (SHAKER et al., 2019).

Além disso, possui um alto teor de fibra (cerca de 5g para cada 100g do produto), controlando a appetite e reduzindo o inchaço, possuindo oito, dos nove aminoácidos essenciais presentes (SHAKER et al., 2019).

Assim, para a linha Twice fitness, a cada 200 mL do sorvete serão utilizados 25g de proteína, sendo 13g proveniente desse vegetal.

3.7.7 Saborizantes

São compostos utilizados no sorvete com o objetivo de conferir e intensificar o aroma e o sabor. Saborizantes em pó para sorvete são desenvolvidos para que o aroma e o sabor não se percam com o congelamento, além disso, ajudam estabilizando e dando a coloração no produto (FOODBASE, 2021).

Desse modo, é possível utilizar o saborizante para complementar no sabor, na cor e consequentemente garantindo um padrão esperado no sorvete.

Os saborizantes utilizados na produção são o de baunilha, café, cacau e frutas vermelhas, os quais serão destinados aos respectivos sorvetes, CaraMendo, ChoCoffee e RedVeg.

3.7.8 Calda de Caramelo e Frutas vermelhas

Com o intuito de auxiliar na saborização do produto e trazer uma experiência aos consumidores, utiliza-se além do saborizante, a calda de caramelo destinada ao sorvete gourmet, CaraMendo, a qual traz uma cremosidade e característica ao sorvete.

Já para a linha fitness, que conta com sabor de frutas vermelhas, há a presença não só do seu próprio saborizante como também da sua calda de frutas vermelhas presente entre o sorvete.

3.8 Embalagens

A empresa Twice utilizará embalagens de 120 mL para o sorvete fitness e de 480 mL para o sorvete gourmet. As embalagens serão feitas de papel, sendo uma tendência considerando o fato de que sua decomposição na natureza ocorre em um menor tempo, além de trazer junto consigo a consciência ambiental esperado pelo público vegano. Também é um material 100% reciclável, não havendo alteração no sabor do produto, além de ser impermeável, evitando vazamento no momento do transporte. Além disso, é resistente à temperatura, suportando o congelamento e podendo ser mantidas sob refrigeração (SCUADRA, 2020).

Além da embalagem principal serão utilizadas caixas de papelão na hora de realizar a armazenagem do produto e seu transporte, a fim de facilitar o tempo para o carregamento dos

caminhões que saem da indústria. Essas são terceirizadas por uma gráfica especializada no setor alimentício localizada na capital de São Paulo, sendo capaz de comportar toda demanda que a uma empresa de médio porte requer.

Figura 3 - Representação sorvete CaraMendo



Fonte: Autoria própria (2022)

4 ANÁLISE DE MERCADO

4.1 Cenário do mercado de sorvete Mundial, Nacional e Regional

O sorvete é um alimento que possui uma grande demanda pela população. Com o tempo, este passou a ser muito consumido e conseqüentemente aumentou sua produção pelo mundo. O seu propósito possui uma dependência local, de população e seus aspectos culturais, afetando diretamente na procura e no consumo (ZANI, 2019).

No ano de 2020, a Allied Market Research, uma empresa de pesquisa de mercado e consultoria, constatou que o mercado global de sorvetes somou um valor de R\$331.931,41 milhões e há uma perspectiva de que o mercado de sorvete cresça em um valor de R\$595,85 bilhões até 2023.

O sorvete vegano toma uma grande proporção no mercado devido ao crescimento de pessoas que adotam um estilo de vida vegano e vegetariano, e também vários outros alimentos e ingredientes de origem vegetal que conseqüentemente acabam ganhando um público cada vez maior. Segundo a Technavio, empresa de pesquisa de mercado e consultoria com cobertura global, diz que esse mercado de sorvete vegano irá exceder a um valor de R\$3,41 bilhões em 2024 (VEGANBUSINESS, 2022).

Considerando a quantidade de pessoas que adotam um estilo de vida com certas restrições alimentares, tem-se que aproximadamente 7 milhões de brasileiros são veganos. É

um número que vem crescendo de acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), o que implica na busca por produtos de origem vegetal (CETA, 2021).

De acordo com o relatório da Grand View Research (GVR), enquanto o mercado global e geral de sorvete cresce a uma taxa anual de 4,2% no período de 2022 a 2030, o mercado de sorvete vegano é possível que cresça cerca de 9%. (ARIOCH, 2022).

Além disso, é importante destacar que o Brasil é considerado o décimo maior produtor de sorvete no mundo (SEBRAE, 2021).

Pensando em uma escala mundial, a Nova Zelândia é o país que mais consome sorvete, estando no topo do ranking de consumidor mundial de sorvetes. Cada habitante saboreia em média 28,3 litros de sorvete no ano. O segundo lugar é ocupado pelos Estados Unidos, com uma média de 20,8 litros (MENKE, 2018).

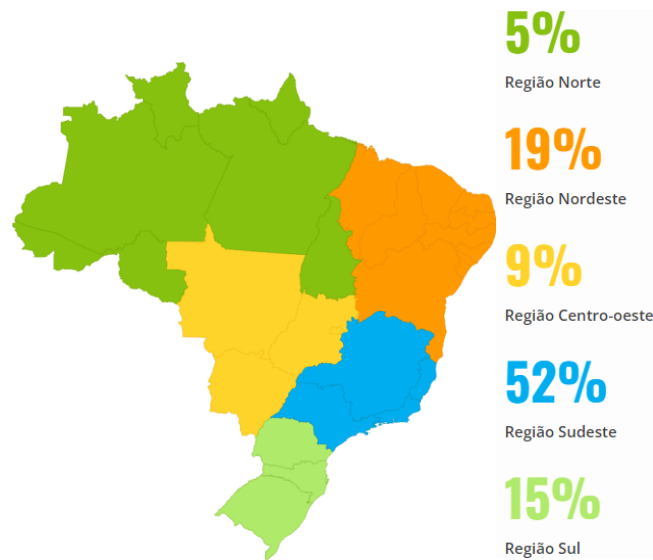
Neste ranking, o Brasil ocupa o 11º lugar com 4,7 litros por habitante por ano. Nos últimos anos, a ABIS constatou o crescimento a partir de 2003 até 2016, com um volume inicial de 686 milhões para um valor de 1 bilhão (SEBRAE, 2021).

A região Sudeste apresenta representa 52% do consumo de sorvete do país, sendo este a maior porcentagem consumidora (ABIS, 2021).

O sorvete é um alimento que possui uma grande demanda pela população. Com o tempo, este passou a ser muito consumido e conseqüentemente aumentou sua produção pelo mundo. O seu propósito possui uma dependência local, de população e seus aspectos culturais, afetando diretamente na procura e no consumo (ZANI, 2019).

No ano de 2020, a Allied Market Research, uma empresa de pesquisa de mercado e consultoria, constatou que o mercado global de sorvetes somou um valor de R\$331.931,41 milhões e há uma perspectiva de que o mercado de sorvete cresça em um valor de R\$595,85 bilhões até 2023.

Figura 4 - Consumo de sorvete regional do Brasil



Fonte: ABIS (2021)

5 PÚBLICO-ALVO

Os sorvetes Twice atendem um público vegano que busca substituir derivados de origem animal, como também seus intolerantes e alérgicos.

Além disso, os produtos buscam fornecer ao consumidor moderno alimentos veganos que sejam de ótimo sabor, saudáveis, confiáveis e sustentáveis.

Deste modo, a Twice conta com as linhas fitness e gourmet. Considera-se que ambas as linhas abrangem principalmente ao público vegano devido a sua composição natural, no entanto, não há uma restrição, ou seja, os produtos da Twice podem ser consumidos por qualquer tipo de público. Assim, a primeira tem como objetivo atingir especialmente um público-alvo direcionado às pessoas que praticam atividade física e consomem produtos pós-treino como busca de alternativas para consumo de proteínas. Já o segundo contém uma combinação de sabores para pessoas que além de tudo também podem obter uma alimentação saudável, baseando-se em uma dieta restritiva.

6 LOCALIZAÇÃO

A produção de amendoim no Brasil no período entre 2010/2011, chegou a ser equivalente a 242,3 mil toneladas. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento a Conab, cerca de 80% do seu cultivo tem destaque no estado de São Paulo, sendo as

principais regiões produtoras, Alta Paulista e Alta Mogiana, abrangendo as cidades de Marília, Tupã, Ribeirão Preto, Jaboticabal e Sertãozinho (GRÃOS UNIÃO, 2016).

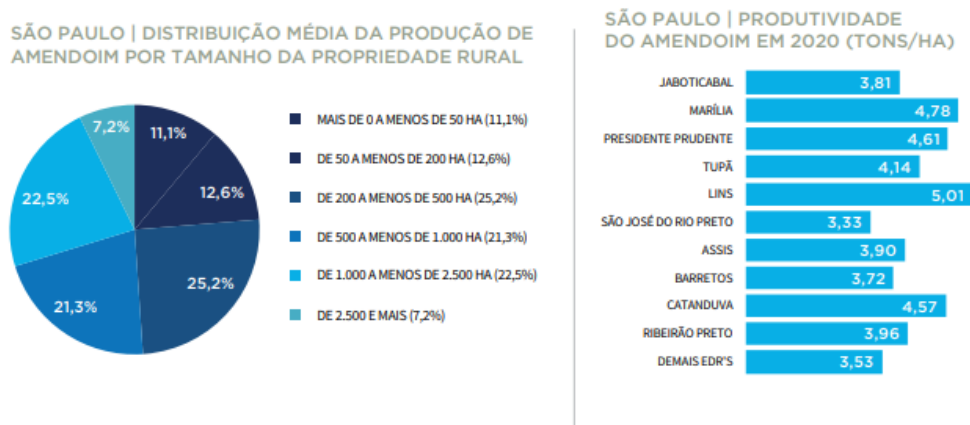
A escolha da região em que será realizada a instalação da indústria de sorvete vegana, levou em consideração a elevada produção de amendoim, devido ao fato de ser a principal matéria-prima da qual é retirado o extrato aquoso, denominado também como leite de amendoim. Além disso, foi analisada a logística de entrada e saída do nosso produto final, visto que é de fácil escoamento para os possíveis locais em que se concentram o maior público-alvo do nosso produto, como São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro e Curitiba. Havendo também uma economia quanto ao custo de produção, transporte etc.

A região de Ribeirão Preto está a cerca de 330 km de distância de uma das maiores metrópoles do Brasil, onde possui uma das melhores rodovias, permitindo que haja um escoamento de produtos para diversos locais do país com uma maior facilidade, juntamente com terrenos com preços acessíveis (INVESTSP, 2021).

A Lei Estadual 16.640 sancionada em 2018, denomina Jaboticabal como sendo a Capital do Amendoim, de modo que a cada quatro toneladas que o Brasil exporta, Jaboticabal representa uma tonelada dessa produção, colocando o estado de São Paulo como responsável por 90% da produção nacional (ACIAJA, 2018).

Por meio da Figura 5, verifica-se como ocorre a distribuição da produção de amendoim em São Paulo, cada cidade e seu respectivo tamanho com relação à produção. Com esses dados fornecidos pelo IEA-SAASP, por Escritórios de Desenvolvimento Regional (EDRs), observa-se que a produção do estado de São Paulo tem capacidade de aumentar ainda sua produção, realizando somente aperfeiçoamentos em fatores relacionados ao aumento da produtividade, onde o indicador varia entre 3,3 tons/ha a mais de 5,0 tons/ha.

Figura 5 - Distribuição Média da Produção de Amendoim no Estado de São Paulo

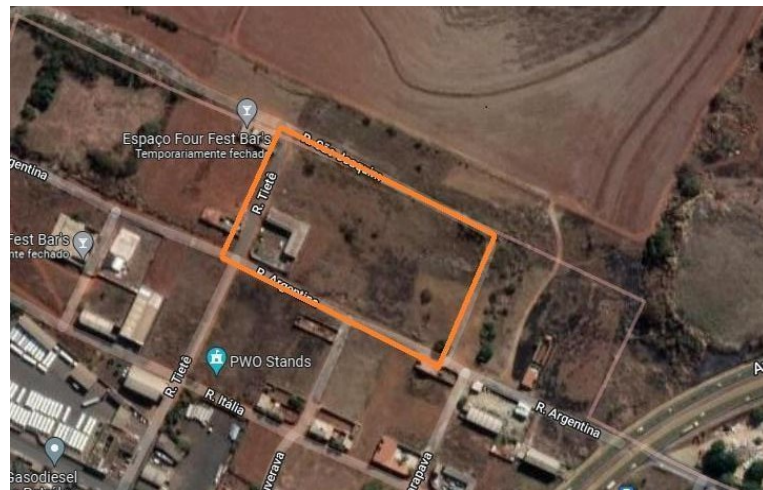


Fonte: Agronegócio do Amendoim no Brasil (2021)

Assim, após a devida ciência dos fatores esclarecidos acima, escolheu-se como localização para a indústria de sorvete, apresentada no devido trabalho, a cidade de Ribeirão Preto e principalmente pelo fato da relação que existe da região de extração da matéria-prima a ser utilizada.

Verifica-se na Figura 6 a área industrial de Ribeirão Preto, em que se encontra o Parque Industrial Tanquinho, local desejado para a instalação da indústria Twice, apresentado na imagem a seguir.

Figura 6 - Localização Parque Industrial Tanquinho de Ribeirão Preto



Fonte: Google Maps (2022)

7 JUSTIFICATIVA

O Brasil apresenta na maior parte de seu território um clima Temperado, Tropical Equatorial e Tropical de Altitude, todos com temperaturas elevadas ao longo de todo ano. Considerando o fator climático, a venda do sorvete torna-se vantajosa, pois ele é servido da forma congelada e, portanto, consumido como um alimento refrescante (ORDÓNEZ, et.al, 2005).

Além disso, a adoção de uma alimentação saudável está cada vez mais presente na vida de todos. É possível notar isso quando se avalia o crescimento pela busca de soluções

plant-based, ou seja, aproximando os produtos vegetais do sabor e da textura do alimento à base animal. Cada vez mais pessoas estão diminuindo o consumo de proteína animal por substituição por produtos de origem vegetal (FOOD CONNECTION, 2021).

As indústrias de alimentos devem estar atentas às tendências e mudanças no comportamento do consumidor, de acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira, segunda à pesquisa do IPEC, antigo Ibope Inteligência, mais de 30% das pessoas já escolhem opções veganas em restaurantes e outros estabelecimentos e quase metade dos entrevistados não comem carne um ou mais dias por semana por escolha própria (SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA, 2021).

Dessa forma, hoje, a demanda por produtos veganos é maior que a disponibilidade sendo uma oportunidade a ser explorada. Com esse propósito, a Twice apresenta o lançamento de sorvetes veganos cremosos e cheios de sabor, mas desenvolvido apenas com ingredientes vegetais.

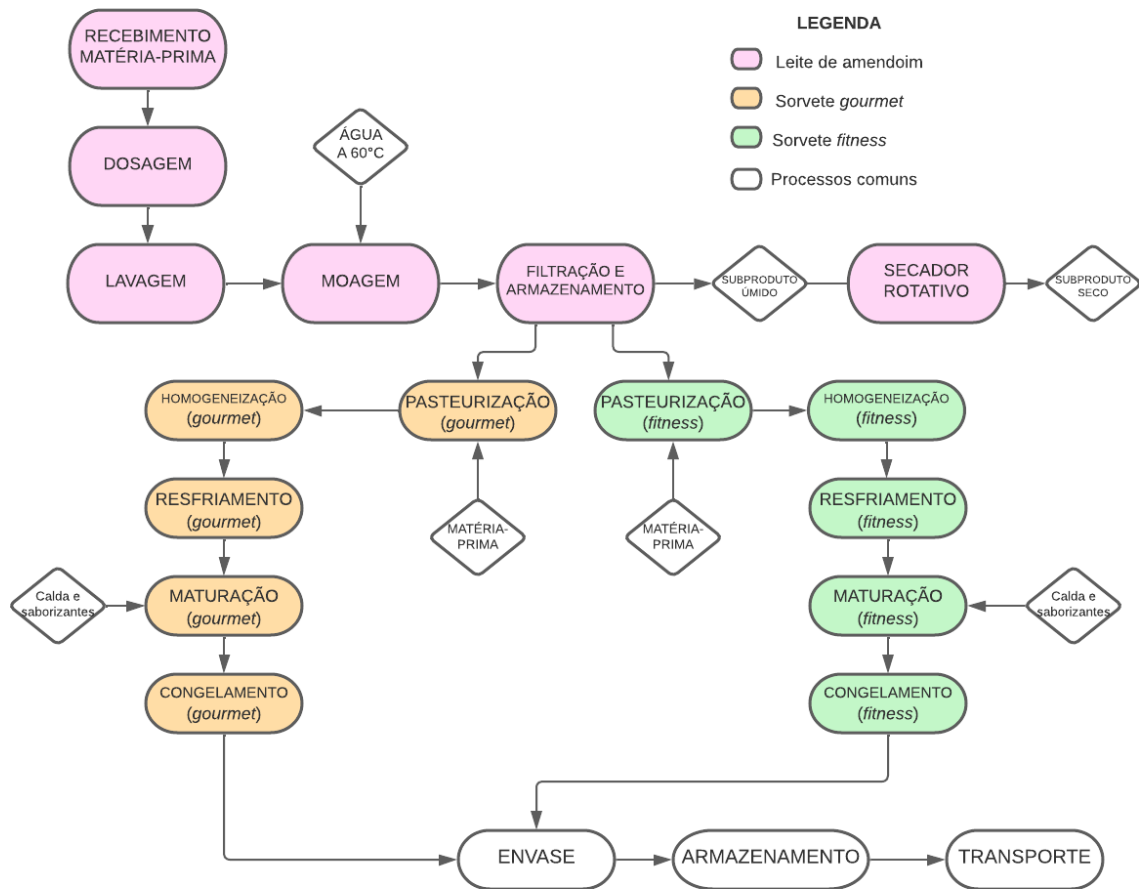
Um composto feito à base de leite vegetal de amendoim, contendo duas linhas. A primeira delas sendo uma excelente opção para o consumidor vegano através dos sorvetes *gourmet*, de alta qualidade agradando ao paladar do público.

A segunda para aqueles que buscam um consumo saudável focado também em um melhor preparo físico, trazendo ingredientes excelentes a um pós treino, além de fornecer proteínas que satisfazem o apetite com menos caloria. Isto é devido ao seu menor teor de açúcares adicionados, fazendo com que o sorvete Twice não aumente o teor de açúcar no sangue tanto quanto uma porção de sorvete comum.

8 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A empresa Twice conta com uma linha de produção inicialmente da fonte proteica de amendoim, na qual em seguida é destinada a fabricação dos sorvetes *gourmet* e *fitness*. Todas as etapas estão apresentadas no fluxograma exposto na Figura 7, além da descrição de forma detalhada de cada processo posteriormente.

Figura 7 - Descrição e fluxograma do processo produtivo



Fonte: Autoria própria (2022)

Para visualização de cada sabor produzido, têm-se os seguintes fluxogramas para o *gourmet* e *fitness* de acordo com seus sabores onde se encontram em processos comuns no endurecimento, armazenamento e transporte.

8.1 Produção da fonte proteica de amendoim

8.1.1 Recebimento do amendoim blanchado tostado

O amendoim utilizado é terceirizado e recebido diretamente da empresa agroindustrial presente em Jaboticabal, que irá enviá-lo já despelucado e torrado através do processo de blanchamento, pronto para uso na produção do sorvete. A matéria prima será armazenada em um silo para que seja possível sua conservação e uso posterior.

8.1.2 Dosagem

Após o recebimento da matéria-prima, esta é levada a uma dosadora para que seja feita a pesagem correta da quantidade de amendoim que será destinada ao processo de produção do leite de amendoim e por fim ser encaminhado ao processo de lavagem.

8.1.3 Lavagem

O amendoim é pesado de acordo com a quantidade necessária para produção do sorvete e será enviado para uma lavadora na proporção 1:4 considerando a massa do grão de amendoim (kg) para o volume de água (L), no intuito de remover impurezas mais grosseiras.

8.1.4 Moagem

Essa etapa é realizada por meio de um conjunto de lâminas, que possibilita a moagem juntamente a centrifugação do amendoim com a adição de água aquecida na proporção de 1:8 considerando a massa do grão de amendoim (kg) para o volume de água (L) a 60°C, que posteriormente permite a passagem do leite de amendoim. Por fim, o leite é transportado até o processo de filtração (BARROS, 2013).

8.1.5 Filtração e armazenamento

Para a operação de filtração utiliza-se o filtro do tipo peneira para que aconteça a separação do leite com a massa de amendoim residual, a fim de retirar os grãos e o subproduto formado, finalizando em um produto totalmente líquido concentrado e pronto para ser utilizado (BARROS, 2013).

Após a filtração dita anteriormente, o leite de amendoim é armazenado em baixas temperaturas, a cerca de 4°C, para evitar a proliferação de microrganismos. Em seguida, encaminhado para o processo de mistura e produção dos sorvetes (ALBUQUERQUE, 2012).

8.1.6 Secagem do subproduto

O subproduto da massa de amendoim é levado para uma secador rotativo que retira toda a umidade, em seguida armazenado e destinado a indústrias alimentícias, visto que este é rico em fibras, sendo ideal para a produção de cookies e pasta de amendoim.

8.2 Produção do sorvete

8.2.1 Mistura

A operação de mistura é a primeira etapa para a produção da massa que serve como base para todo o processo produtivo. A Twice conta com duas linhas de produção com matérias-primas distintas, como o adoçante, proteína de ervilha para o sorvete RedVeg e açúcares mais comuns como xarope de glucose e açúcar invertido para os sorvetes ChoCoffee e CaraMendo, o fluxograma foi dividido em mistura *gourmet* e *fitness* (OLIVEIRA, 2012).

8.2.2 Pasteurização

Neste momento, o leite de amendoim é tratado para eliminar os microrganismos que podem estar presentes e colocar em risco os consumidores. O processo ocorre em uma planta pasteurizadora, onde será submetido um aquecimento em temperatura de cerca de 70°C. Em seguida, ocorre rapidamente o resfriamento do mesmo até 4°C, o qual acaba ajudando na mistura dos ingredientes e garantindo a conservação do sorvete (CAMPOS, 2018).

8.2.3 Homogeneização

O homogeneizador está englobado juntamente com a planta pasteurizadora, sendo este um tanque com aquecimento. Esta etapa evita uma possível separação seguida de formação de uma camada indesejada de gordura, reduzindo e uniformizando as partículas presentes e as transformando em pequenas gotículas. Desta forma, é possível garantir uma calda com textura adequada com um aumento de temperatura de até 80°C, sendo capaz de visualizar uma maior capacidade referente aos próximos processos que ocorrem, como a mistura deste com o

restante das matérias-primas e evitando a facilidade do derretimento do produto (CAMPOS, 2018).

8.2.4 Resfriamento

Em seguida, a mistura é resfriada a 4°C, por meio de trocadores de calor, escoando fluido refrigerante resultando na troca térmica na superfície dos ductos. Este processo é capaz de tornar o produto mais viscoso (FOODBASE, 2021).

8.2.5 Maturação

Essa etapa é responsável pela definição do sabor e coloração do produto, além de garantir uma maior suavidade na textura do sorvete. Esta ocorre em tinas de maturação, onde permanecem por um período entre 4 a 12 horas em baixas temperaturas de cerca de 4°C, juntamente com a agitação lenta e constante. Neste momento, o foco principal é desenvolver a calda e desta forma, durante a maturação, tem-se a presença de partículas do leite de amendoim que se ligam diretamente com a água livre. Esta é capaz de hidratar os estabilizantes presentes e em seguida regular a formação de cristais de gelo (CAMPOS, 2018).

Na Twice, a maturação da mistura *gourmet* ocorre para os três sabores, ChoCoffee, CaraMendo e RedVeg. Isto se dá por conta das distintas matérias-primas nas quais os sorvetes possuem, uma com saborizantes de chocolate, café e baunilha, e calda de caramelo e frutas vermelhas.

8.2.6 Congelamento

O processo ocorre em duas etapas, a primeira em uma máquina produtora que deve ocorrer de forma rápida pois enquanto a mistura é agitada realiza-se a incorporação do ar (*overrun*), evitando a formação de cristais de gelo e a transformando em algo semelhante à característica macia e espumosa. E na segunda, a mistura será congelada a uma temperatura de -3°C até que não haja formação de cristais de gelo (OLIVEIRA, 2012).

8.2.7 Envase

Nesta etapa já pode-se considerá-la como uma parte da finalização do produto. Este será destinado diretamente para onde será embalado, enviado a distribuição de vendas e por fim, consumido. O sorvete é envasado em uma embalagem de papel flexível, em máquinas com queda vertical em que o produto fica no compartimento acima da linha de produção e, em seguida, é liberado em intervalos regulares, com o intuito de encher a embalagem, nas quais possuem duas variações de volume, de 120 mL e 480 mL para os respectivos sorvetes, linha *fitness* e *gourmet*.

8.2.8 Endurecimento e armazenamento

Como o sorvete é um alimento congelado, requer refrigeração para ocorrer o endurecimento do produto, mantendo em uma consistência cremosa. Com o produto já envasado, é por fim destinado a uma câmara fria a uma temperatura baixa de cerca de -18°C por 6 horas para garantir a finalização do processo (CAMPOS, 2018).

8.2.9 Transporte

Após o seu endurecimento, juntamente da consistência ideal, é enviado para o transporte onde é realizada sua distribuição para os pontos de venda. É importante ressaltar que este processo de transporte é necessário ser feito em câmaras refrigeradas em torno de -18°C pois o sorvete pode derreter, sendo necessário mantê-lo na solidez desejada até o seu consumo.

9 BALANÇO DE MASSA

Inicialmente, considera-se a equação geral do balanço de massa para a produção dos sorvetes veganos da Twice, na qual, posteriormente se adequa a cada produto podendo ser encontrado no Apêndice B em diante. Desta forma, considera-se uma produção de 70000 unidades por semana de sorvetes distribuídos nos sabores de *Gourmet* e *Fitness*, conseqüentemente 280 mil itens mensais, suas respectivas quantidades constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição e quantidade a ser produzida

Produto	Conteúdo	Unidades (semana)	Quantidade (L/semana)	Quantidade (L/h)
Sorvete Gourmet CaraMendo	480 mL	26250	302400	1800
Sorvete Gourmet ChoCoffee	480 mL	26250	302400	1800
Sorvete Fitness RedVeg	120 mL	17500	50400	300
TOTAL	-	70000	655200	3900

Fonte: Aatoria própria (2022)

Com esses dados, realizou-se o balanço material da Twice considerando a equação geral do balanço de massa como:

$$\text{ACÚMULO} = \text{ENTRADA} + \text{GERAÇÃO} - \text{SAÍDA} - \text{CONSUMO} \quad (1)$$

Para a produção dos sorvetes veganos considerou-se que o processo ocorre em regime permanente, sem acúmulo e não há geração e nem consumo de componentes. Os cálculos são apresentados no Apêndice B.

O processo industrial na qual a indústria Twice implementará será o modo de operação em batelada, entretanto, para favorecer os cálculos foi considerado um processo contínuo. Para a produção de todas as linhas de sorvete, a Twice segue um regime de trabalho de 8 horas/dia e 20 dias/mês para suportar a sua capacidade de processamento de 655200 L/semana.

9.1 Leite de amendoim

Faz-se a obtenção do leite de amendoim primeiramente, pois a partir deste será destinado a produção dos sorvetes. No entanto, para determinar os cálculos de balanço do leite analisa-se quais as quantidades necessárias dos ingredientes para a produção dos sorvetes na fábrica podem-se realizar o balanço material para o leite de amendoim também conhecido como fonte proteica.

Posteriormente, considera-se a fabricação do leite de amendoim realizada semanalmente, ou seja, soma-se a quantidade necessária para cada linha dos sorvetes que compõem o portfólio da Twice representados pela Tabela 3.

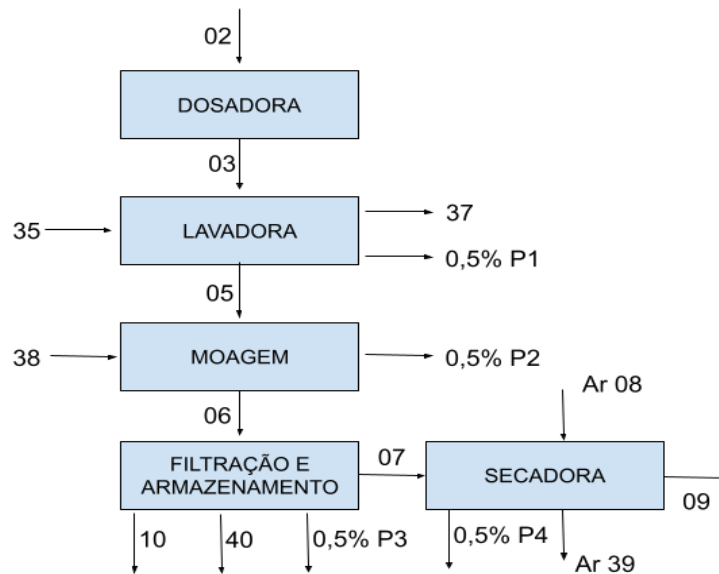
Tabela 3 - Vazão mássica do leite de amendoim

Linha	Quantidade diária (L)	Quantidade semanal (L)
<i>gourmet</i>	8278,16	41390,80
<i>fitness</i>	689,53	3447,65
TOTAL	8967,69	44838,45

Fonte: Autoria própria (2022)

Os cálculos apresentados no Apêndice B5 baseiam-se na Figura 8 de acordo com suas correntes e perdas durante o processo.

Figura 8 - Fluxograma para produção do leite de amendoim

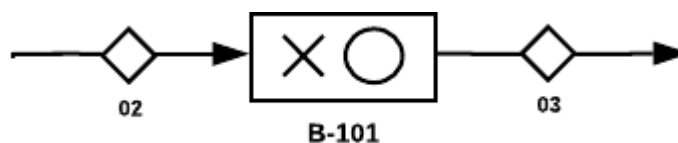


Fonte: Autoria própria (2022)

9.1.1 Dosadora

Nesta primeira etapa do processo de produção do leite de amendoim, a dosadora retira do silo a quantidade ideal para a produção do leite de amendoim semanalmente para seguir as etapas posteriores como ilustrado na Figura 9 e são apresentados os valores do balanço de massa desta etapa na Tabela 4 abaixo, sem consideração de perda.

Figura 9 - Dosadora



Fonte: Autoria própria (2022)

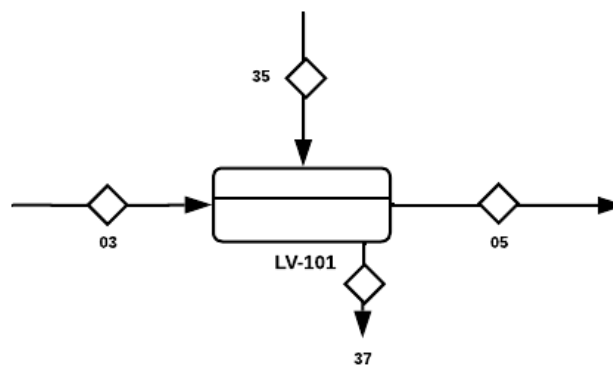
Tabela 4 - Vazão mássica da etapa de dosadora do leite de amendoim

Corrente	02	03
Vazão mássica (kg/semana)	14965,3203	14965,3203

Fonte: Autoria própria (2022)

9.1.2 Lavagem

A etapa de lavagem está presente na Figura 10, em que as vazões de entrada estão representadas pelas correntes 35 com a água e 03 com o amendoim despelculado e torrado. Com isso, as saídas são representadas pelo amendoim lavado (corrente 05) e saída da água (corrente 37).

Figura 10 - Diagrama do processo de lavagem do amendoim

Fonte: Autoria própria (2022)

Considera-se uma perda em massa, P1, de 0,5% resultante da massa que ficará retida nas paredes do tanque. As vazões mássicas estão expostas na Tabela 5.

Tabela 5 - Vazão mássica da etapa de lavagem do leite de amendoim

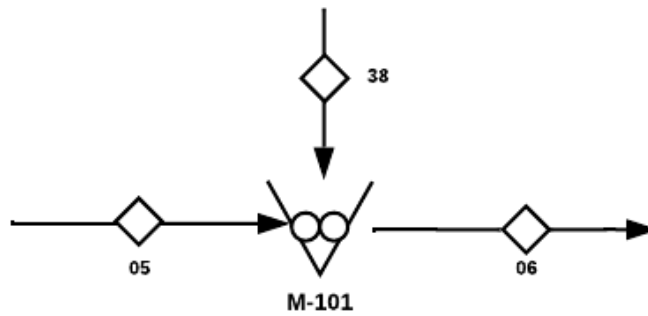
Corrente	03	35	37	05	P1
Vazão mássica (kg/semana)	14965,3203	59861,2811	59861,2811	14950,3699	14,9504

Fonte: Autoria própria (2022)

9.1.3 Moagem

Na etapa de moagem há a entrada das correntes de água e amendoim lavado, representados respectivamente por 38 e 05. Também, há a vazão 06 como saída.

Figura 11 - Diagrama do processo de moagem para produção do leite de amendoim



Fonte: Autoria própria (2022)

Considera-se uma perda em massa de 0,5% e as vazões mássicas estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Vazão mássica da etapa de moagem do leite de amendoim

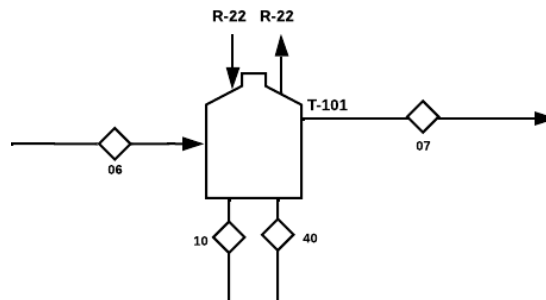
Corrente	05	38	06	P2
Vazão mássica (kg/semana)	14950,3699	48213,3367	62849,4593	314,2473

Fonte: Autoria própria (2022)

9.1.4 Filtração e armazenamento

A filtração e armazenamento apresenta-se pela Figura 12, onde as vazões de entrada estão representadas pela corrente 06. Com isso, as correntes de saída pelas correntes de resíduo, 07, e a fonte proteica de amendoim, respectivamente, representadas por 10 e 40.

Figura 12 - Diagrama do processo de filtração do leite de amendoim



Fonte: Autoria própria (2022).

Considera-se uma perda em massa de 0,5% e as vazões mássicas estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Vazão mássica da etapa de filtração do leite de amendoim

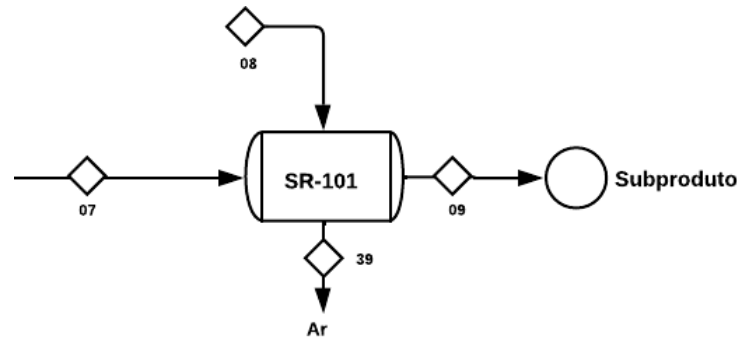
Corrente	06	10	40	07	P4
Vazão mássica (kg/semana)	62849,4593	41390,8015	3447,6016	8871,2539	268,5483

Fonte: Autoria própria (2022)

9.1.5 Subproduto

Após a filtração, o subproduto que foi separado do leite de amendoim é encaminhado para o secador a fim de retirar a umidade para posterior venda.

Figura 13 - Diagrama do processo de secagem do subproduto



Fonte: Autoria própria (2022)

Para essa etapa a corrente de entrada com o subproduto é a 07, proveniente da filtração, com vazão mássica de 8871,2539 kg/semana. De acordo com ensaios experimentais realizados para a produção de 1L de leite de amendoim tem-se 184g de subproduto úmido e após a secagem no forno tem-se 136,16g, ou seja, há 26% de umidade. A Tabela 8 representa os dados obtidos no ensaio experimental ampliado para a corrente 07.

Tabela 8 - Ensaio experimental do subproduto

Corrente 07		
Componente	Fração Mássica	Vazão Mássica (kg/semana)
Resíduo de Amendoim	0,74	6564,7278
Água	0,26	2306,5261
Total	1	8871,2539

Fonte: Autoria própria (2022)

Os cálculos para a massa de ar estão demonstrados no balanço energético para a operação de secagem do subproduto, tendo esse uma vazão mássica de 185511,5328 kg/semana. Além disso, considera-se uma perda em massa de 0,5% e as vazões mássicas estão apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Vazão mássica da etapa de secagem do subproduto

Corrente	08	07	39	09	P4
Vazão mássica (kg/semana)	185511,5328	8871,2539	184583,9751	8826,8977	971,9139

Fonte: Autoria própria (2022)

9.2 Balanço de massa para obtenção da calda base para sorvete gourmet e fitness

A fim de quantificar a formulação para a fabricação ideal do sorvete obteve-se a composição de cada matéria-prima envolvida no processo e apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição da formulação da calda do sorvete *gourmet e fitness*

Ingredientes	Composição do sorvete	Composição do sorvete
	<i>gourmet</i> (%)	<i>fitness</i> (%)
Leite de Amendoim	71,5	55,75
Gordura Vegetal	8	8
Açúcar Invertido	2	13,7
Glucose	12,5	2
Estabilizante CMC	4	0,5
Emulsificante	2	20,05

Fonte: Autoria própria (2022)

Segundo CAMPOS (2018), necessita-se também considerar as frações mássicas das composições em relação aos carboidratos, lipídios, proteínas, cinzas e água. Com isso, calculou-se no Apêndice A suas frações centesimais de acordo com as tabelas nutricionais de cada ingrediente. Por fim, apresenta-se suas devidas quantidades percentuais na Tabela 11.

Tabela 11 - Fração mássica dos compostos da formulação do sorvete *gourmet e fitness*

Ingredientes	Fração mássica do sorvete	Fração mássica do sorvete
	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
Carboidrato	0,1240	0,1358
Lipídios	0,1050	0,1115
Proteínas	0,0429	0,1939
Cinzas	0,0131	0,0013
Água	0,7150	0,5575

Fonte: Autoria própria (2022)

A base do sorvete para a linha *gourmet* são as mesmas, tanto para o CaraMendo quanto para o ChoCoffee, sendo utilizada até o processo de resfriamento e após essa etapa

ocorre a maturação onde insere-se seus respectivos saborizantes. Logo, para o balanço do CaraMendo e ChoCoffee entre as etapas de mistura dos ingredientes e resfriamento considera-se a soma do volume a ser produzido de ambos os sabores, sendo correspondente a 655200 L/semana ou 3900 L/h.

Dessa forma, para a etapa de maturação ocorre a divisão de correntes para a inserção dos saborizantes e caldas. Com isso, tem-se uma produção final de 1950 L/h para cada sabor. No entanto, considera-se a influência do processo de incorporação do ar (*overrun*), na qual afeta o volume do nosso produto final em 50%. Desta forma, pode-se dizer que o volume adequado é de 975 L/h e não mais 1950 L/h. O balanço de massa para o sabor *fitness* frutas vermelhas, estipulou-se em cerca de 50400 litros por semana.

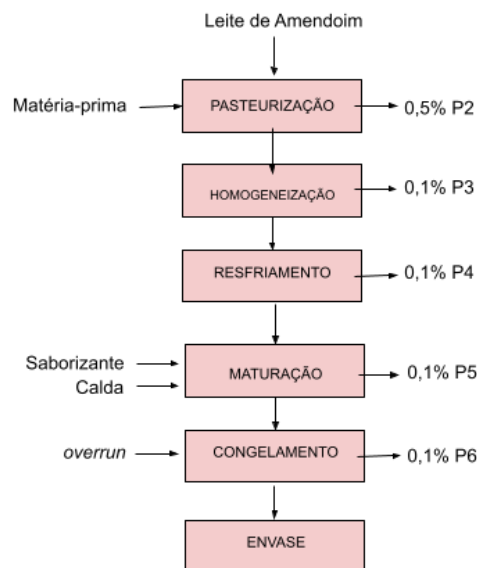
Para o desenvolvimento do cálculo do balanço material é necessário conhecer a densidade do sorvete. Logo, o Apêndice A1 e A2 apresentam os cálculos referentes às densidades dos sorvetes *gourmet e fitness*, respectivamente. (CAMPOS, 2018)

Diante disso, os cálculos para o balanço de massa do sorvete *gourmet* estão apresentados no Apêndice B1 e B2 para as etapas de mistura de ingredientes, pasteurização, homogeneização e resfriamento, e para o sorvete *fitness* estão apresentados no Apêndice B4.

Ao decorrer de cada etapa do processo da fabricação, contabilizou-se perdas (em massa) representadas pela letra P. Estas perdas foram baseadas a partir de CAMPOS (2018), nas quais foram consideradas a partir de uma indústria de sorvetes.

Têm-se nas Figura 14 o fluxograma utilizado para as etapas de obtenção da calda base.

Figura 14 - Fluxograma geral para processo de obtenção da calda base



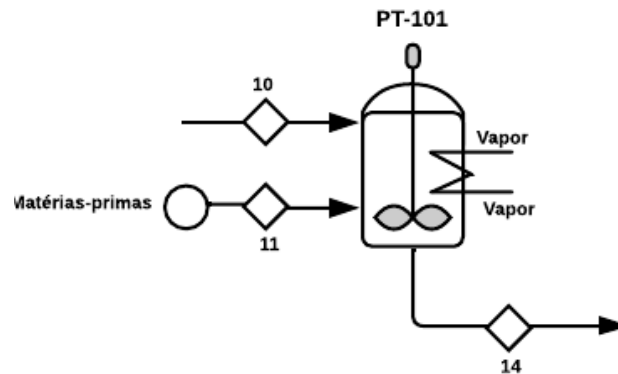
Fonte: Autoria própria (2022)

9.2.1 Pasteurização

Inicia-se a operação da mistura dos ingredientes dentro do tanque pasteurizador, primeiramente para o sorvete *gourmet*, sendo esquematizada na Figura 15, onde a vazão mássica de entrada está representada pelas correntes dos ingredientes onde a corrente 10 é o leite de amendoim vindo do filtrador e armazenador, e a corrente 11 é referente a todas as matérias-primas restantes para a calda base, sendo elas a gordura vegetal, o açúcar invertido, glucose, estabilizante CMC e o emulsificante.

Considera-se uma perda em massa de 0,5% resultante da massa que ficará retida nas paredes do tanque e do aquecimento da mistura.

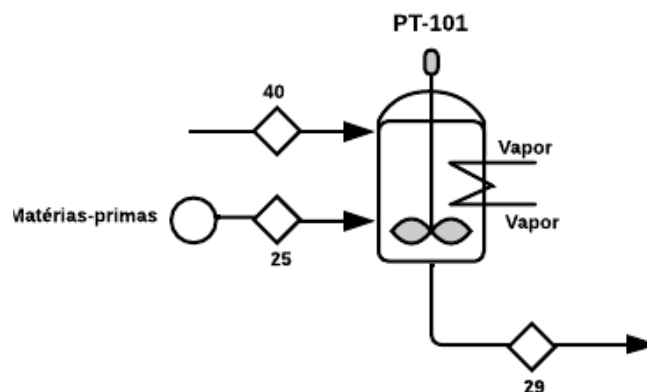
Figura 15 - Diagrama do processo da pasteurização do sorvete *gourmet*



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a mistura dos ingredientes da calda base para o sorvete *fitness* ocorre o mesmo procedimento que anteriormente, no entanto nesta etapa as matérias-primas a serem utilizadas são o que as diferenciam, como o açúcar Stevia e a proteína de ervilha. A partir da Figura 16 abaixo, têm-se as correntes 40 e 25 entrando no pasteurizador para realizar sua mistura e a corrente 29 saindo para a próxima etapa, sendo o resfriamento.

Figura 16 - Diagrama do processo de pasteurização do sorvete *fitness*



Fonte: Autoria própria (2022)

Na Tabela 12, observa-se os dados de vazões mássicas para a etapa pasteurização.

Tabela 12 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete *gourmet e fitness*

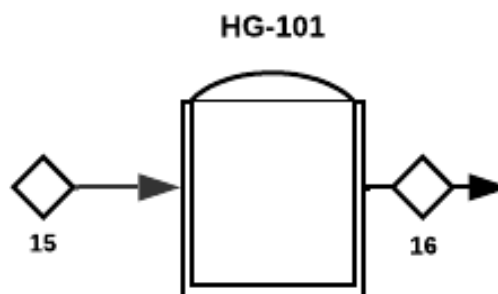
Corrente	Vazão mássica (kg/h)
<i>gourmet</i>	
10	1034,7700
11	386,3871
15	1443,1159
P2	7,2361
<i>fitness</i>	
40	86,1900
25	68,4109
29	153,8280
P2	0,7730

Fonte: Autoria própria (2022)

9.2.2 Homogeneização

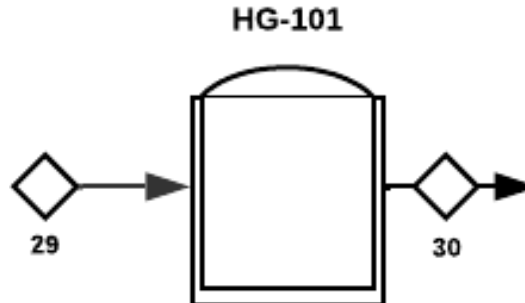
Para a homogeneização foi apresentado o diagrama na Figura 17 e 18 para o *gourmet e fitness*, estas que ocorrem em equipamentos diferentes, resultando em as suas respectivas vazões de entrada e saída, além da consideração de 0,1% de perda para ambas.

Figura 17 - Diagrama do processo de homogeneização do *gourmet*



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 18 - Diagrama do processo de homogeneização do sorvete *fitness*



Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 13 - Vazão mássica da etapa de homogeneização do sorvete *gourmet e fitness*

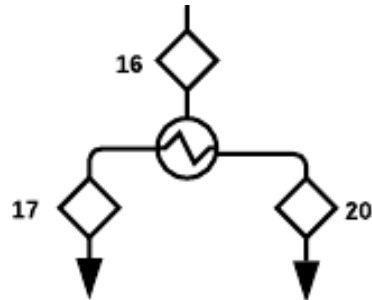
Corrente	Vazão mássica (kg/h)
<i>gourmet</i>	
15	1443,1159
16	1441,6735
P3	1,4431
<i>fitness</i>	
29	153,8280
30	153,6741
P3	0,1538

Fonte: Autoria própria (2022)

9.2.3 Resfriamento

Em relação ao resfriamento exemplificado na Figura 19, consiste na entrada da vazão mássica com corrente 16 e saída 17 e 20 que vão para a linha de produção dos sorvetes CaraMendo e ChoCoffee respectivamente.

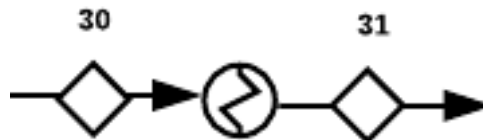
Figura 19 - Diagrama do processo de resfriamento do *gourmet*



Fonte: Autoria própria (2022)

E para o sorvete *fitness*, temos apenas uma corrente entrando e saindo, já que este destina-se apenas ao processo de maturação do RedVeg. Assim, foi disposta a Figura 20 para melhor entendimento.

Figura 20 - Diagrama do processo de resfriamento do sorvete *fitness*



Fonte: Autoria própria (2022)

Além disso, considera-se uma perda em massa de 0,1% e as vazões mássicas para cada linha de sorvete estão expostas na Tabela 14.

Tabela 14 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete *gourmet e fitness*

Corrente	Vazão mássica (kg/h)
<i>gourmet</i>	
16	1441,6735
17	777,7718
20	662,4609
P4	1,4416
<i>fitness</i>	
30	153,6741
31	153,5205
P4	0,1537

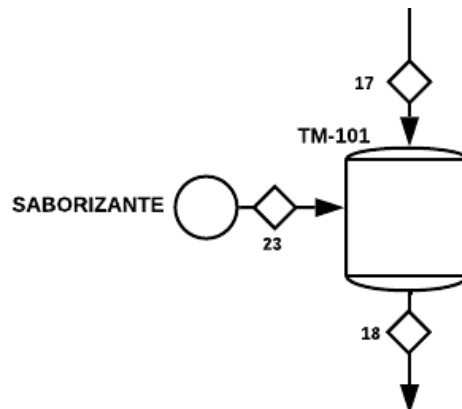
Fonte: Autoria própria (2022)

9.2.4 Maturação

Para o balanço de massa do sabor *gourmet* e *fitness*, estabelece-se uma produção análoga pelo fato dos componentes serem os mesmos utilizados, o que os diferencia é os saborizantes e caldas, se tiver. Nesta etapa, considera uma tina de maturação para cada sabor devido ao tempo de residência do produto dentro do equipamento para proporcionar o aspecto de sorvete. Os cálculos para o balanço de massa de ambos os sabores se encontram no Apêndice B1, B2 e B3.

Nas Figuras 21, 22 e 23 observa-se as correntes de entradas dos saborizantes e caldas, além das saídas com os produtos na saída.

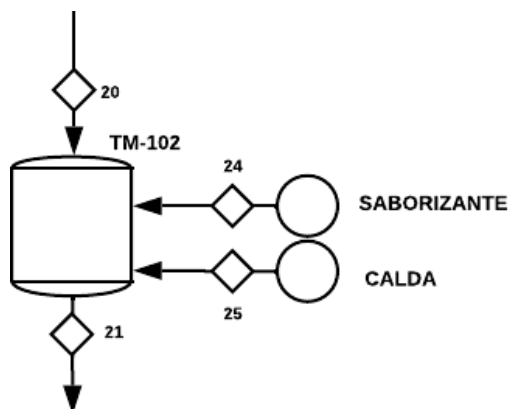
Figura 21 - Diagrama do processo da maturação do ChoCoffee



Fonte: Autoria própria (2022)

Para o CaraMendo, há a entrada de saborizante e calda representados respectivamente pelas correntes 24 e 25. Também, há as vazões mássicas de 20 como entrada e 21 como saída.

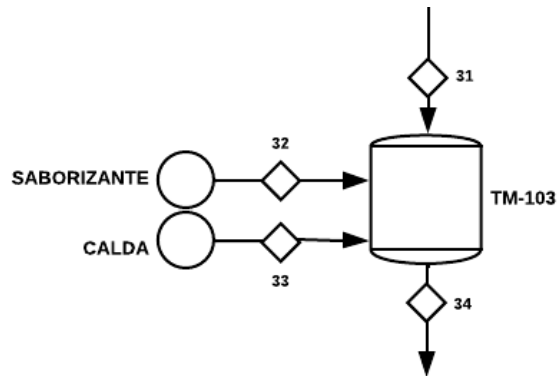
Figura 22 - Diagrama do processo da maturação do CaraMendo



Fonte: Autoria própria (2022)

Na etapa de maturação há a entrada de saborizante e calda representados respectivamente por 32 e 33. Também, há as vazões 31 como entrada e 34 como saída.

Figura 23 - Diagrama do processo de maturação do RedVeg



Fonte: Autoria própria (2022)

Tem-se na Tabela 15 e os dados das correntes considerando uma perda em massa de 0,1%.

Tabela 15- Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete gourmet e fitness

Corrente	Vazão mássica (kg/h)
<i>gourmet - ChoCoffe</i>	
23	116,6658
17	777,7718
18	893,6597
P5	0,7778
<i>gourmet - CaraMendo</i>	
20	662,4609
24	99,3691
25	132,4922
21	893,6597
P5	0,6625
<i>fitness - RedVeg</i>	
31	153,5205
32	0,0768

33	3,0704
34	156,5141
P5	0,1535

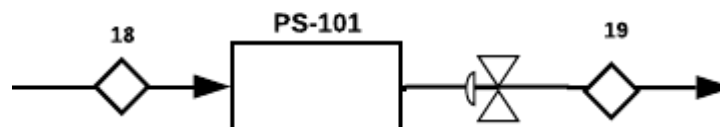
Fonte: Autoria própria (2022)

9.2.5 Congelamento

Para o congelamento é representada pela Figura 24, onde ocorre a vazão de entrada (corrente 18) e de saída (corrente 19).

O envase é a última etapa antes do armazenamento e transporte em que condiciona o produto nas suas embalagens finais. Dessa forma, considera-se uma perda em massa de 0,1% e as vazões mássicas estão expostas na Tabela 16.

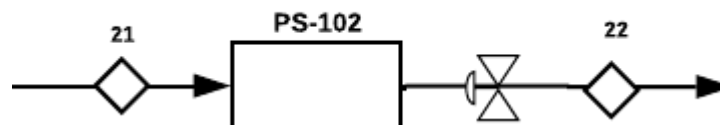
Figura 24 - Diagrama do processo de congelamento do ChoCoffee



Fonte: Autoria própria (2022)

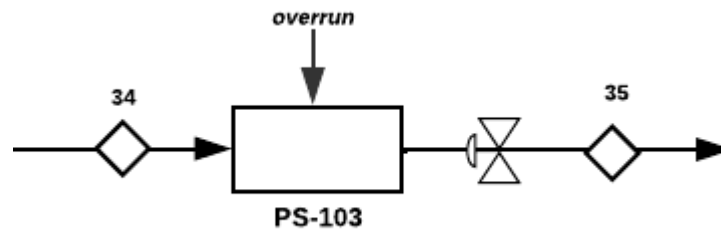
Para o congelamento do CaraMendo é representada pela Figura 22, onde ocorre a vazão de entrada (corrente 21) e de saída (corrente 22).

Figura 25 - Diagrama do processo de congelamento do CaraMendo



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 26 - Diagrama do processo de congelamento do RedVeg



Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 16 - Vazão mássica da etapa de pasteurização do sorvete gourmet e fitness

Corrente	Vazão mássica (kg/h)
<i>gourmet - ChoCoffe</i>	
18	893,6597
19	1785,5322
overrun	
P6	0,8937
<i>gourmet - CaraMendo</i>	
21	893,6597
22	1785,5322
overrun	
P6	0,8937
<i>fitness - RedVeg</i>	
34	153,5205
35	0,0768
overrun	156,35
P6	156,35

Fonte: Autoria própria (2022)

10 BALANÇO DE ENERGIA DO PROCESSO

O balanço de energia é responsável por determinar a troca de energia que decorre ao longo dos processos. Todos os cálculos do balanço de energia referente às etapas presentes que necessitam de energia constam no Apêndice C.

É importante levar em consideração que o calor específico (C_p) está relacionado com a quantidade de energia necessária para que um grama da substância aumente ou diminua 1°C . Assim, com a variação da temperatura de entrada e saída do produto, juntamente com a quantidade total de massa produzida e o C_p calculado, encontra-se a quantidade de energia trocada para o funcionamento de cada processo. (INCROPERA, 2008)

Para a realização deste balanço na Twice, considera-se a seguinte equação.

$$\frac{dE_{Sistema}}{dt} = Q - W + \sum_{i=1}^n \dot{m}_i \left(h_i + \frac{v_i^2}{2} + gz_i \right) - \sum_{j=1}^n \dot{m}_j \left(h_j + \frac{v_j^2}{2} + gz_j \right) \quad (2)$$

Para produção de sorvetes veganos Twice, adota-se um sistema com regime permanente, ou seja, as vazões mássicas de entrada e da saída são as mesmas, não há adição ou remoção de energia na forma de trabalho e a energia cinética e potencial são desprezíveis, e isto resulta em:

$$\dot{Q} = \Delta H$$

Dessa forma, o balanço de energia, para cada equipamento, tem como base a seguinte equação.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

onde, Q representa a quantidade de calor, m é a massa, C_p é o calor específico e T a variação de temperatura.

O sorvete é composto por elementos como carboidrato, cinza, gordura e proteínas. Dessa forma, é possível calcular a energia térmica envolvendo os sorvetes Twice em cada etapa através das equações das propriedades térmicas de cada composto e calcula-se o calor específico (Choi e Okos, 1986).

Desta forma, pode-se calcular o calor específico para cada etapa, sendo esses cálculos dispostos no Apêndice C1.

10.1 Leite de Amendoim

Analisando-se todos os processos da produção do leite, desde a recepção da matéria-prima até a filtragem, observa-se nas etapas de moagem, retirada de umidade do subproduto e

armazenamento as variações de temperatura que interferem no balanço. Para elas, considera-se o cálculo do calor específico explicado anteriormente.

10.1.1 Trocador de Calor 1

Para a etapa de moagem do leite é adicionado água a 60°C no equipamento, mas para isso, é necessário o auxílio de um trocador de calor que será responsável pelo aquecimento da água. De acordo com o Anexo II utiliza-se as propriedades da água líquida para obter a propriedade de Cp referente a água a 60°C e 25°C e os dados são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Dados e valores para o aquecimento da água da moagem do amendoim

	\dot{m} (kg/semana)	T (°C)	Cp (kJ/kg.°C)	Q (kJ/semana)
Entrada	48213,3367	25	4,1773	-
Saída	-	60	4,1904	7049137,832

Fonte: Autoria própria (2022)

10.1.2 Moagem

A moagem é o primeiro processo em que se incorpora o leite de amendoim, nesta etapa, ocorre especificamente a moagem dos grãos de amendoim a partir da adição de água a 60°C. No entanto, definiu-se antecipadamente no balanço de massa a composição do leite devido ao fato deste ser um alimento, considera-se os carboidratos, as gorduras, proteínas, cinzas e água, sendo a última correspondente a sua maior composição.

Considera-se o processo de moagem como regime permanente, ou seja, as vazões mássicas de entrada e de saída são constantes, calor específico constante e o sistema adiabático. Com isso, tem-se a Tabela 18 com os valores utilizados no cálculo e a temperatura de equilíbrio.

Tabela 18 - Dados e valores do balanço energético para a moagem

Substância	\dot{m} (kg/semana)	T (°C)	Cp (kJ/kg°C)
Amendoim	14950,3699	25	3,9587
Água	48213,3367	60	4,1904
Mistura	63163,7066	42,5	-

Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se que vazão mássica de água é superior ao da amendoim, portanto a temperatura ficará mais próxima à temperatura da água, resultando em uma temperatura da mistura de 42,5°C.

10.1.3 Armazenagem do leite - Resfriamento 1

Nesta etapa, deseja-se armazenar o leite de amendoim produzido levando em consideração que o produto mantenha um maior tempo de validade possível para seu uso posteriormente na produção dos sorvetes a baixas temperaturas de cerca de 4°C. Assim, realiza-se os cálculos de calor específico referente a esta etapa, adotando os mesmos valores como da etapa anterior baseada na composição do produto.

Finalizado os cálculos referentes ao calor específico, utiliza-os para balanço de energia na etapa de armazenamento do leite de amendoim, estes apresentados no Apêndice C1.

Tabela 19 - Condições no armazenamento do leite de amendoim

	\dot{m} (kg/semana)	T (°C)	C _p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
Entrada	62849,4593	42,5	3,9651	-
Saída	-	4	-	-10119745,07

Fonte: Autoria própria (2022)

Com os dados apresentados se faz necessário 10119745,07 kJ/h de utilidade fria.

10.1.4 Secagem do Subproduto

Após o processo de moagem, o produto formado é destinado a um filtrador, onde este tem o papel de separar o leite a ser obtido para sua utilização na produção de sorvete do resíduo de amendoim presente. Este subproduto é levado a um secador a fim de retirar a umidade para que esteja pronto para ser enviado aos terceiros que o utilizarão para outros fins. O esquema do processo realizado no secador rotativo é esquematizado na Figura 27 abaixo.

Figura 27- Processo de secagem do subproduto



Fonte: Autoria própria (2022)

As correntes m_{p1} e m_{p2} são variáveis genéricas representando as vazões mássicas do subproduto úmido e seco, respectivamente, nas quais já foram calculadas anteriormente por meio de balanço de massa. Para facilitar o desenvolvimento do balanço de energia, foram utilizadas as variáveis genéricas. A Tabela 20 expressa os dados para a etapa de secagem.

Tabela 20 - Correntes de secagem do subproduto

Corrente	Vazão mássica (kg/semana)	T (°C)	Umidade Y
m_{p1}	8871,2539	25	0,74
m_{p2}	8826,8977	Tbu	0,05

Fonte: Autoria própria (2022)

No secador rotativo o fluxo de ar (m_{ar}) entra em contracorrente retirando a umidade do subproduto do leite de amendoim e com isso ela é aquecida em uma fornalha até a temperatura de 80°C. Nesta etapa é necessário estimar a vazão de ar para obter a vazão de massa com o subproduto seco (m_{p2}). Com o objetivo de simplificar os cálculos fez-se as considerações de que o produto seco sai na temperatura de bulbo úmido (Tbu) e o ar úmido a 10°C acima da temperatura do bulbo úmido. Além disso, leva-se em conta que o regime do processo é permanente, com isso, o balanço de energia é descrito abaixo.

$$\dot{m}_{ar}h_1 + \dot{m}_{ss}h_{p1} = \dot{m}_{ar}h_2 + \dot{m}_{ss}h_{p2} + q \quad (3)$$

h = entalpia da mistura ar-vapor (kJ/kg ar seco)

h_p = entalpia do sólido úmido (kJ/kg sólido úmido)

q = taxa de energia térmica perdida na secagem (kW), e condições adiabáticas $q = 0$

Ainda assim é necessário calcular o balanço de massa a seguir:

$$\dot{m}_{ar}w_1 + \dot{m}_{ss}X_1 = \dot{m}_{ar}w_2 + \dot{m}_{ss}X_2 \quad (4)$$

Onde as variáveis X_1 e X_2 representam as umidades do subproduto seco e úmido, respectivamente, em base seca. Por meio da Equação 5 os valores de X_1 e X_2 foram obtidos, sendo eles expressos na Tabela 21.

$$X_i = \frac{Y_i}{1-Y_i} \quad (5)$$

Tabela 21 - Umidade em base seca

Variável	Valor (kg H ₂ O / kg sólido seco)
X1	2,8461
X2	0,0526

Fonte: Autoria própria (2022)

Para seguir com o balanço de energia, o próximo passo é determinar as entalpias de entrada e saída das massas de ar, entretanto, necessita-se as umidades absolutas (w) através da carta psicrométrica para água a 1 atm. Para otimizar utilizou-se o software CATT3 para obter os dados de umidade absoluta pois encontra-se dados confiáveis em relação a carta psicrométrica. Assim, fez-se necessário determinar a umidade relativa do ar em Ribeirão Preto, local da fábrica da Twice, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), estimando-se em 61%.

Considerando que na fomalha não há alteração na umidade absoluta do ar, conclui-se que ($w_0 = w_1$) sendo possível obter a umidade absoluta da massa de ar aquecido na qual entra no secador rotativo por meio do CATT3, resultando em $w_0 = w_1 = 0,013$.

Após o cálculo da umidade absoluta da massa de entrada de ar (w_1) e tendo conhecido de que a temperatura de entrada do ar aquecido é $T_1 = 80^\circ\text{C}$, utiliza-se a Equação 6 para obter a entalpia de entrada da massa de ar (h_1) pois resulta na entalpia da mistura (ar + vapor) através da psicrometria.

$$h_i = (1,005 + 1,88w_i)T_i + 2501,4w_i \quad (6)$$

$$h_1 = 114,8734 \text{ kJ/kg}$$

A partir disso, encontra-se a temperatura de bulbo úmido (T_{bu}) na saída do secador além das capacidades caloríficas do sólido e líquido de entrada e saída. Para isso, utiliza-se novamente o software CATT3 obtendo um valor de T_{bu} igual $33,2^\circ\text{C}$ considerando $w_1=0,013$ e $T_1=80^\circ\text{C}$.

Sabendo as temperaturas de entrada e de saída da casca úmida e da casca seca, as capacidades caloríficas do líquido (água) foram coletadas nas tabelas de propriedades termodinâmicas para água saturada (SHAPIRO, 2005).

Segundo BARROS (2013) que realizou um estudo de protótipo para a produção do leite de amendoim, considerou-se que a capacidade calorífica do subproduto não altera significativamente com o aumento da temperatura, ou seja, é constante na entrada e na saída do processo levando em consideração o C_p da etapa de moagem. A Tabela 22 apresenta os valores das capacidades caloríficas para o líquido e para o sólido.

Tabela 22 - Capacidade calorífica de secagem subproduto

Variável	Temperatura (°C)	C_p (kJ/kg°C)
C_{pL1}	25	4,178
C_{pL2}	33,2	4,1796
C_{ps1}	25	3,9589
C_{ps2}	33,2	3,9589

Fonte: Autoria própria (2022)

A partir das temperaturas de entrada e de saída, das capacidades caloríficas para o líquido e o sólido, e dos valores de umidade em base seca na entrada e na saída, além de considerar uma temperatura de referência nula para o processo, aplica-se a Equação 7 para encontrar as entalpias de entrada do subproduto úmido (h_{p1}) e de saída seco (h_{p2}).

A Tabela 23 expressa os valores obtidos para as entalpias de entrada e de saída do sólido.

$$h_{pi} = C_{psi}(T_{pi} + T_{ref}) + C_{pLi}(T_{pi} + T_{ref})X_i \quad (7)$$

Tabela 23 - Entalpias da secagem subproduto úmido e seco

Variável	Valor (kJ/kg)
h_{p1}	396,2476
h_{p2}	104,4687

Fonte: Autoria própria (2022)

Finalizando o cálculo do balanço de energia na etapa de secagem do subproduto, calcula-se a entalpia referente a massa de ar que sai do processo, na qual carrega a massa de água removida do produto, e aplica-se a Equação 4 demonstrada anteriormente, porém o

processo não é tão simples, visto que para aplicar a equação é necessário conhecer a umidade absoluta (w_2) após o processo. Como alternativa de resolução desse problema, as equações do balanço de massa e energia foram desenvolvidas em conjunto para então obter-se a Equação 8 abaixo.

$$m_{ss} \frac{(h_1 - h_2)}{(w_1 - w_2)} - m_{ss} \frac{(h_{p1} - h_{p2})}{(h_1 - [(1,055 + 1,88 * w_2)T_2 + 2501,4 * w_2])} = 0 \quad (8)$$

Dessa forma, através do software Microsoft Office Excel, realiza-se uma minimização da Equação 8 sugerindo como valor inicial de $w_2 = 0,029$. Ao minimizar a equação encontrou-se o valor de w_2 referente a raiz da expressão, sendo o valor de umidade absoluta para a massa de ar que sai do processo. Em posse das informações necessárias, aplicou-se a equação do balanço de energia e determinou-se a vazão de ar necessária ao processo. A Tabela 24 expressa os resultados obtidos.

Tabela 24 - Vazão mássica do ar e umidade absoluta do secador

Variável	Valor	Unidade
m_{ar}	185511,5328	kg/semana
w_2	0,0283	-

Fonte: Autoria própria (2022)

10.2 Balanço de energia sorvete *gourmet e fitness*

Da mesma forma em que se realizou o balanço de massa, de acordo com o diagrama do processo (Figura 8), as etapas do sorvete *gourmet e fitness* para os sabores ChoCoffee, CaraMendo e RedVeg são os mesmos até o resfriamento, em seguida a corrente se divide para receber os sabores na etapa de maturação.

10.2.1 Pasteurização

Nessa etapa, os ingredientes entram no pasteurizador a 25°C exceto o leite de amendoim que entra a 4°C a aquecendo a mistura de forma a eliminar os organismos nocivos que se encontram no leite e demais ingredientes. Por ser uma mistura com duas temperaturas diferentes de entrada, utiliza-se a seguinte Equação 9 para se obter o Q, quantidade de calor.

$$Q = (mCp\Delta T)_{mistura} = (mCp\Delta T)_{ingredientes} + (mCp\Delta T)_{leite\ de\ amendoim} \quad (9)$$

Para o processo produtivo levou-se em consideração a integração energética a fim de minimizar possíveis custos da operação mas principalmente haver uma economia quanto a gastos energéticos. Para isso foi necessário encontrar a temperatura de saída ideal do equipamento de pasteurização, este realizado através do software Microsoft Office Excel, por meio do objetivo de se encontrar os valores finais da temperatura a partir da aplicação do Solver, relacionando os valores de Q calculados, até que estes encontrados fossem iguais, tanto na primeira troca de calor, quanto na segunda, onde ocorre o resfriamento.

Como o leite entra a uma temperatura distinta dos outros ingredientes, tem-se calor específico expresso da Tabela 25 considerando $T_i=4^{\circ}\text{C}$.

A quantidade de energia que deve ser trocada para o funcionamento do processo no equipamento de pasteurização foi calculada no Apêndice C4, e os resultados são apresentados na tabela abaixo. Dessa forma, o calor específico para a primeira etapa da pasteurização do sorvete *gourmet* é o somatório dos C_p de cada componente, sendo eles calculados no Apêndice C2, em seguida é multiplicado pela sua fração mássica. Repetiu-se o mesmo processo para o sorvete *fitness*, lembrando que o que difere as caldas são seus ingredientes, sendo que o *fitness*, inclui o adoçante Stevia ao invés do açúcar invertido e a glucose, e adiciona a proteína de ervilha, sendo este o principal ingrediente que o caracteriza como proteico.

Tabela 25 - Condições da pasteurização para o primeiro aquecimento no sorvete gourmet e fitness

	\dot{m} (kg/h)	T ($^{\circ}\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Ingredientes	386,3871	25	3,4987	-
Leite de Amendoim	1034,7700	4	3,9546	-
Mistura	1421,5710	45,8	-	139292,7921
<i>fitness</i>				
Ingredientes	68,4109	25	3,1669	-
Leite de Amendoim	86,1900	4	3,9546	-
Mistura	154,6010	47,8	-	12716,74603

Fonte: Autoria própria (2022)

10.2.1 Trocador de Calor 2

Realizando os cálculos igualmente a etapa anterior, com o objetivo de obter integração energética a fim de obter uma economia referente aos gastos energéticos, isto é, devido ao processo requerer um aumento e diminuição da temperatura drástico. Desse modo, obtém-se os calores específicos dispostos no Apêndice C4.

Sendo assim, conforme calculado na etapa anterior as condições do trocador de calor na entrada e saída são apresentadas na Tabela 26.

Tabela 26 - Condições da pasteurização para o segundo aquecimento no sorvete gourmet e fitness

	<i>m</i> (kg/h)	T (°C)	C _p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Entrada	1421,5710	45,8	3,5109	-
Saída	-	70	-	120670,0375
<i>fitness</i>				
Início	154,6010	47,8	3,1834	-
Fim	-	70	-	10920,8527

Fonte: Aatoria própria (2022)

10.2.2 Pasteurização - Resfriamento 2

Logo após o aquecimento no trocador de calor a mistura volta ao equipamento de pasteurização para resfriar com queda uma na temperatura de 70°C para 42,2°C para a linha *gourmet* e 44,3 para a linha *fitness*, na mistura total.

Dessa forma, as condições da mistura de pasteurização na entrada e saída são as seguintes apresentadas na Tabela 27.

Tabela 27 - Condições da pasteurização para o primeiro resfriamento no sorvete gourmet e fitness

	<i>m</i> (kg/h)	T (°C)	C _p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Entrada	1421,5710	70	3,5279	-
Saída	-	42,2	-	-139292,7921
<i>fitness</i>				
Entrada	154,6010	70	3,2008	-

Saída	-	44,3	-	-12716,74603
-------	---	------	---	--------------

Fonte: Autoria própria (2022)

10.2.3 Resfriamento 3

Finalizando a etapa a partir da uma integração energética novamente, a mistura sai do equipamento de pasteurização e ocorre o resfriamento até atingir a temperatura de 4°C. Apresenta-se os calores específicos em relação à temperatura de entrada para cada componente na Tabela 28.

Portanto, as condições no trocador de calor na entrada e saída são as seguintes.

Tabela 28 - Condições da pasteurização para o segundo resfriamento no sorvete gourmet e fitness

	<i>m_i</i> (kg/h)	T (°C)	C _p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Entrada	1421,5710	42,2	3,5087	-
Saída	-	4	-	-190668,8511
<i>fitness</i>				
Entrada	154,6010	44,3	3,1807	-
Saída	-	4	-	-19818,75975

Fonte: Autoria própria (2022)

10.2.4 Homogeneização

Para o homogeneizador a mistura entra a uma temperatura de 4°C e sai a 80°C de modo a uniformizar a estrutura molecular da calda do sorvete. Da mesma forma que foi realizado na etapa anterior, apresenta-se os valores de C_p calculados no Apêndice C4 a partir da temperatura de entrada.

Com isso, os valores subsequentes de vazão mássica, temperaturas de entrada e saída e o coeficiente calorífico para determinar a quantidade de energia no processo estão dispostos na Tabela 29.

Tabela 29 - Condições da homogeneização no sorvete gourmet e fitness

	<i>m_i</i> (kg/h)	T (°C)	C _p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Entrada	1443,1159	4	3,4885	-

Saída	-	80	-	382614,3707
<i>fitness</i>				
Entrada	153,8280	4	3,4886	-
Saída	-	80	-	40784,52979

Fonte: Aatoria própria (2022)

10.2.5 Trocador de Calor - Resfriamento 4

No resfriamento a mistura entra a 80°C, referente ao processo anterior, e atinge a temperatura de 4°C. Determina-se o C_p para cada componente do produto, estes dispostos na Tabela 30. Dessa forma, é possível obter o calor específico total no resfriamento do sorvete *gourmet e fitness*.

Tabela 30 - Condições do resfriamento do sorvete gourmet e fitness

	\dot{m} (kg/h)	T (°C)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
<i>gourmet</i>				
Entrada	1441,6735	80	3,5359	-
Saída	-	4	-	-387419,096
<i>fitness</i>				
Entrada	153,6741	80	3,5359	-
Saída	-	4	-	-41296,6465

Fonte: Aatoria própria (2022)

10.2.6 Maturação

A partir dessa etapa, a corrente se divide para a maturação dos sabores de ChoCoffee, CaraMendo e RedVeg. As temperaturas de entrada e saída são 4°C e 2°C respectivamente. Primeiramente calcula-se os valores de calor específicos, estes dispostos no Apêndice C4 para cada componente dos respectivos sabores.

Desta forma, calcula-se o calor requerido, Q, pela equação apresentada abaixo.

$$Q = (mC_p\Delta T)_{mistura} = (mC_p\Delta T)_{calda\ base} + (mC_p\Delta T)_{saborizante}$$

A temperatura de entrada do sistema equivale a 4°C, e adotando os mesmos procedimentos para o cálculo do C_p de cada um dos componentes.

Ainda assim, o calor específico na etapa de maturação é o somatório dos C_p de cada componente multiplicado pela sua fração mássica apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 - Condições de entrada e saída na maturação dos sorvetes da Twice

	m_i (kg/h)	T (°C)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
ChoCoffee				
Calda base (Entrada)	777,7718	4	3,4886	-
Saborizante (Entrada)	116,6658	25	3,4987	-
Saída		2		-14814,71923
CaraMendo				
Calda base (Entrada)	662,4609	4	3,4886	-
Saborizante e calda (Entrada)	231,8613	25	3,4987	-
Saída		2		-23279,97414
RedVeg				
Calda base (Entrada)	153,5205	4	3,4886	-
Saborizante (Entrada)	3,1472	25	3,4987	-
Saída	156,6677	2		-1324,387133

Fonte: Autoria própria (2022)

10.2.7 Congelamento

A mistura entra no sistema da produtora de sorvete com temperatura de 2°C e sai no final do processo a -3°C para o envase, mesmo o produto nessa etapa sendo negativo a água no processo encontra-se em estado líquido.

O calor específico para o congelamento dos respectivos sorvetes são os somatórios dos C_p de cada componente apresentado na Tabela 32.

Tabela 32 - Condições de entrada e saída do congelamento dos sorvetes da Twice

	m_i (kg/h)	T (°C)	C_p (kJ/kg°C)	Q (kJ/h)
ChoCoffee				
Entrada	893,6597	2	3,4877	-
Saída	-	-3	-	-15584,1400
CaraMendo				

Entrada	893,6597	2	3,3492	-
Saída	-	-3	-	-15584,1400
RedVeg				
Entrada	156,5141	2	3,4877	-
Saída	-	-3	-	-2729,380827

Fonte: Aatoria própria (2022)

10.3 Balanço de energia para o líquido refrigerante

Por ser um processo de fabricação que necessita diversas etapas de resfriamento, falhas no processo de resfriamento e produção, com aumento de temperaturas indevidas, levam a perdas e grandes prejuízos.

Para a fabricação dos sorvetes Twice optou-se pelos túneis de congelamento contínuos e do tipo espiral, pois essa solução traz maior agilidade a sua produção, evitando o empenho em atividades de baixo valor, como a carga e descarga do túnel. Além disso, como terá grandes produções, utiliza-se os sistemas com R-22 alcançando a mais alta eficiência.

Para garantir a eficiência na remoção do calor nos processos de resfriamento, considerou-se que a relação do fluido entre temperatura ambiente juntamente com a pressão de saída como apresentado na Tabela 33.

Tabela 33 - Condições de temperatura ambiente e pressão R-22

Temperatura ambiente (°C)	Pressão (bar)
18	4,4816
21	4,8263
24	5,5158
32	7,2395
38	8,6184
43	9,9974

Fonte: Adaptado de INSPECTAPEDIA (2020)

Considerou-se a temperatura ambiente em Ribeirão Preto como 24°C, de modo a facilitar os cálculos, resultando na pressão de saída em 5,5158 bar. Considera-se a

temperatura inicial sendo de -60°C , entretanto, o fluido passa para a fase líquida até a temperatura de líquido saturado na pressão de saída e retornando a fase de vapor após a troca de calor.

De acordo com o Anexo X, levando em consideração a pressão de saída em 5,5158 bar foi possível encontrar a temperatura do líquido refrigerante sendo aproximadamente 3°C e o C_p é 1,252 kJ/kg. Após obter esses dados, calcula-se a quantidade necessária de fluido pela Equação 11.

$$m_i = \frac{Q}{C_p \Delta T + h_{fg}} \quad (11)$$

Segundo Moran (2018), a entalpia de vaporização do líquido refrigerante é $h_{fg}=245,35$ kJ/kg. A Tabela 34 apresenta os dados de vazão mássica necessários para as etapas de resfriamento. Entretanto, para o leite de amendoim sabe-se que o calor requerido é $Q = -10119745,07$ kg/semana e convertendo este para hora tem-se $Q = -2023,9490$ kJ/h e as outras correntes se mantêm as mesmas calculadas anteriormente.

Tabela 34 - Condições do líquido refrigerante R-22

	Variável	$T_i(^{\circ}\text{C})$	$T_f(^{\circ}\text{C})$	Q (kJ/h)	m_i (kg/h)
Sorvete gourmet	Armazenagem do leite - Resfriamento 1	3	4	-2023,9490	8,2073
	Pasteurização - Resfriamento 2	3	42,3	-139292,7921	472,8950
	Resfriamento 3	3	4	-190668,8511	773,1850
	Resfriamento 4	3	4	-387419,096	1571,0300
	Maturação ChoCoffee	3	2	-14814,71923	60,6917
	Congelamento ChoCoffee	3	-3	-15584,1400	65,5242
	Maturação CaraMendo	3	2	-23279,97414	95,3714
	Congelamento CaraMendo	3	-3	-15584,1400	65,5242
Sorvete fitness	Pasteurização - Resfriamento 5	3	44,3	-12716,74603	42,809
	Resfriamento 6	3	4	-19818,75975	80,3674

Resfriamento 7	3	4	-41296,6465	167,4630
Maturação	3	2	-1324,387133	5,4256
Congelamento	3	-3	-2729,380827	11,4758
Total			-866553,582	3419,97

Fonte: Autoria própria (2022)

Através da Tabela 34 é possível observar que será necessário 866553,5 kJ/h de utilidade fria além de uma vazão mássica de 3419,97 kg/h, analisando mensalmente, terá uma vazão de 547195,2 kg/mês.

10.4 Balanço de energia para a caldeira

Diante todo processo, há diversas etapas que devem ocorrer em altas temperaturas para que se obtenha o produto desejado na Twice. Para isso, necessita-se de trocadores de calor que se alimentam de um fluido quente, neste caso o escolhido foi o vapor. A produção de vapor inicialmente ocorre em uma caldeira e para em seguida ser possível realizar seu dimensionamento, no entanto, primeiramente analisa-se a quantidade de vapor que será necessária para direcionar aos trocadores de calor.

Supõe-se que o vapor produzido pela caldeira será vapor saturado, assim, realiza-se os cálculos para a quantidade necessária por meio da equação 12, onde Q é o calor a ser transferido para os equipamentos, no qual tem-se o conhecimento devido aos cálculos de balanço de energia já feitos, e h_{fg} é a entalpia de vaporização do líquido.

Segundo Moran (2018) em uma determinada pressão ou temperatura, que neste caso será da temperatura de 150°C, a entalpia de vaporização equivale a 2114,3 kJ/kg e os resultados apresentados na Tabela 35. Da mesma forma da etapa anterior o leite de amendoim que a unidade está em kg/semana e convertendo fica 176228,4458 kg/h.

$$m_i = \frac{Q}{h_{fg}} \quad (12)$$

Os valores encontrados foram dispostos na Tabela 35 a seguir:

Tabela 35 - Vazão mássica de vapor requerido

Equipamento	Q (kJ/h)	m_i (kg/h)
-------------	----------	--------------

Trocador de calor 1	176228,4458	83,3507
Pasteurizador <i>gourmet</i>	139292,7921	65,8809
Trocador de Calor 2	120670,0375	57,0732
Homogeneizador <i>gourmet</i>	382614,3707	180,9650
Pasteurizador <i>fitness</i>	12716,74603	6,0146
Trocador de Calor 3	10920,8527	5,1652
Homogeneizador <i>fitness</i>	40784,52979	19,2898
Total	883227,7648	417,7394

Fonte: Aatoria própria (2022)

Conclui-se a partir dos cálculos que o total de vapor necessário a ser produzido para sua utilização em todo processo é de 417,7394 kg/h.

11 INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA

Devido a alta demanda referente à gastos energéticos dentro de certas indústrias, foi visto a necessidade de um sistema que colaborasse de maneira sustentável com os processos industriais e para isso tem-se a integração energética, trazendo maior viabilidade devido a capacidade de reduzir o fornecimento e consumo energético no sistema produtivo por meio de reaproveitamento de energia, e possivelmente reduzindo os custos da empresa, bem como o desempenho de cada equipamento e consumo de utilidades.

Deste modo, a Twice buscou a melhor alternativa para gerir a economia energética da indústria, tendo em vista dois pontos principais, a economia financeira e energética, trazendo consigo a grande importância nos dias atuais em adotar medidas sustentáveis focada no impacto ambiental.

A partir da análise do processo produtivo, aplica-se a recuperação energética na etapa de pasteurização, pois esta exige uma excessiva troca térmica para atingir altas e baixas temperaturas. Neste caso, tem como objetivo aplicar uma rede de trocadores de calor a partir das próprias correntes de energia do processo. (CRUZ, 2019)

Assim, adota-se um método proposto por Linnhoff e Hindmarsh chamado Método do Ponto de Estrangulamento Energético (MPE), ou também conhecido como Método Pinch, em que se baseia na 1ª e 2ª leis da termodinâmica adotando uma força motriz fixa, ΔT_{min} , sendo

ele considerado o ponto que mais se aproxima das curvas quentes e frias do processo. (PALACIOS BERECHÉ, 2011)

Este método foi aplicado buscando minimizar a quantidade de vapor para o aquecimento e de fluido frio para o resfriamento, utilizando a ferramenta Solver do software Microsoft Office Excel, baseando-se em atingir um ponto, sendo ΔT_{min} igual 10°C.

Os valores encontrados foram incluídos nos cálculos de balanço de energia nos tópicos acima. No entanto, estes foram feitos com valores de C_p variáveis de acordo com a temperatura, ou seja, o gráfico cascata não formaria duas retas paralelas e sim duas curvas crescendo e decrescendo, e notou-se que em algum ponto dentro do pasteurizador encontra-se a diferença de temperatura ΔT_{min} de 10°C.

Pode-se concluir que o Método Pinch foi efetivo para obter a integração energética desejada, adicionando dois trocadores de calor, um disposto após a primeira passagem no pasteurizador na corrente sujeita ao aquecimento, e outro presente depois da segunda passagem, mas agora referente ao resfriamento. É possível ter um melhor entendimento da disposição de cada equipamento a partir do Diagrama PFD da indústria apresentado na Figura 66 posteriormente.

11.1 Sorvete gourmet

Os cálculos feitos sem integração energética para o sorvete *gourmet*, ou seja, o processo de pasteurização sendo aquecido de 25°C até 70°C e posteriormente resfriado até 4°C, resultam nos seguintes valores de calor requeridos.

Tabela 36 - Energia requerida no pasteurizador sem integração energética para o sorvete gourmet

Temp. inicial (°C)	Temp. final (°C)	Q (kJ/°C)
25	70	223815,0138
70	4	-331009,9403

Fonte: Autoria própria (2022)

A partir do momento em que se adota a integração energética, incluindo uma rede de trocadores de calor e realizando a minimização por meio do Solver, da quantidade de calor e resfriamento que será necessária, com base nos calores específicos, C_p , para que se obtenha a temperatura ideal a partir do ΔT_{min} adotado é possível notar uma economia energética. A energia requerida no processo com a integração energética é apresentada na Tabela 37.

Tabela 37 - Energia requerida no pasteurizador com integração energética para o sorvete gourmet

Temp. inicial (°C)	Temp. final (°C)	Q (kJ/°C)
25	45,8	139292,7921
45,8	70	120670,0375
70	42,2	-139292,7921
42,2	4	-190668,8511

Fonte: Autoria própria (2022)

Desta forma, pode-se comparar os valores obtidos nas tabelas anteriormente e conclui-se o fator mais relevante após a integração, a economia de energia requerida para cada etapa. Nota-se que houve cerca de 37.76% de economia no primeiro aquecimento e 57.92% no resfriamento dentro do pasteurizador e conclui-se a efetividade deste procedimento.

11.2 Sorvete fitness

Da mesma forma fez-se para os cálculos de energia requerida sem integração energética para o sorvete *fitness*, ou seja, o processo de pasteurização aquece até 70°C e posteriormente resfria até 4°C. Os valores de calor requeridos e de calor específico neste caso estão especificados na Tabela 38 abaixo.

Tabela 38 - Energia requerida no pasteurizador sem integração energética para o sorvete fitness

Temp. inicial (°C)	Temp. final (°C)	Q (kJ/°C)
25	70	22045.40304
70	4	-32679.88006

Fonte: Autoria própria (2022)

A energia requerida no processo com a integração energética é apresentada na Tabela 39.

Tabela 39 - Energia requerida no pasteurizador com integração energética para o sorvete fitness

Temp. inicial (°C)	Temp. final (°C)	Q (kJ/°C)
25	47,8	12716,7460
47,8	70	10920,8527
70	44,3	-12716,7460
44,3	4	-19818,75975

Fonte: Autoria própria (2022)

Neste é possível notar que houve cerca de 42.32% de economia no primeiro aquecimento de 61.09% no resfriamento conclui-se a efetividade deste procedimento em relação ao pasteurizador.

12 ÁREA DE TROCA TÉRMICA DOS EQUIPAMENTOS

Para realizar a melhor escolha de trocadores de calor diante de todas as etapas, necessita-se calcular a área de troca térmica para cada um respectivamente.

Inicialmente, baseia-se na taxa de transferência de calor dentro dos trocadores a partir da lei de Newton do resfriamento de forma análoga, representada na Equação 13 a seguir. (ÇENGEL; GHAJAR, 2012)

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \quad (13)$$

Onde:

U é o coeficiente global de transferência de calor;

A é a área de troca térmica;

ΔT_{ml} é a diferença de temperatura média logarítmica entre o fluido quente e fluido frio.

Para determinar o valor do coeficiente global de transferência de calor, U, baseia-se novamente no Çengel e Ghajar (2012), onde dizem que o coeficiente em um trocador usando vapor como fonte de calor varia entre 1000 a 6000 W/m²K. No presente cálculo adota-se o valor de 1000 W/m².K para realização dos cálculos para área de troca para a etapa do leite de amendoim. Já para a área de troca térmica para os trocadores de calor referente a produção de sorvete, utiliza-se o valor de 600 W/m².K para o coeficiente global de transferência de calor, a escolha deste é devido a alta viscosidade do fluido a ser trabalhado.

Para a diferença de temperatura média logarítmica podemos calcular o valor a ser aplicado na Equação 13 por meio da Equação 14 abaixo.

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad (14)$$

Assim, determina-se os valores para cada trocador de calor presente e encontra-se a área de troca térmica. Os dados encontrados foram dispostos nas Tabelas 40.

Tabela 40 - Dados para cálculo de troca térmica no processo do Leite de Amendoim

ΔT_{ml} (°C)	Q1 (kJ/h)	U (W/m ² .°C)	A (m ²)	Hg(kJ/kg)	Mvapor (kg/h)
----------------------	-----------	--------------------------	---------------------	-----------	---------------

Leite de Amendoim						
Trocador de calor 1	76,16	8373435,7	600	0,07635	2706,4	3093,84
Sorvete <i>gourmet</i>						
Trocador de calor 2	60,2	103044,6	600	0,04755	2706,4	38,7744
Sorvete <i>fitness</i>						
Trocador de calor 2	76,16	8373435,7	600	0,07635	2706,4	3093,84

Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, é necessário um trocador de calor que comporte 6226,4544 kg/h de vapor.

13 DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Para a fabricação dos sorvetes da Twice, utiliza-se especificamente as máquinas para sorvetes. A escolha deles foi feita a partir da análise cataloga de cada equipamento e sua capacidade, além de seu empenho quanto a produção desejada.

É importante frisar que esta é feita totalmente à base de leite de amendoim, onde na Twice também ocorre sua produção, e é utilizado cerca de 71,5% na base do sorvete. Para sua extração utiliza-se máquinas que seguem o mesmo raciocínio de uma indústria de laticínios.

Os custos com relação aos equipamentos cotados foram considerados nos cálculos quanto a viabilidade financeira posteriormente.

13.1 Leite de Amendoim

13.1.1 Lavadora

A máquina de limpeza de amendoim é o equipamento utilizado no processo responsável pela etapa de lavagem da matéria-prima. É uma máquina de aço inoxidável, equipada com gerador de bolhas para fazer a matéria-prima cair removendo os resíduos de pesticidas e impurezas na superfície do alimento como mostrado na Figura 28.

Figura 28 - Lavadora de amendoim

Fonte: Tsfoodmachine (2014)

Tabela 41 - Especificações do equipamento lavadora de Amendoim

Material	Capacidade (kg/h)	Dimensões (m)
Aço inoxidável	200-500	2,0x9,0x9,0

Fonte: Tsfoodmachine (2014)

13.1.2 Silo

O processo da fabricação do leite de amendoim inicia no recebimento da matéria-prima com o amendoim já despelculado e pronto para ser armazenado em um silo com características próprias para grãos com destinação para fabricação de alimentos. É necessário 6254,7182 kg/semana, ou seja, aproximadamente 28 toneladas de amendoim por mês. Deseja-se armazenar a matéria-prima mensal da indústria, com isso, escolheu-se um silo com capacidade de 30 toneladas para ter margem de erro.

Tabela 42 - Especificações do Silo de Amendoim

Material	Capacidade (ton)	Diâmetro (m)	Altura (m)	Ângulo (°)
Aço inoxidável	30	3,8	6,9	58

Fonte: Technogel (2014)

Figura 29 - Silo de armazenamento do Amendoim

Fonte: Huiju Technologies (2022)

13.1.3 Dosadora

Para ter a quantidade necessária para seguir para etapa de moagem é necessário utilizar uma dosadora semiautomática, eficiente para grãos através de um sistema que utiliza dosagem volumétrica. Dessa maneira, mesmo tendo uma quantidade maior que a necessária, pode-se ter uma dosagem ideal mantendo sempre a qualidade do produto final.

Tabela 43 - Especificações da Dosadora de Amendoim

Material	Capacidade (mL)	Dimensões (mm)	Velocidade (ciclos/min)
Inox 304	500-1000	550 x 650 x 1600	25

Fonte: Cetro Máquinas (2022)

Figura 30 - Dosadora do Amendoim

Fonte: Cetro Máquinas (2022)

13.1.4 Trocador de calor bitubular

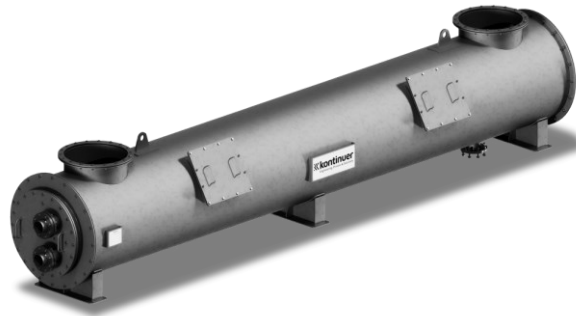
Para a etapa de moagem é necessário ter água aquecida a 60°C, para que isso ocorra a Twice utiliza os trocadores de calor bitubular que são projetados para aquecer água potável utilizada na indústria para diversas finalidades. Eles utilizam os gases normais do processo que ingressam no trocador com temperatura elevada. Ao trocarem calor com a água em temperatura ambiente, que circula dentro do feixe de tubos, há a condensação.

Tabela 44 - Especificações do Trocador de Calor

Material	Vazão de Gás (ton/h)	Peso (ton)	Dimensões (mm)
Aço Inoxidável	5,0	1,3	4500x1400x1700

Fonte: Kontinuer (2022)

Figura 31 - Trocador de Calor



Fonte: Kontinuer (2022)

13.1.5 Moagem

Sendo considerada a etapa mais importante desse processo, é na moagem que obtém-se o leite de amendoim com subproduto. A escolha deste equipamento foi feita pois nota-se que este é um equipamento concebido para a dissolução de sólidos nas indústrias alimentares. Nele há a dissolução do amendoim em recirculação onde a água previamente aquecida no trocador de calor circula através de um depósito enquanto são introduzidos os sólidos de forma manual ou automática na tremonha de mistura.

Tabela 45 - Especificações do equipamento para a moagem

Material	Aspiração de sólidos (kg/h)	Vazão final (L/h)	Dimensões (mm)
Aço Inoxidável	7500	6500	1000x3000x4000

Fonte: INOXPA (2022)

Figura 32 - Equipamento para a moagem



Fonte: INOXPA (2022)

13.1.6 Filtrador e tanque de armazenagem

Nessa etapa, há a separação do leite de amendoim e do subproduto, além de armazenagem logo é necessário a utilização de um equipamento apropriado para leite. Com isso, escolheu-se o Tanque de Recepção de Leite Cru, onde o leite é despejado em um pré-filtro para remover as partículas sólidas mais grossas. O leite é armazenado em um tanque habilitado para isso e com capacidade de 150 litros. Este tanque possui uma sonda que detecta o nível máximo e mínimo. Ao detectar o nível mínimo, permite a entrada em operação. Um filtro localizado na parte inferior realiza uma segunda remoção de partículas mais finas com o subproduto. Além disso, a bomba aciona o leite através do trocador de calor de placas que resfria o fluido de 25°C (máx.) a 4°C.

Tabela 46 - Especificações do Tanque de Recepção de Leite Cru

Material	Capacidade (L)	Dimensões (mm)
Aço inox AISI 304	150	1000 x 2000 x 3000

Fonte: INOXPA (2022)

Figura 33 - Recepção de Leite Cru



Fonte: INOXPA (2022)

13.1.7 Secador do subproduto

A última etapa para produção do leite de amendoim consiste em secar o subproduto proveniente da filtragem, para isso utiliza-se o Secador Farelo em que uniformiza a umidade e temperatura além do dimensionamento ser de acordo com as necessidades e características de

cada fábrica, para o caso da Twice a quantidade de ar necessário para a secagem será de aproximadamente 35 toneladas/dia.

Tabela 47 - Especificações do Secador de Farelo

Material	Capacidade (Ton/dia)	Dimensões (mm)	Potência (kW)	Vazão de ar (m ³ /h)
Aço	100	8405 x 1400 x 1300	198	303000

Fonte: EXTECH-LINK (2022)

Figura 34 - Secador de Farelo



Fonte: EXTECH-LINK (2022)

13.2 Calda Base

Têm-se a produção de duas caldas bases, isto é devido às duas linhas de sorvete presentes, a *gourmet* e a *fitness*, havendo um diferencial que se dá especificamente na composição de cada base. Deste modo, haverá duas correntes distintas com a dupla produção da calda com seus respectivos ingredientes.

Com o intuito de facilitar, analisou-se a existência de plantas prontas com equipamentos já acoplados para algumas etapas. Aderiu-se este tipo de planta devido a possibilidade de otimizar custos, geração de energia e economia de espaço e tempo.

13.2.1 Planta de pasteurização

A planta de pasteurização é um equipamento contínuo de ciclo fechado composta por dois tanques pasteurizadores que possuem a capacidade de produzir 2000 L/h, um homogeneizador, um trocador de calor, um painel de controle elétrico e tubulação de aço inox polido para a água quente.

Tabela 48 - Especificações da planta de pasteurizador

Material	Capacidade (L/h)	Dimensões (mm)	Potência (kW)
Aço Inox polido	2000	8000x 2100x 2200	31,5

Fonte: Technogel (2014)

Figura 35 - Planta de pasteurização

Fonte: Technogel (2018)

13.2.2 Tina de maturação

Para o processo de maturação dos sorvetes, utiliza-se as tinas de maturação com capacidade de 1200 L de produção. Após a passagem da calda pelo homogeneizador e submetida ao resfriamento permanece por cerca de 12 horas dentro das tinas a 4°C até que sua maturação seja completa.

Figura 36 - Tina de Maturação

Fonte: Technogel (2018).

Tabela 49 - Especificações da tina de maturação

Material	Capacidade (L/h)	Dimensões (mm)
Aço Inox polido	1200	1390 x 1730

Fonte: Technogel (2014)

Para o sorvete fitness o processo que ocorre nessa etapa é semelhante à descrita anteriormente para os sabores ChoCoffee e CaraMendo, diferenciando apenas na capacidade do tanque, sendo este de 150 L/h, já que é uma linha de produção menor se comparado a do sorvete gourmet.

Tabela 50 - Especificações da planta de pasteurizadora para sorvete fitness

Material	Capacidade (L/h)	Dimensões (mm)
Aço Inox polido	150	950x1150

Fonte: Technogel (2014)

Figura 37 - Tina de Maturação para sorvete fitness



Fonte: Technogel (2018)

13.2.3 Produtora de sorvete

A próxima etapa para produção dos sorvetes é crucial, utilizando um equipamento específico chamado produtora de sorvete. Neste ocorre as duas fases ditas na descrição do processo anteriormente, primeiro temos a incorporação do ar, conhecido como o *overrun*, este é feito de maneira rápida com agitação. Em seguida o sorvete já incorporado é submetido a um resfriamento a temperatura de -3°C . A capacidade deste equipamento será de 750 L/h para a produção dos sorvetes *gourmet* separadamente

Tabela 51 - Especificações da produtora de sorvete

Material	Capacidade (L/h)	Dimensões (mm)	Potência (kW)
Aço Inox polido	750	720x1670x 1400	19,6

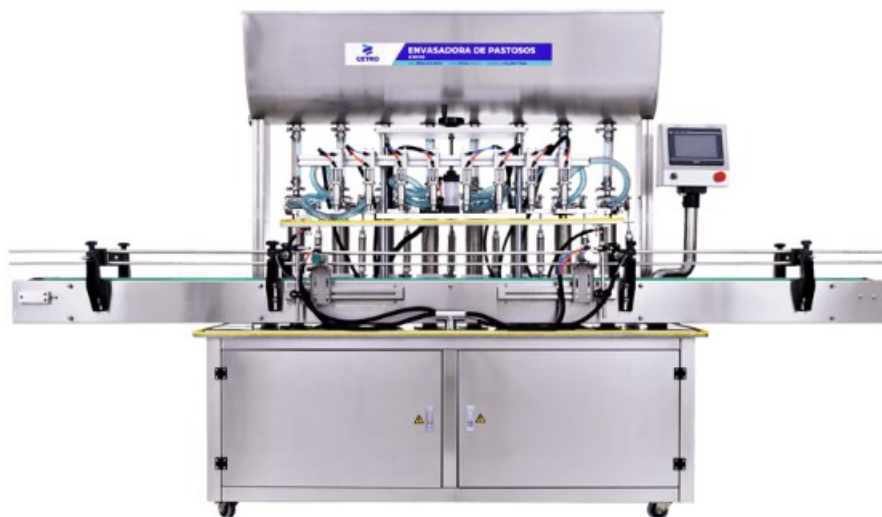
Fonte: Technogel (2014)

Figura 38 - Produtora de Sorvete

Fonte: Technogel (2018)

13.3 Envasadora

Para que os produtos Twice sejam finalizados, o sorvete produzido é direcionado ao envase e neste utiliza-se a envasadora de pastosos automática em linha com 8 bicos. Este possui um funcionamento automático acessível possuindo também uma padronização, o qual se adequa a produção da empresa, por meio do acionamento da quantidade exata baseada na produção diária. Diante disso, acaba sendo favorável à grande produtividade que é o caso da Twice.

Figura 39 - Envasadora

Fonte: Cetro Máquinas (2022)

Tabela 52 - Especificações da Envasadora

Material	Dimensões (mm)	Potência (kW)
Aço Inox 316	2200 x 3500 x 1200mm	0,5

Fonte: Cetro Máquinas (2022)

13.4 Câmara fria

Para dimensionar a câmara fria a ser utilizada é necessário analisar quanto de produto a Twice armazenará baseada na sua produção. Leva-se em consideração a partir das especificações, estas sendo as medidas das embalagens a serem manejadas. Neste caso, haverá um armazenamento semanal de 52.500 embalagens de 480 mL e 17.500 embalagens de 120 mL.

Considerando as embalagens da Twice de RedVeg 120mL (*fitness*) e 480mL ChoCoffee e CaraMendo (*gourmet*). As dimensões estão na Tabela 53.

Tabela 53 - Especificações das embalagens com seus respectivos volume

Dimensões embalagem (cm)	RedVeg (cm)	ChoCoffee e CaraMendo (cm)
Raio maior (R)	4	6
Raio menor (r)	2,5	3,5
Altura (a)	4	8

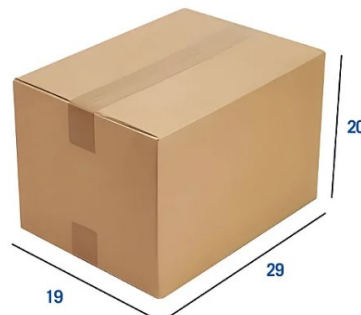
Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 54 - Quantidades de caixas

Sorvetes	Volume da embalagem	Quantidade de pote por dia	Quantidade de pote para cada caixa	Quantidade de caixa de papelão por dia
Fitness	0,00012 m ³	20000	91	220
Gourmet	0,00048 m ³	62608	22	2846
Total				3066 caixas/dia

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 40 - Dimensionamento da caixa de papelão



Fonte: Autoria própria (2022)

13.4.2 Cálculo da carga térmica

Considerou-se todas as cargas térmicas presente na câmara totalizando $Q = 57067,11 \text{ kcal.dia}^{-1}$.

Tabela 55 - Dados das cargas térmicas

Carga térmica (Q)	Valores (kcal/dia)
Infiltração	31914
Produto	204,3586
Iluminação	2700
motores	180
ventilador	8244
embalagem	9086
caixa	442,75
Q_{Total}	57067,11

Para o armazenamento a Twice utiliza quatro câmaras frias modelo EOS TR-16 que é ideal para conservar grandes quantidades de alimentos congelados. Tendo de altura 2,40 metros, largura 1,98 metros e comprimento de 2,28 metros. A temperatura interna é de -18°C e com a espessura de isolante de 0,02m.

Figura 41 - Câmara Fria



Fonte: Frigelar, 2022

13.5 Bomba

Como escolha para as quatro bombas que serão utilizadas, foi a bomba pneumática, de modo a atender as necessidades que a indústria Twice requer. O equipamento em questão é representado pela Figura 42.

Figura 42 - Bombas pneumáticas



Fonte: Ebombas, 2022

13.6 Caldeira

Devido a uma produção de sorvetes veganos de 112,4883 Kg/h, é necessário uma caldeira que comporte tal produção, para isso a escolha da caldeira é de 400 Kg/h como mostra a Figura 43.

Figura 43 - Caldeira



Fonte: MFRURAL, 2022

14 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

No decorrer de cada etapa do processo da produção do sorvete vegano, são gerados resíduos em forma sólida e líquida. De acordo com a legislação ambiental, os efluentes industriais devem ser tratados de modo que as suas características físico-químicas estejam

dentro dos padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução 430 do ano de 2011.

14.1 Resíduos sólidos

A Lei nº 12.305/10 relacionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), tem o intuito de prevenir e reduzir a produção dos resíduos, de modo a possibilitar sua reutilização. Estabelece, também, o gerenciamento por parte das indústrias dos descartes de seus resíduos sólidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Na cidade de Ribeirão Preto, interior de São Paulo, são geradas aproximadamente 650 toneladas de resíduos sólidos diariamente, dos quais apenas 45% dos resíduos são recicláveis (RECICLA RIBEIRÃO, 2015). A empresa responsável por esse serviço na cidade possui capacidade de processar, armazenar e destinar corretamente os resíduos (DIONÍSIO, 2018). Analisando cada etapa da produção do sorvete vegano, os resíduos sólidos destinados ao tratamento são listados a seguir.

- Papel utilizado no setor administrativo e também é base da embalagem do nosso produto;
- Caixa de papelão advinda da entrega das embalagens do produto;
- Baldes de plásticos onde vem o óleo de Palma;
- Embalagem de plástico que contém o saborizante;
- Sacos plásticos da entrega do amendoim;
- Embalagens de produtos de limpeza tanto dos equipamentos quanto do chão de fábrica;
- Copos plásticos para uso pessoal;

Após a utilização e descarte de cada um desses resíduos, estes são coletados e destinados ao processo de reciclagem e também um possível reuso, a partir da análise de cada resíduo.

14.2 Resíduos líquidos

De acordo com a Lei Federal, por meio da Resolução nº 430, de 13 de maio de 2015, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, na qual complementa a Resolução nº 357, define como e em quais condições os efluentes podem ser descartados e o não cumprimento desta lei estará sujeita às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, sendo multas ou até suspensão de atividades (LEGISWEB, 2011).

Os resíduos líquidos presentes no decorrer da produção do sorvete podem ser classificados como: resíduo puro de sorvete ou retrabalho, sendo o sorvete descongelado, e efluente aquoso (SANSOLDO, 2019). A água para a lavagem do amendoim e a água para limpar o chão de fábrica que ocorre uma vez ao dia, se encaixam como efluentes aquosos; já os líquidos que acabam escapando dos equipamentos na etapa da produção do sorvete são os resíduos puros, todos esses sendo efluentes com alta carga orgânica. Os resíduos líquidos são recolhidos e enviados por meio das tubulações até o espaço de tratamento da indústria.

14.2.1 Tratamento de Efluentes

Os resíduos líquidos gerados pela indústria de sorvete possuem uma alta carga orgânica devido aos sais minerais, proteínas, óleo e carboidratos advindos de cada etapa do processo, desde a lavagem do amendoim, até a adição das matérias-primas (CAMPOS, 2018). Em geral, a quantidade de efluentes varia, estimando cerca de 2,5 m³ por m³ de produto produzido (SLAVOV, 2017).

A fim de reduzir essas cargas oriundas do processo, é necessário realizar tratamentos físicos, físico-químicos e biológicos. Mas antes de inicializar o procedimento, é preciso uniformizar o efluente a fim de regularizar o pH, a temperatura e a carga orgânica, visto que a variação de tais parâmetros pode ocasionar instabilidade nas etapas subsequentes (SANSOLDO, 2019).

14.2.1.1 Tratamento físico

O caminho percorrido pelos resíduos líquidos se dá através das calhas que ficam no chão da indústria e são destinados até o espaço de tratamento. Nesse local, é realizada a estabilização do efluente com a adição de hidróxido de sódio e, posteriormente, passa por grades e peneiras com o intuito de reter os sólidos grandes de tal forma a evitar entupimentos nas tubulações e bombas, em seguida, passa por caixas de areia para retirar partículas inertes suspensas e, por fim, os decantadores a fim de separar as partículas sedimentares por meio da gravidade.

Em seguida, tem-se a remoção da gordura no efluente, sendo um dos elementos encontrados em maior concentração na indústria de sorvete (DEMIREL et al. 2013). Sua extração pode ocorrer pelo auxílio de mecanismos como a centrifugação, onde a gordura fica retida na parte superior após a agitação do sistema. A caixa de gordura é outra técnica em que a própria gordura permanece em cima, visto que possui uma densidade inferior comparada

com o líquido retido na parte inferior da caixa. Por fim, os flutuadores, que separam as partículas suspensas por meio de bolhas de gás. Necessariamente a remoção da gordura deve suceder com pH básico, e a uma temperatura entre 35°C para que não haja a reação de saponificação. Importante ressaltar que a presença da gordura nos resíduos líquidos pode acabar prejudicando o tratamento biológico, uma vez que permite a ausência da proliferação de microrganismos e também gera entupimento das tubulações (SANSOLDO, 2019).

14.2.1.2 Tratamento físico-químico

Nesse processo, os sólidos que acabaram permanecendo ainda no efluente juntamente com as partículas de gordura formam emulsões, e são essas emulsões que são degradadas com o auxílio de sais de alumínio de ferro. Essas substâncias são os agentes coagulantes, que possibilitam a neutralização das cargas negativas das partículas de modo a alterar as propriedades da água e do sólido, assim, essas partículas se atraem gerando flocos (FLYNN, 2019; SPERLING, 2009).

Nesse processo, os sólidos que acabaram permanecendo ainda no efluente juntamente com as partículas de gordura formam emulsões, e são essas emulsões que são degradadas com o auxílio de sais de alumínio e ferro. O processo de coagulação, no qual permite a agregação dessas partículas nessa fase dispersa, utiliza-se dessas substâncias como agentes coagulantes, possibilitando a neutralização das cargas negativas das partículas de modo a alterar as propriedades da água e do sólido, assim, essas partículas se atraem gerando flocos. Em seguida, tem-se o processo de floculação, que junta esses flocos dispersos na água e estes acabam sendo sedimentados (FLYNN, 2019; SPERLING, 2009).

14.2.1.3 Tratamento biológico

O tratamento biológico tem como função remover a carga orgânica, como os carboidratos, proteínas e afins, contidas nos efluentes através da decomposição pelos microrganismos. Assim, os microrganismos degradam essas matérias em gás carbônico, água e material celular, o que acaba exigindo a manutenção das variáveis de temperatura, pH e concentração nas condições ambientais mais favoráveis para ocorrer a reação. Torna-se desse modo, indispensável o controle da temperatura nesta etapa, pois ela influencia diretamente na velocidade da reação bioquímica (SANSOLDO, 2019).

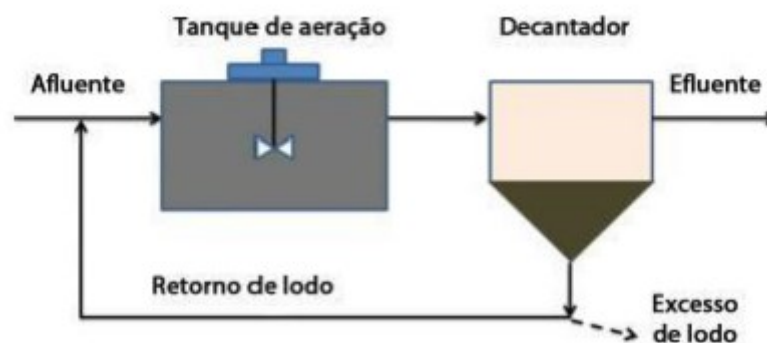
A reação também pode ocorrer na presença ou ausência de oxigênio no meio, de tal modo a denominar como sendo um processo aeróbico ou anaeróbico, respectivamente. Pode-

se dizer que nesse tipo de indústria o processo mais utilizado é a aeróbica, possibilitando uma remoção das cargas orgânicas mais rapidamente, chegando a uma maior efetividade a uma temperatura entre 20 a 30°C e pH entre 6 a 8, visto que impede a proliferação de fungos e má sedimentação dos lodos (SILVA, 2016).

Para o sistema ocorrer em circunstâncias aeróbicas, é preciso que haja aeração e mistura no tanque, encarecendo o processo. Analisando o processo anaeróbico, por um lado não é necessário obter gastos com energia para aeração, no entanto, em relação a produção de biomassa é muito inferior, sendo até 85% da matéria orgânica convertida em biogás e o restante destinado à produção de biomassa. Exemplos de reatores aeróbicos: filtro biológico, lagoa de estabilização aerada e lodos ativados, sendo este último o mais empregado (SALSOLDO, 2019).

A Figura 44 representa o sistema de lodos ativados, em que há a entrada do efluente no tanque de aeração, em seguida pelo decantador e por fim o efluente tratado sai. O tanque de aeração pode ser: filtro biológico, ou como no caso utilizado pela nossa indústria, uma lagoa de estabilização aerada e lodos ativados. Após a passagem pelo tanque, o efluente segue para um decantador, onde nele irá decantar a grande maioria de lodos. O excesso de lodo irá ser retirado, e uma parte é destinada novamente ao tanque de aeração juntamente com a entrada de mais efluentes (BASTOS, 2019).

Figura 44 - Diagrama de sistema de lodos ativados



Fonte: BASTOS (2019)

O processo ocorrendo de modo aeróbico ou anaeróbico depende exclusivamente das propriedades em que se encontra o resíduo líquido a ser tratado. Desse modo, a TWICE abordará um sistema de tratamento biológico de resíduos utilizando o processo aeróbico, como descrito acima.

15 CONTROLE DE QUALIDADE

Em uma empresa que possui uma produção em escala industrial, principalmente focado em produtos alimentícios, é inserido um controle de qualidade elaborado, que busca garantir bom desempenho e segurança, evitando perigos e erros dentro da produção. Isto é devido ao fato do crescimento da satisfação que as indústrias devem explicitar de modo que seus clientes questionem exigentemente junto aos seus direitos de consumidor. Para se evitar algum ocasionamento desagradável, cria-se dentro da empresa métodos focados diretamente na qualidade do produto a ser consumido, verificando o processo do início ao fim, além de suas matérias-primas e equipamentos utilizados.

15.1 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

O AAPPCC é conhecido como o sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle, sendo este considerado um sistema de gestão de segurança de alimentos inserido nele um aglomerado de atividades que constam atender sete princípios básicos que se resumem em:

1. Condução da análise de perigos;
2. Determinação dos PCCs (Pontos Críticos de Controle);
3. Estabelecimento do(s) limite(s) crítico(s);
4. Estabelecimento de um sistema de monitoramento do controle dos PCC;
5. Estabelecimento da ação corretiva a ser tomada quando o monitoramento indicar que um determinado PCC não está sob controle;
6. Estabelecimento de procedimentos de verificação que confirmem que a APPCC está funcionando com eficiência e eficácia;
7. Estabelecimento de documentação dos procedimentos e registros apropriados a estes princípios e suas aplicações.

A sigla PCC, Ponto Crítico de Controle, que se referencia nos princípios básicos acima, se resume em analisar um ponto específico, uma simples etapa ou procedimento industrial que possivelmente está submetido a um contratempo e devido a isto, o PCC possui foco em eliminá-lo, evitando complicações futuras.

Resumidamente, conclui-se que este sistema tem como objetivo gerenciar a segurança dos produtos alimentícios a fim de evitar a propagação de perigos propícios durante sua produção, sendo eles, físicos, químicos e biológicos, que interferem diretamente ao cliente consumidor. Desta forma, é implantado alguns pré-requisitos baseados em princípios

científicos e técnicos durante o manejo do alimento que devem ser seguidos à risca, a fim de resultar em uma maior eficácia no sistema, como, o BPF (Boas Práticas de Fabricação) e PPHO (Procedimentos Padrões de Higiene Operacional).

15.2 Boas Práticas de Fabricação

A implantação de medidas que garantem a boa qualidade de produtos dentro de uma indústria que é direcionado a serviços alimentícios é de suma importância, pois busca atender os decretos da ANVISA e da legislação. Para isso existe uma regulamentação chamada Boas Práticas de Fabricação, a BPF, esta que se adequa a centros especializados como a vigilância sanitária.

Neste regulamento é necessário identificar a empresa, descrever todos os produtos, prescrever todo processo de fabricação e seus equipamentos constando seu modo de operação, os meios físicos presentes na indústria, como em questões de sua construção civil até suas instalações sanitárias e hidráulicas, seu tratamento de resíduos e condições ambientais.

15.3 Procedimento Operacional Padrão

Consta neste documento a descrição de todo procedimento que ocorre na indústria e sua frequência, ou seja, com foco principal em casos em que se deseja planejar um trabalho repetitivo onde é necessário atingir uma meta e especificá-la.

O Procedimento Operacional Padrão, também conhecido como POP, tem como objetivo evitar equívocos garantindo um bom processamento e por fim um bom resultado, a partir de práticas já pré-estabelecidas, de modo a prevenir variações e atuar no processo de maneira perceptível.

15.4 Controle de qualidade da água

Os processos incluídos na indústria Twice requerem uma grande quantidade de água a ser utilizada para fins no processo de obtenção do leite de amendoim como, lavagem da matéria-prima, moagem, e também na utilização durante a geração de vapor na caldeira.

Sendo assim, a água é matéria-prima principal, no entanto, como esta será advinda do poço artesiano presente no local onde será implantado a empresa, será necessário realizar um controle de qualidade rígido. Este será feito por meios laboratoriais, havendo análises químicas, checando se há ou não a presença de substâncias indesejadas, para por fim concluir

se estará apta a sua utilização durante o processo. Caso contrário, realiza-se um tratamento imediato para que possa ser feita sua utilização, de modo que não prejudique o produto final.

16 LAYOUT

A Twice utilizará um lote com uma área de 1500 m² no bairro Parque Industrial em Ribeirão Preto, que liga as cidades de Jaboticabal e a região Sudeste do país.

O layout industrial é utilizado para realizar a estruturação do espaço físico considerando o espaço total, o tamanho dos equipamentos e o espaço necessário para operá-los e o fluxo de matéria prima, visando sempre a segurança dos envolvidos e a otimização do processo produtivo (LEÃO, 2018).

Ao determinar um layout de produção é necessário estar atento às normas vigentes, com a NR-12, a qual está relacionada à segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Essa norma define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos colaboradores por meio do estabelecimento de requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho, desde o projeto à utilização de máquinas e equipamentos de todas as classes. Utilizou-se em específico os itens 12.3 e 12.6 para a elaboração do layout, pois esses são específicos para o arranjo físico em instalações (SPED, 2020).

A Twice contará com as áreas de produção, laboratório, estoque, área de trabalho dos funcionários e câmara fria. Além disso, todos os ambientes e suas respectivas áreas estão dispostas na Figura 45.

Figura 45 - Layout da Twice



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 46 - Área dos ambientes do layout

Ambientes		
Número	Nome	Área
01	Câmara Fria	90,00
02	Sala de Embalagem	12,00
03	Produção	200,71
04	WC	40,12
05	Laboratório	15,45
06	Recepção de Matéria Prima	24,98
07	Estoque	41,47
08	Sala de Pesagem	20,13
09	ETE - Tratamento da Água de Limpeza do Sorvete	64,00
10	ETE - Tratamento da Água Residual do Amendoim	1,00
11	Sala de Reuniões	37,35
12	WC	20,42
13	Recepção	24,60
14	Sala Diretor	25,00
15	Sala RH	25,00
16	Copa	19,25
17	Administrativo	25,00
18	Marketing	30,75
19	Comercial	30,75
20	WC	33,78
21	Cozinha	32,46
22	Refeitório Espaço de Lazer	80,53

Fonte: Autoria própria (2022)

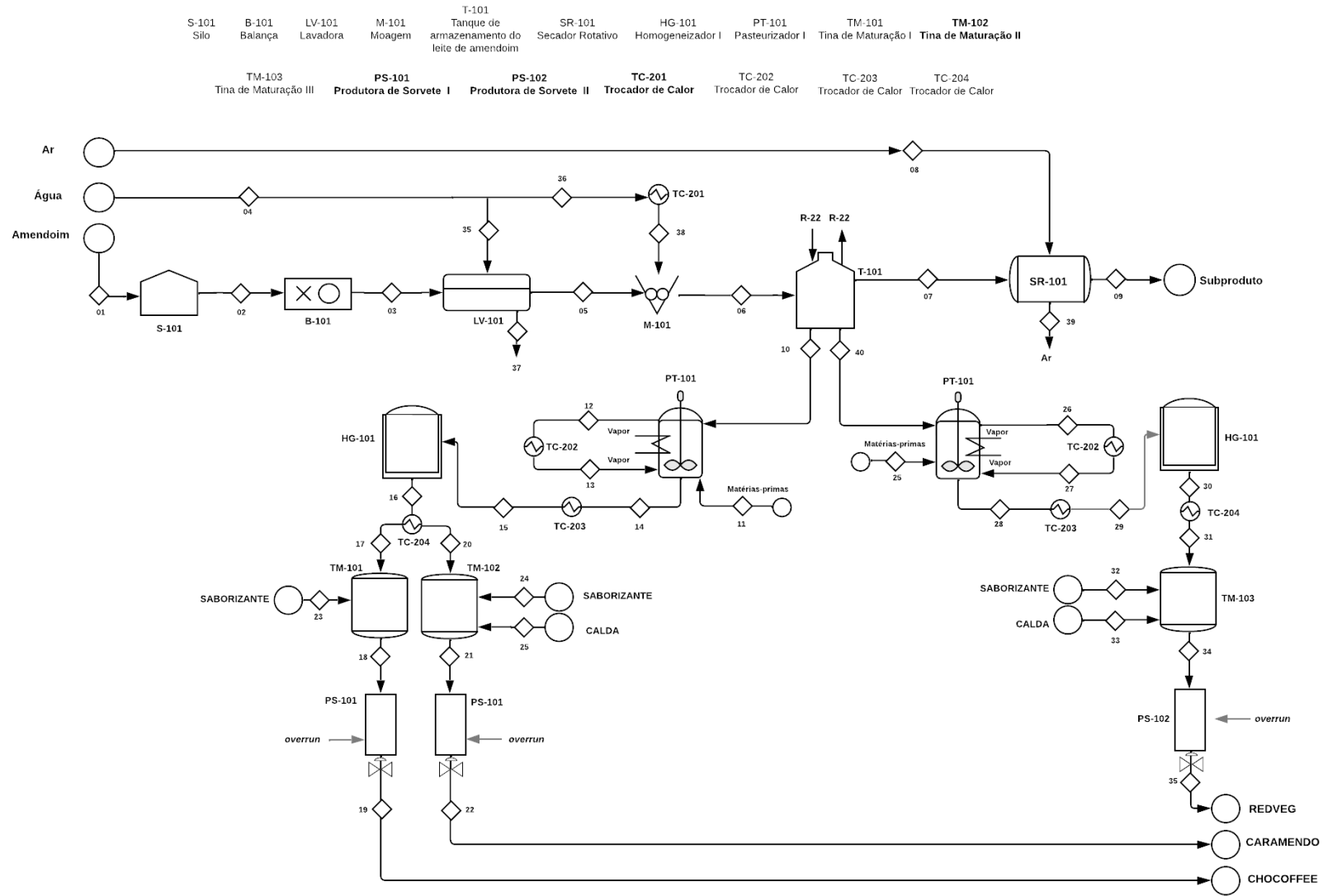
17 DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSOS

O Diagrama de Fluxo de Processo, em inglês Process Flow Diagram (PFD), ilustra a disposição dos equipamentos e acessórios necessários para realizar um processo, as suas conexões, as taxas de fluxos, as composições e as condições de operação (SHAH, 2016).

O PFD é normalmente desenhado em uma forma pictórica estilizada usando símbolos de padrões internacionais, ISO 10628 (TOWLER; SINNOTT, 2012). O PFD da Twice foi feito com o auxílio da plataforma on-line Lucidchart e está ilustrado na Figura 47.

Após a realização dos balanços de massa e de energia e também da descrição dos equipamentos necessários e suas respectivas quantidades, tornou-se possível o desenvolvimento do PFD. Segmentou-se o diagrama nos seguintes setores: Leite de amendoim, gourmet e fitness.

Figura 47 - Diagrama PFD



Fonte: Autoria própria (2022)

18 VIABILIDADE FINANCEIRA

O estudo da viabilidade econômica engloba diversos estudos sobre o mercado com a finalidade de avaliar se algum investimento é viável ou não. Essa análise precisa ser feita antes do projeto da empresa começar a ser executado. Isso acontece pois o estudo permite que a empresa saiba com antecedência se o capital investido terá um bom retorno.

Há várias maneiras de como analisar se um negócio é viavelmente econômico ou não. Ferramentas como TMA, TIR, VPL e PAYBACK possibilitam tais avaliações. Com o intuito de verificar se a indústria de sorvetes veganos Twice possui tal viabilidade econômica, realiza-se tais análises, de modo a considerar o detalhamento dos gastos, desde equipamentos industriais, matéria-prima, embalagens, salários.

O primeiro passo para uma análise financeira é a apresentação do investimento inicial que deve ser feito para que a empresa inicie seu funcionamento, e em seguida é necessário seguir uma DRE (demonstrativo de resultado de exercício) para se obter o fluxo de caixa gerado por essa empresa (SEBRAE, 2020). Todos esses parâmetros serão demonstrados abaixo.

18.1 Investimento inicial

Inicialmente, para a empresa dar o primeiro passo de empreendimento é necessário avaliar o valor total para abertura de um negócio e para isso, efetua-se a análise de diferentes gastos que a presente empresa irá consumir, como investimentos com terreno, obras, equipamentos, salário dos colaboradores, material para produção e investimentos fixos.

Para a implementação da empresa leva-se em conta inicialmente o terreno e as obras a que este será submetido. No bairro Parque Industrial Tanquinho onde se localiza a indústria de sorvetes veganos Twice, possuindo 2.000 m² e cotando as obras com a empresa Apicetec de Engenharia e Construção, o valor estimado seria de R\$800 o metro quadrado. Considerando que a área de obra será apenas de 1500 m², é possível realizar os cálculos proporcionalmente, resultando nos seguintes valores dispostos na Tabela 56.

Tabela 56 - Custo terreno e obras

	Preço/m ²	Área (m ²)	Custo
Terreno	R\$ 720,00	2.000	R\$ 1.440.000,00
Obras	R\$ 800,00	1.500	R\$ 1.200.000,00
Total			R\$2.640.000,00

Fonte: Aatoria própria (2022)

18.1.1 Investimento com equipamentos e depreciação anual

Após a finalização das obras é possível implementar os equipamentos para a produção dos sorvetes da empresa Twice tanto da linha *gourmet* quanto da linha *fitness*. Com isso, as duas linhas compartilham do mesmo modelo de equipamento, diferenciando apenas na proporção, visto que o sorvete *fitness* possui uma produção menor se comparado com os sorvetes *gourmet*.

Para estocagem da produção de sorvete das linhas *fitness* e *gourmet*, são necessárias cerca de três câmaras frias para o devido armazenamento. O equipamento em questão teve um orçamento de R\$35.000,00 cada, dessa forma, o valor correspondente a câmara fria de R\$105.000,00, corresponde ao valor total contabilizado nos três equipamentos juntos.

Para a tubulação de aço será um caso semelhante a câmara fria, será uma tubulação só que engloba toda a planta, tanto da linha *gourmet* quanto da *fitness*. Serão precisos 20 metros de tubulações que corresponde um valor de R\$82.600,00 reais.

Assim como na tubulação de aço, a bomba também é utilizada tanto no processo de produção de todos os sorvetes. São necessárias quatro bombas, o orçamento realizado para todas as bombas é de cerca de R\$2.490,00 no total.

A partir disso, é possível fazer uma análise de gastos por ano, sendo estes relacionados a depreciação do equipamento, isto é, a sua desvalorização com o decorrer de um período. Considera-se uma taxa de 10% por ano em cima do valor final de cada um dos equipamentos. As tabelas 57 e 58 apresentam os devidos equipamentos utilizados para as duas produções de sorvetes veganos juntamente com o valor de cada um e sua depreciação anual para todos os produtos da empresa, sorvete *gourmet*, *fitness* e o leite de amendoim.

Tabela 57 - Custo dos equipamentos do sorvete gourmet

Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Depreciação anual
Planta de pasteurização	1	R\$ 700.000,00	R\$ 700.000,00	R\$ 70.000,00
Tina de Maturação	2	R\$ 30.000,00	R\$ 60.000,00	R\$ 6.000,00
Produtora de Sorvete	2	R\$ 150.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 30.000,00
Câmara Fria	3	R\$ 35.000,00	R\$ 105.000,00	R\$ 10.500,00
Bomba	4	R\$ 2.490,00	R\$ 9.960,00	R\$ 996,00
Tubulação de Aço Inox	20	R\$ 4.130,00/m	R\$ 82.600,00	R\$ 8.260,00
Trocador de Calor	2	R\$ 8.500,00	R\$ 34.000,00	R\$ 3.400,00
Total			R\$ 1.291.560,00	R\$ 129.156,00

Fonte: Autoria própria (2022)

E a Tabela 58 com os custos dos equipamentos para a produção do leite de amendoim.

Tabela 58 - Custo dos equipamentos do sorvete fitness

Equipamento	Quantidade	Valor unitário	Orçamento	Depreciação anual
Planta de pasteurização	1	R\$ 105.000,00	R\$ 105.000,00	R\$ 10.500,00
Tina de Maturação	1	R\$10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 1.000,00
Produtora de Sorvete	1	R\$40.000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 4.000,00
Trocador de Calor	2	R\$ 8.500,00	R\$34.000,00	R\$ 3.400,00
Total			R\$ 189.000,00	R\$ 18.900,00

Fonte: Autoria própria (2022)

Já para os equipamentos utilizados na produção do leite de amendoim, encontra-se na Tabela 59.

Tabela 59 - Custo dos equipamentos do leite de amendoim

Equipamento	Quantidade	Orçamento	Total	Depreciação anual
Lavadora	1	R\$ 40.340,00	R\$ 40.340,00	R\$ 4.034,00
Silo	1	R\$ 7.711,31	R\$ 7.711,31	R\$ 771,13
Dosadora	1	R\$ 10.290,00	R\$ 10.290,00	R\$ 1.029,00
Trocador de Calor	1	R\$ 8.500,00	R\$ 8.500,00	R\$ 850,00
Moagem	1	R\$ 60.000,00	R\$ 60.000,00	R\$ 6.000,00
Filtrador e Tanque de Armazenagem	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 1.000,00
Secador do Produto	1	R\$ 32.000,00	R\$ 32.000,00	R\$ 3.200,00
Total			R\$ 168.841,31	R\$ 16.884,13

Fonte: Autoria própria (2022)

Portanto, o valor total empregado nos equipamentos, tanto para a produção do leite de amendoim quanto para a dos sorvetes veganos, é de R\$1.632.401,31 reais. E a depreciação total por ano resulta em um valor de R\$164.940,13.

É necessário ter capital de giro, que é uma reserva de recursos para suprir necessidades financeiras, para arcar com custos envolvendo salários, custos de processo e despesas da empresa até ela começar a se auto sustentar; sendo assim será estipulado um capital de giro para suprir gastos da empresa durante os três primeiros meses. Os valores referentes ao capital de giro estão apresentados na Tabela 60 abaixo.

Tabela 60 - Custos totais

Itens	Valor reserva
Salário de Funcionários	987.111,34
Matérias-Primas	7.615.587,81
Materiais de Limpeza	7.680,78

Insumos	2.313.502,325
Materiais de Escritório	1.352,00
Transporte	105.000,00
Imposto direto	4.576.026,00
Imposto sobre o lucro	5.282.878,5
Total	20.889.138,7

Fonte: Autoria própria (2022)

Portanto, somando o valor do terreno e obras com o capital de giro para três meses, o investimento inicial da Twice será de R\$ 25.178.540,00. Os valores baseados para o cálculo do capital de giro serão demonstrados posteriormente.

18.2 Receita bruta

A primeira etapa é calcular a receita bruta da Twice a fim obter base para os cálculos de matéria-prima e custos operacionais. Para isso, utiliza-se a análise competitiva da concorrência por ser um produto de segmento específico. Dessa forma, estimou-se o preço unitário dos produtos Twice a partir da comparação com o valor unitário do pote de sorvete vegano da concorrência. Os valores são apresentados na Tabela 61.

Tabela 61 - Comparação com empresas que vendem sorvetes veganos

Marca	Embalagem (mL)	Valor unitário (R\$)
Empresa 1	473	35,90
Empresa 2	458	38,43
Empresa 3	455	41,99
Empresa 4	100	11,90
Empresa 5	100	7,99

Fonte: Autoria própria (2022)

Conclui-se de acordo com a pesquisa de preços acima, que o valor dos sorvetes Twice, *gourmet e fitness*, será de R\$34,90 e R\$10,90 respectivamente. A Twice possui uma produção de 70.000 itens semanais resultando em 280.000 itens mensais dos dois sabores, então mensalmente a empresa recebe de seus clientes o total mensal de R\$87.948.000,00 e anualmente R\$97.104.000,00 conforme descrito na Tabela 62.

Tabela 62 - Receita bruta

	RedVeg 120 mL	Gourmet 480 mL	TOTAL
Nº de embalagens produzidas por mês	70.000	210.000	280.000
Preço Unitário de cada produto vendido (R\$)	10,90	34,90	-
Receita mensal (R\$)	763.000,00	7.329.000,00	8.092.000,00
Receita Anual (R\$)	9.156.000,00	87.948.000,00	97.104.000,00

Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, com a receita bruta anual calculada de R\$97.104.000,00 é possível prever os tributos que serão pagos nos impostos diretos que são cobrados sobre ela.

18.3 Impostos diretos

Segundo o artigo 3º do código tributário nacional (CTN), imposto é uma obrigação, criada por lei para o desenvolvimento do estado uma vez que vivemos em sociedade. Os impostos diretos que precisam ser pagos por uma empresa são COFINS, PIS, ICMS, IPI, ISS e IPTU, sendo esses impostos cobrados em cima da receita bruta da empresa.

A cidade de Ribeirão Preto oferece incentivos fiscais através do programa INVEST Indústria. É um benefício fiscal destinado para indústria, dentre as diversas vantagens destacando-se a carga efetiva de ICMS de 1,2% e isenção do IPTU. Com isso, os impostos e suas taxas estão demonstrados na Tabela 63. (MARF, 2021)

Tabela 63 - Impostos diretos

Impostos	Taxas	Valores totais
COFINS	3%	R\$ 2.913.120
PIS	0,65%	R\$ 631.176,00
ICMS	1,2%	R\$ 1.165.248,00
IPI	10%	R\$ 9.710.400,00
ISS	4%	R\$ 3.884.160,00
Total		R\$ 18.304.104,00

Fonte: Autoria própria (2022)

18.4 Custos operacionais

O custo operacional de uma empresa inclui todas as despesas relacionadas ao funcionamento de uma organização, como materiais, salário de colaboradores, tributos empresariais, logística, entre outras diversas necessidades. (MAPLINK)

18.4.1 Custo com Matérias-Primas

A estimativa dos valores de matérias-primas para o ano de 2022 foram orçados de acordo com o mercado atacadista atual.

18.4.2 Custo do Leite de Amendoim Anual

Calcula-se o custo mensal e anual da matéria-prima para a produção de 280 mil unidades de sorvetes veganos considerando o balanço de massa. Dessa forma, os resultados são apresentados na Tabela 64.

Tabela 64 - Quantidade de matéria prima e valor utilizada por mês e ano para os sorvetes gourmet e fitness

Produto	Quantidade (kg/mês)	Preço (kg)	Receita mensal (R\$)	Receita anual (R\$)
Amendoim	25.018,87	16,02	400.802,34	4.809.627,6
Gordura Vegetal	23.098,24	25,00	577.456,00	6.929.472,00
Áçúcar Stevia	3.397,63	25,14	85.416,42	1.024.997,04
Estabilizante CMC	11.053,15	77,97	861.814,10	10.341.769,2
Emulsificante	5.402,55	8,05	43.490,53	521.886,36
Proteína	4.972,46	20,93	104.073,59	1.248.883,08
Glucose	5.278,55	0,62	3.272,70	39.272,4
Áçúcar invertido	32.990,98	14,01	462.203,63	5.546.443,56
Total				30.462.351,24

Fonte: Autoria própria (2022)

Considerando os custos do Leite de Amendoim, RedVeg, CaraMendo e ChoCoffee, estima-se um gasto de R\$ 30.462.351,24, como mostra a Tabela 64.

18.4.3 Salário dos colaboradores da Twice

Os funcionários da empresa, recebem salários de acordo com o piso salarial de cada categoria, com descontos do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS, 2022), essas porcentagens estão estipulados na Tabela 65.

Tabela 65 - Desconto de INSS na folha de pagamento

Salário de Contribuição	Alíquota para fins de recolhimento INSS
Até 1.212,00	7,5%
de R\$ 1.212,01 e R\$ 2.427,35	9%
de R\$ 2.427,36 e R\$ 3.641,03	12%
DE R\$ 3.641,04 e R\$ 14%	14%

Fonte: Aatoria própria (2022)

Desde modo, no Apêndice G1, mostra os valores dos salários dos colaboradores, com o salário bruto (nominal), o desconto do INSS, o salário líquido (valor com o desconto da alíquota), hora extra, décimo terceiro e o custo que a Twice tem anualmente com seus funcionários e no Apêndice G5 os cálculos. A partir disso, conclui-se que a Twice tem um custo anual com seus funcionários de R\$ 3.948.525,36.

18.4.4 Custo com insumos

Os custos de Insumos Industriais estão relacionados com a produção, representam as embalagens, caixas de papelão, material de limpeza e sistemas industriais representados nas Tabelas 66 e 67.

Tabela 66 - Quantidades e custos das embalagens

Sorvete	Fitness 120 mL	Gourmet 480 mL	Total
Número de embalagens por mês	70.000	210.000	280.000
Número de embalagens por ano	840.000	2.520.000	3.360.000
Custo Unitário da embalagem R\$	0,76	0,84	-
Custo total mensal das	53.200,00	176.400,00	229.600,00

embalagens R\$

Preço anual das embalagens R\$	638.400,00	2.116.800,00	2.755.200,00
--------------------------------	------------	--------------	--------------

Fonte: Aatoria própria (2022)

Tabela 67 - Quantidades e Custos de Caixas de Papelão

Sorvete	Fitness	Gourmet	Total
Número de caixas de papelão por mês	4.400	56.920	61.320
Número de caixas de papelão por ano	52.800	683.040	735.840
Custo Unitário da caixa de papelão	2,17	2,17	-
Custo total mensal das caixas de papelão R\$	9.548,00	123.516,40	133.064,40
Custo total Anual das caixas de papelão R\$	114.576,00	1.482.196,80	1.596.772,80

Fonte: Aatoria própria (2022)

18.4.5 Custo com Material de Limpeza

O Apêndice G2 apresenta uma estimativa dos valores orçados nos produtos de limpeza mensais e anualmente que a empresa Twice utiliza.

Os preços elevados dos produtos de limpeza devem-se ao fato da pandemia ocasionada desde 2020. Em 2021, o Brasil subiu no ranking global para a 5º posição de consumo de produtos de limpeza, devido ao aumento equivalente a 8,40%. Diante a um cenário, houve um aumento nos valores e com isso o custo anual do setor de produtos de limpeza será de R\$30.723,12. (MENDONÇA, 2022)

18.4.6 Custo com sistemas industriais

Para os custos com sistemas industriais estima-se a energia elétrica e água utilizadas na Twice ao longo do mês pelos equipamentos e nos ambientes e os resultados totais são

apresentados na Tabela 68 abaixo juntamente com cálculos anteriores de embalagens, caixa de papelão e material de limpeza para ter um panorama total.

Tabela 68 - Custo com sistemas Industriais total

Insumos	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Custo Mensal (R\$)	Custo Anual (R\$)
Energia Elétrica	1371384 kW.h/mês	0,51	699.405,8	839.287,01
Água	5.814.19 m³/mês	57,79	336.002,0	4.032.026,82
Embalagens	280.000 un/mês	-	2.116.800,00	2.755.200,00
Caixa de papelão	61.320 un/mês	-	133.064,4	1.596.772,80
Material de Limpeza	2.560,26 R\$/mês	-	2.560,2	30.722,4
Total			771.167,41	9.254.009,03

Fonte: Autoria própria (2022)

Portanto, para manter a fabricação do sorvete vegano é necessário um custo anual de insumos industriais de R\$9.254.009,03.

18.4.7 Custo com escritório

O custo dos materiais de escritório é classificado em materiais duráveis, aqueles nos quais possuem um tempo de longa durabilidade, e de baixa duração, sendo necessários serem repostos com uma frequência maior.

18.4.7.1 Baixa Duração

O Apêndice G3 representa todos os custos com materiais de baixa duração utilizados nos escritórios da Twice. Portanto, o valor total dos materiais de baixa duração corresponde a R\$5.483,28 reais.

18.4.8 Custo totais na Twice

Para determinar os lucros na empresa, é necessário somar de todos os gastos mensais e anuais, considerando os salários de funcionários, matérias-primas, depreciação de equipamentos, materiais de limpeza, insumos industriais, materiais e transportes. Representados na Tabela 69.

Tabela 69 - Custos totais na Twice

Itens	Custo Mensal Total R\$	Custo Anual Total
Salário de Funcionários	329.043,77	3.948.525,36
Matérias-Primas	2.583.526,27	30.462.351,24
Depreciação de Equipamentos	10.907,76	130.893,13
Materiais de Limpeza	2.560,26	30.723,12
Insumos	771.167,41	9.254.009,03
Materiais de Escritório	450,69	5.408,28
Transporte	35.000,00	420.000,00
Imposto direto	1.525.342,00	18.304.104,00
Total	5.257.998,16	63.095.977,92

Fonte: Autoria própria (2022)

Tabela 70 - Receitas, Custos e Lucros da Twice

Valoração	Mensal	Anual
Receita bruta	R\$ 8.316.000,00	R\$ 97.104.000,00
Custo	R\$ 3.689.184,52	R\$ 44.270.214,26
Lucro	R\$ 4.632.815,48	R\$ 55.593.785,80

Fonte: Autoria própria (2022)

18.5 Impostos sobre o lucro

No Brasil, ainda há o pagamento de dois impostos sobre os lucros que são IR (imposto de renda) e o CSLL (Contribuição social sobre o lucro líquido). As alíquotas sobre cada imposto estão apresentadas na Tabela 71.

Tabela 71 - Impostos sobre o lucro

Impostos	Alíquota	Valores anuais
IR	15% + 10% sobre o excedente de R\$20000	R\$ 13.206.446,43

CSLL	15%	R\$ 7.925.067,8
Total		R\$ 21.131.514,23

Fonte: Autoria própria (2022)

Com esses valores, é possível ir para a última etapa do processo de viabilidade econômica que é a amortização.

18.6 Amortização

Para a implementação da Twice será feito um empréstimo com o valor do investimento inicial R\$ 25.178.540,00 que será pago através da amortização, que é o processo de dividir um empréstimo em uma série de pagamentos fixos por um período de tempo determinado (CAPITALRESEARCH, 2020). Com isso, é possível calcular a amortização por meio de uma tabela do tipo SAC, onde o valor de amortização é constante.

Com base em um financiamento feito pelo BNDES (2022), a taxa de juros anual será de 12,79%, com uma carência de 6 meses para a construção da empresa e começo de seu funcionamento. Sendo assim, o financiamento está demonstrado na Tabela 72 abaixo.

Tabela 72 - Amortização

Ano	Parcela	Juros	Amortização	Saldo devedor
0	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$ 25.178.540,00
1	R\$ 3.031.076,57	R\$ 2.611.434,24	R\$ 419.642,33	R\$ 20.142.832,00
2	R\$ 2.391.541,66	R\$ 1.971.899,32	R\$ 419.642,33	R\$ 15.107.124,00
3	R\$ 1752.006,74	R\$ 1.332.364,41	R\$ 419.642,33	R\$ 10.071.416,00
4	R\$ 1.112.471,83	R\$ 692.829,49	R\$ 419.642,33	R\$ 5.035.708,00
5	R\$ 472.936,91	R\$ 53.294,58	R\$ 419,642,33	R\$ 0,00

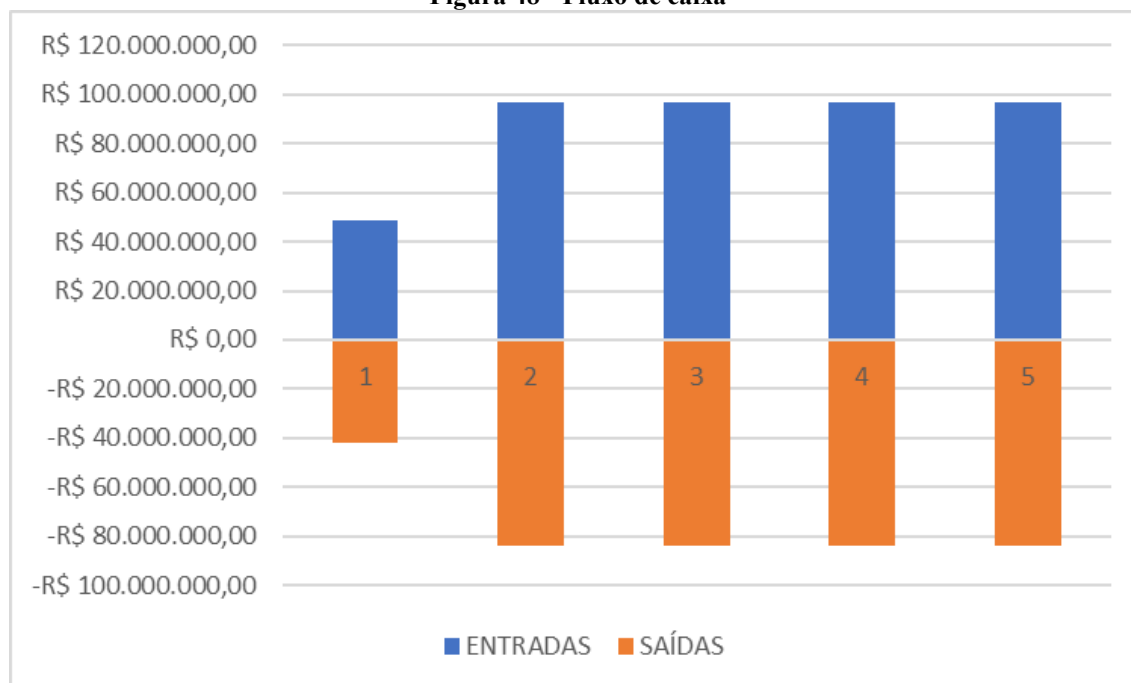
Fonte: Autoria própria (2022)

18.7 Fluxo de caixa

Após calcular os valores da amortização, obtém-se o fluxo de caixa apresentado no Apêndice G4 e demonstrada graficamente na Figura 48, sendo considerado um tempo de carência de 6 meses de construção da empresa e treinamento de funcionários e funcionamento de apenas 6 meses no primeiro ano.

Nas entradas foi considerado o faturamento bruto calculado anteriormente e nas saídas os custos com impostos, matérias-primas, salários dos funcionários, materiais de limpeza e escritório, depreciações, insumos, transporte e a amortização do empréstimo.

Figura 48 - Fluxo de caixa



Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, o fluxo de caixa na Twice será de R\$ 6.498.414,54 no primeiro ano e R\$ 12.996.829,07 nos anos subsequentes.

Para evidenciar se o desempenho de uma empresa está satisfatório é necessário a adoção de alguns parâmetros econômicos e financeiros; os indicadores que serão utilizados para medir o desempenho serão o ponto de equilíbrio, a TMA (taxa mínima de atratividade) e o payback demonstrados abaixo.

18.8 Ponto de equilíbrio

Equivale ao lucro variável. Sendo a diferença entre o preço de venda unitário do produto e os custos por unidade do produto. Fazendo a multiplicação do total de vendas, é possível determinar a contribuição total do produto para o lucro da empresa. Isto é, é o faturamento mínimo que a empresa tem que atingir para não ter prejuízo. Deste modo, a Twice deve vender no mínimo 33.449 produtos da linha *fitness* e 17.599 da linha *gourmet* como mostrado na Tabela 73.

Tabela 73 - Quantidade de sorvetes mínimo vendidos na Twice

Linha	Preço	Quantidade	Custo unitário	Custo Variável	Custo Fixo	Custo total	Valor faturado
-------	-------	------------	----------------	----------------	------------	-------------	----------------

Fitness	10,9	33.449	8,40	280972,3	8.3622,71	364.595,00	364.595,00
Gourmet	34,9	17.599	20,645	363.323,2	250.868,1	614.191,3	614.191,3

Fonte: Autoria própria (2022)

18.9 Taxa mínima de atratividade (TMA)

A Taxa Mínima de Atratividade é considerada uma excelente ferramenta especialmente na hora de escolher entre as diversas opções de investimento disponíveis. Tanto em níveis estratégicos quanto em financeiros, a TMA é uma das primeiras ferramentas para avaliar a atratividade de um investimento.

Para que o projeto de implementação da Twice seja atrativo financeiramente, a TIR (taxa interna de retorno) deve ser superior ao TMA, a qual será atribuída a taxa Selic do dia 26 de outubro de 2022, com o valor de 13,68% ao ano segundo o Nubank (2022), sendo a taxa Selic a taxa básica de juros da economia brasileira (TREASY, 2020).

O valor da TIR foi realizado a partir da função TIR do Excel, utilizando o valor do investimento inicial negativo, pois é um custo, e os valores de entrada do fluxo de caixa dos primeiros 5 anos, encontrando assim um valor de 43,261%, ou seja, superior a TMA adotada. Com base nesses dados pode-se considerar a Twice um investimento rentável para novos investidores e sócios.

18.10 Tempo de payback

O payback é uma técnica amplamente utilizada em empresas para análise do prazo de recuperação do capital investido, ou seja, é o tempo de retorno do investimento inicial até o momento onde o acúmulo de receitas de entrada seja igual ao valor deste investimento (CONTÁBEIS, 2020).

Para o cálculo do payback, deve-se determinar o VPL (valor presente líquido), que atua como indicador de viabilidade. Na Equação 31 está representado o cálculo do VPL.

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{FC_n}{(1+TMA)^n} \quad (31)$$

Sendo FC o fluxo de caixa, TMA a taxa mínima de atratividade de 1,14% e n corresponde ao ano de FC e TMA. O cálculo do payback está demonstrado na Tabela 74 a seguir, contendo o fluxo de caixa e o VPL de cada ano.

Tabela 74 - Payback da Twice

Ano	Fluxo de caixa	VPL	Payback
-----	----------------	-----	---------

0	0	0	-R\$25.178.540,00
1	R\$ 6.498.414,54	R\$ 6.425.167,63	-R\$ 18.753.372,37
2	R\$ 12.996.829,07	R\$ 19.130.660,26	R\$ 377.287,89
3	R\$ 12.996.829,07	R\$ 38.118.110,5	R\$ 38.495.398,39
4	R\$ 12.996.829,07	R\$ 76.094.625,17	R\$ 114.590.023,56
5	R\$ 12.996.829,07	R\$ 152.049.250,51	R\$ 266.639.274,08

Fonte: Autoria própria (2022)

Ao analisar os valores de payback, foi calculado um tempo de retorno do investimento inicial que ocorre entre o primeiro e o segundo ano da criação da Twice.

19 CONCLUSÃO

Diante do crescimento do movimento vegano no Brasil, observou-se a necessidade da implementação de uma indústria focada para o público com alergia a lactose, *fitness* e aqueles que buscam também, uma vida saudável.

As análises mercadológicas e em relação à saúde dos consumidores pautam a viabilidade e benefícios que a Twice estará envolvida visto que no mercado a demanda dos produtos veganos é maior que a disponibilidade, sendo uma oportunidade a ser explorada.

Esta é considerada uma empresa de médio porte, uma vez que atinge um público muito específico. A planta estratégica encontra-se em Ribeirão Preto, por ser de fácil exportação para locais em que se concentra o maior público alvo do produto, como São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro e Curitiba. Além de contar com o distribuidor de Amendoim na região.

Dessa forma, a Twice prevê a produção de um sorvete vegano *gourmet* com base de fonte proteica de amendoim e ainda o público *fitness* com uma linha exclusiva de um sorvete saudável, com uma quantidade considerável de proteínas nas quais são indicadas para o seu consumo após o treino.

O processo produtivo da Twice, de forma resumida, é apresentado como a recepção do amendoim despelculado torrado e feito todo o preparado do leite de amendoim através da moagem e filtração e levado para a produção do sorvete. Este passa pela mistura dos ingredientes, pasteurização, homogeneização, resfriamento, maturação, congelamento, envase, armazenamento e transporte. Apresentou-se também o tratamento de resíduos que será realizado na empresa, o qual será dividido em processos físico e biológico.

Como apresentado, a produção da Twice é de 280 mil unidades mensalmente e com isso o balanço de massa tornou possível estimar mais de 2 milhões litros de sorvetes veganos produzidos por ano com a base de leite de amendoim que contam com a qualidade e escolhas dos melhores ingredientes para satisfazer os nossos clientes.

Além disso, através da viabilidade financeira estima-se que a Twice é um investimento rentável e o pagamento do empréstimo com amortização se pagaria entre o primeiro e segundo ano.

REFERÊNCIAS

- ABIS (Associação Brasileira da Indústria e do Setor de Sorvetes). **Você sabia que esta delícia existe há mais de 3000 anos?** Disponível em: <https://abis.com.br/voce-conhece-a-historia-do-sorvete/>. Acesso em: 21 de abr. de 2022.
- ABIS (Associação Brasileira da Indústria e do Setor de Sorvetes). **Perspectivas do mercado de sorveterias para 2020.** 2020. Disponível em: <https://abis.com.br/perspectivas-mercado-sorveterias-2020/>. Acesso em: 21 de abr. de 2022.
- ABIS (Associação Brasileira da Indústria e do Setor de Sorvetes). **Mercado: O setor de sorvetes.** Disponível em: <https://abis.com.br/mercado/>. Acesso em: 21 de abr. de 2022.
- ABIS. **Boas práticas de fabricação nas Indústrias de Sorvete.** Disponível em: <https://www.abis.com.br/boas-praticas-de-fabricacao-nas-industrias-de-sorvetes/> Acesso em: 16 nov. 2022
- ABGTECALIM. **Tecnologia da fabricação de sorvetes.** 2010. Disponível em: <http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Tecnologia%20da%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Sorvetes.pdf>. Acesso em: 16 de abr. de 2022.
- ACIAJA. **Agora é oficial: Jaboticabal é a capital do amendoim.** 2017. Disponível em: <http://www.aciaja.com.br/agora-e-oficial-jaboticabal-e-a-capital-do-amendoim/>. Acesso em: 18 de mar. de 2022.
- Agronegócio do amendoim no Brasil.** Fiesp Torange, 2021. Disponível em: <https://sitediefiespstorage.blob.core.windows.net/uploads/2021/05/file-20210531120131-agronegocio-do-amendoimproducao-transformacao-e-op.pdf> >. Acesso em: 04 de abr. de 2022.
- ALBUQUERQUE, Esther Maria Barros de. **Produção de "leite de amendoim" e estudo da aflatoxina durante o seu armazenamento** / Esther Maria Barros de Albuquerque. - 2012. 123 f.: il.
- ALLIED MARKET RESEARCH. **Ice cream market expected to reach \$122,1 billion by 2031.** 2020. Disponível em: <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/ice-cream-market.html>. Acesso 23 abr. 2022.
- ALIBABA. **Galvanizado Fazenda uso 12 ton Silos de armazenagem de grãos.** Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/p-detail/galvanized-60764687041.html?spm=a2700.details.0.0.496b467cEHZYCL> Acesso: 8 nov. 2022
- ALPHAGEL. **Como Manter uma Boa Qualidade do Sorvete na Minha Produção.** Disponível em: <https://www.alphagel.com.br/blog/como-manter-uma-boa-qualidade-do-sorvete-na-minha-producao/> Acesso: 16 Nov. 2022
- ARIOCH, David. **Produtos veganos terão rápido crescimento no mercado de sorvetes.** Vegazeta, 13 de abr. 2022. Disponível em: <https://vegazeta.com.br/produtos-veganos-terao-rapido-crescimento-no-mercado-de-sorvetes/>. Acesso em: 23 de abr. de 2022.
- BARBOZA A., **Aplicação de CMC em Sorvetes.** Aditivos Ingredientes, 2020, n.165, p. 22, fev. 2020.

BARROS, Jaime José da Silveira Neto. **Desenvolvimento, avaliação e validação de uma máquina para produção de leite de amendoim** / Jaime José da Silveira Barros Neto. Campina Grande, 2013. 74 f.

BASTOS, Anne Borges. **Produção e aplicação de lipase fúngica na degradação do efluente de uma indústria de sorvetes**. Repositório institucional, 2019. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/2490?mode=full>. Acesso em: 03 de maio de 2022.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, Portaria n° 266, 26 de Setembro de 2005, **Regulamento Técnico para Fixação de identidade e Qualidade de Gelatos Comestíveis, preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_266_2005_.pdf/67f2abf3e3473e4fc0ebf87ef0ae4cba0ebf. Acesso em: 15 abr. 2022.

BERTOLLO. **Envasadora Rotativa**. Disponível <<https://www.bertollo.com.br/envasadora-rotativa.php>> Acesso: 23 out. 2022

BVMS. **Saudelegias ANVISA**. Disponível: <https://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0267_25_09_2003.html> Acesso: 16 nov. 2022

CAMPOS, Jessyca Silva. **Projeto industrial da sorveteria Lacsud**. UFPR, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/68765/JESSYCA%20SILVA%20CAMPOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 abr. 2022.

CETA, Jr. Consultoria. **Sorvetes veganos: um mercado em ascensão**. 07 jun. 2021. Disponível em: <https://www.cetajrconsultoria.com/sorvetes-veganos-um-mercado-em-ascensao/>. Acesso em: 27 mar. 2022.

CENTROMAQUINAS. **Dosadora Semiautomática para Enchimento de grãos**. Disponível em: <<https://www.cetro.com.br/dosadora-semiutomatica-para-enchimento-de-graos-e-pos-kfg-1000/p>> Acesso: 8 nov. 2022

CENTRO. **Envasadora de Pastosos Automáticos**. Disponível em: <<https://www.bertollo.com.br/envasadora-rotativa.php>> Acesso 23 out. 2022

CLARKE, C. **The science of ice cream**. *Chemistry and Industry*, London, v. 24, n. 19, p. 22-23, 2005.

CORSINI, M. S., **Estabilidade de tipos de óleos vegetais usados para a fritura de mandioca congelada do tipo palito**, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas e SP, 2006.

COSTA, O.P.; LUSTOZA, D. C. **Aspectos tecnológicos envolvidos na fabricação de sorvetes**. *Rev. Sorveteria Brasil.*, v. 123, p.47-60, 1998.

DEMIREL, B.; ÖROK, M.; HOT, E.; ERKISI, S.; ALBÜKREK, M.; ONAY, T. T. **Recovery of biogas as a source of renewable energy from ice-cream production residues and wastewater**. *Environmental Technology*, v. 34, n° 13-14, p. 2099-2104, 2013.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction**, 2ª ed. Weinheim (Alemanha): Wiley-VCH, 2011, 539 p.

DIONÍSIO. **Dionísio recicláveis**, 2018. Página inicial. Disponível em: <http://www.dionisioreciclaveis.com.br/>. Acesso em: 30 abr. 2022.

EMBRAPAN. **Açúcar Invertido**. Disponível em: < <http://embrapan.com.br/acucar-invertido/>> acesso: 22 abr. 2022

EXTECH-LINK. **Secador/Resfriador**. Disponível: <<http://www.etl.ind.br/service/secagem-resfriador/>> Acesso: 9 nov 2022

FARIAS, A. B. de. **Ética para o meio ambiente**. In: TORRES, C. J. Manual de Ética: questões de ética teórica e aplicada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014, p. 604-623.

FATSECRET BRASIL. **Fatos nutricionais: Leite de amendoim**. 21 dez. 2017. Disponível em: <https://www.fatsecret.com.br/calorias-nutri%C3%A7%C3%A3o/iracema/leite-de-amendoim/1-copo>. Acesso em: 04 maio 2022.

FINAMAC. **Mercado de sorvetes: quais as tendências e como se destacar?** 18 out 2018. Disponível em: <https://blog.finamac.com/mercado-de-sorvetes-quais-as-tendencias-e-como-se-destacar/>. Acesso 24 mar. 2022.

FLYNN, D. J. **The Nalco Water Handbook**, 3ª ed. Nova York (EUA): McGraw-Hill, 2009. 1217 p.

FOODBASE. **Principais etapas de produção do sorvete**. 15 abr. 2021. Disponível em: <https://foodbase.com.br/news/principais-etapas-de-producao-do-sorvete>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FOODBASE. **Dá um help: 6 dúvidas frequentes sobre saborizantes para sorvete**. 27 jan. 2021. Disponível em: <https://foodbase.com.br/news/6-duvidas-sobre-saborizantes-para-sorvete>. Acesso em: 25 abr. 2022.

FOODCONNECTION, **Plant-based conquista seu espaço no mercado brasileiro**. 2021. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/consumo/plant-based-conquista-seu-espaco-no-mercado-brasileiro>. Acesso 04 abr. 2022.

FASTSECRET. **Leite de Amendoim**. Disponível em: <<https://www.ingredientesonline.com.br/gordura-de-palma-taua-3kg>> acesso: 22 abr. 2022

FRIGELAR. **Câmara Fria para congelados**. Disponível em: <<https://www.frigelar.com.br/camara-fria-para-congelados-eos-tc-8-abertura-a-direita-220v-trifasico/p/kit5743>> Acesso 18 nov. 2022

GIORDANI, R., **Sorvete: Alimento e Prazer**. Porto Alegre-RS, Imagens da Terra Editora, 2006.

GOFF H. D., HARTEL R.W. **Ice cream**. 7ª Edição, 2013, Springer.

GRÃOS UNIÃO. **História do amendoim**. 2016. Disponível em: <http://graosuniao.com.br/amendoim>. Acesso em: 04 abr. 2022.

INGREDIENTES ONLINE. **Stevita- Adoçante de Stévia**. Disponível em: <<https://www.ingredientesonline.com.br/stevia-em-po-400-g>> acesso: 22 abr. 2022

INGREDIENTES ONLINE. **Carboxi Metil Celulose (CMC)**. Disponível em: <<https://www.ingredientesonline.com.br/cmc>> acesso: 22 abr. 2022

INGREDIENTES ONLINE. **Xarope de Glucose**. Disponível em:
<<https://www.ingredientesonline.com.br/xarope-de-glucose-granel>> acesso: 22 abr. 2022

INOXPA. **ED-5 Recepção de Leite Cru**.

Disponível:<<https://www.inoxpa.com.br/produtos/equipamentos/outros-equipamentos/tanque-recepcao-leite-cru>> Acesso: 9 nov. 2022

INGREDIENTES ONLINE. **Gordura de palma**. Disponível em:

<<https://www.ingredientesonline.com.br/gordura-de-palma-taua-3kg>> acesso: 22 abr. 2022

INOXPA. **SolidMix Mistura Sólida**. Disponível em:

<<https://www.inoxpa.com.br/produtos/equipamentos/mistura/mistura-solido-liquido>> Acesso 9 nov.2022

KOUANE, D.; ZHANG, G.; GEN, J. **Peanut milk and peanut milk based products production: A Review**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v.46, p.405-423, 2005.

KEPNER I. **Diferença entre Leite de Vaca, Leite de Amêndoa, Leite de Soja e Leite de Arroz. Índice de saúde**, 2018. Disponível em: Diferenças entre Leite de Vaca, Leite de Amêndoa, Leite de Soja e Leite de Arroz (indexdesaude.com) Acesso em: 05 maio 2022.

KONTINUER. **Trocadores de Calor**. Disponível

<<https://www.kontinuer.com/pt/equipamentos/trocadores-de-calor/>> Acesso: 9 nov. 2022

LEGISWEB. **Resolução CONAMA nº 430**. 16 maio de 2011. Disponível em:

<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 05 maio. 2022.

MACHADO, G.C. **Utilização de óleo de coco babaçu, concentrado proteico de soro lácteo e leite em pó desnatado na produção de sorvetes**, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2005.

MAGO INDÚSTRIA. **Como usar glucose em pó?** 07 fev. de 2022. Disponível em:

https://www.mago.com.br/helpie_faq/como-usar-a-glucose-em-po/. Acesso em: 25 abr. 2022.

MENKE, Andrew. **Global Ice Cream Market**. GlobalEdge, 2018. Disponível em:

<https://globaledge.msu.edu/blog/post/54547/global-ice-cream-market#:~:text=Based%20on%20total%20size%2C%20China,2.7%20billion%20liters%20in%202016>. Acesso em: 22 abr. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política nacional de resíduos sólidos**. 2012.

Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html#:~:text=A%20Lei%20n%C2%BA%2012.305%2F10,manejo%20inadequado%20dos%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos>. Acesso em: 29 mar. 2022.

MORAN, Michael J; SHAPIRO, Howard N.; BOETTNER, Daisie D.; BAILEY, Margaret B. **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**. Tradução Robson Pacheco Pereira, et al 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

NASCIMENTO, D. **A HISTÓRIA DO SORVETE EM SÃO PAULO**, São Paulo Antiga, 25 set. 2017. Disponível em: <https://saopauloantiga.com.br/sorvete-em-sao-paulo/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

NZBEMBALAGENS. **Caixa de Papelão N3**. Disponível em:

<<https://www.nzbembalagens.com.br/caixa-de-papelao-33x22x12-n3?sku=Y5N6XX5ND->

[25&gclid=CjwKCAiApvebBhAvEiwAe7mHSHz82Fbkt0_PaC5bMjU0D5xl43sxi-BZitH522dAqnVsfYAgyAseEhoCy5MQAvD_BwE](https://www.cpt.com.br/cursos-pequenasempresas-comomontar/artigos/fabricacao-de-sorvetes-de-massa)> Acesso: 22 nov 2022

OLIVEIRA, Andréa. **Fabricação de sorvetes de massa**. Cursos CPT, 2012. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-pequenasempresas-comomontar/artigos/fabricacao-de-sorvetes-de-massa>. Acesso em: 16 abr. 2022.

ORDÓÑEZ, J. A. P.; CAMBERO, M. I. R.; FERNÁNDEZ, L. A.; GARCIA, M. L. S.; **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, v.2, 2005.

POLOSUL. **Sorvete: conheça as etapas da fabricação**. 01 fev. 2017. Disponível em: <https://polosulsc.com.br/conheca-as-etapas-da-fabricacao-do-sorvete-de-massa/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **História do Sorvete**. 20 jan. 2016. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/culinaria/historia-do-sorvete#:~:text=No%20s%C3%A9culo%2017%2C%20quando%20o,a%20primeira%20sorveteria%20do%20mundo>. Acesso em: 21 abr. 2022.

PRODUTOS NINHO, Ninho, 2022. Disponível em: <https://www.ninho.com.br/produtos>. Acesso em: 08 maio 2022.

PROPEQ. **Integração Energética: O que é e quais as possibilidades para sua aplicação**. Disponível em: <<https://propeq.com/integracao-energetica/>> acesso: 21 nov. 2022

PALINIALVES. **PA-SR/5**. Disponível: <https://www.palinalves.com.br/produto.php?produto=53&pa_sr_5> Acesso: 9 nov.2022

PMPPF. **Manual de Práticas**. Disponível em: <http://site02.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/files/portal/manual_praticas.pdf> Acesso em: 16 nov 2022

RODRIGUES, J., BEZERRA, J., TEIXEIRA, A., & Rigo, MRODRIGUES, Jaqueline et al. **Avaliação sensorial e físico-química de sorvete com polpa de açaí e proteína do soro do leite**. *Âmbiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 14, n. 2, p. 225-236, 2018.

SANSOLDO, Pedro Victor Guerra da Silva. **Biovalorização de resíduos da indústria de sorvetes**. Pantheon, 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/7993/1/Pedro%20Victor%20Guerra%20da%20Silva%20Sansoldo.pdf>. Acesso em: 02 maio 2022.

SANTANA R.R.L., MATSUURA F.C., CARDOSO L.R., **Genótipos melhorados de mamão (Carica' papaya L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 23 (Supl): 15 dez 2003.

SCUADRA. **Vantagens da embalagem de papel**. 2022. Disponível em: <https://www.scuadra.com.br/#section-vantagens>. Acesso em: 24 abr. 2022.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Como se destacar no mercado do sorvete**. 19 de nov. 2021. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-se-destacar-no-mercado-de-sorvetes,a49d99a5a995b510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso 24 mar. 2022.

SHAKER D., MULVANY L. **The Mighty Pea is everybody's New Favore Plant-Based Protein**, Bloomberg, 2019.

- SHAH, A.; BARAL, N.R.; MANANDHAR, A. **Technoeconomic Analysis and Life Cycle Assessment of Bioenergy Systems**. The Ohio State University. Tribhuvan University. 2016.
- SILVA, M. A. **Produção de lipase por *Yarrowia lipolytica* e formulação de bioproduto para aplicação em tratamento de efluente lácteo**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2016.
- SLAVOV, A. K. **General Characteristics and Treatment Possibilities of Dairy Wastewater – A Review**. Food Technology and Biotechnology, vol. 55, nº1, p. 14-28, 2017.
- SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Brasileiros reduzem consumo de carne e estabelecimentos se adaptam**. 02 ago de 2021. Disponível em: <https://www.svb.org.br/2648-brasileiros-reduzem-consumo-de-carne-estabelecimentos-se-adaptam-revela-nova-pesquisa-do-ipecc>. Acesso 04 abr. 2022.
- SOLER, M.P., SORVETES, CIAL/ITAL, **Série Publicações Técnicas de Informações em Alimentos**, Campinas, SP, 2001.
- SPERLING, Marcos Von. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**. 4. ed. Minas Gerais: UFMG, 2014.
- TSFOODMACHINE. **Lavadora de amendoim**. Disponível em: www.tsfoodmachine.com/lavadora Acesso: 21 out. 2022
- TOWLER, Gavin; SINNOTT, Ray. **Chemical Engineering Design, Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design**. Second edition. Elsevier Ltd. 2012.
- TECHNOGEL. Mixworking- **Plantas de Pasteurização**. Disponível: <https://www.technogel.com/pt/linha-industrial/16/mixworking-plantas-de-pasteurizacao> Acesso: 1 nov 2022
- TECHNOGEL. **Tinas de Maturação**. Disponível em: <https://www.technogel.com/pt/linha-industrial/7/tinas-de-maturacao> Acesso: 23 out. 2022
- TECHNOGEL. **Congelados Contínuos Explorer**. Disponível em: <https://www.technogel.com/pt/linha-industrial/9/congeladores-continuos-explorer> Acesso 23 out.2022
- TOLEDO. **Procedimentos Operacionais Padrão**. Disponível em: <https://www.toledo.pr.gov.br/sites/default/files/POP%20-%20Procedimentos%20Operacionais%20Padrão.pdf> > Acesso 16 nov. 2022;
- VALENÇA, Fernanda Mattos de Lima; CARBONAI, Davide. **Novos atores em movimento: o veganismo como prática política**. 2018.
- VEGANBUSINESS. **Mercado de sorvete vegano pode valer mais de R\$ 3,41 bilhões**. 31 mar. 2021. Disponível em: <https://veganbusiness.com.br/mercado-de-sorvete-vegano/>. Acesso em: 28 de mar. de 2022.
- VIEIRA, Felipe. **A história do sorvete no Brasil**. Sorvetes lips, 2017. Disponível em: <https://sorveteslips.com.br/blog/sorvetes/a-historia-do-sorvete-no-brasil/>. Acesso em: 28 mar. 2022.
- VIVA SALUTA. **Proteína de Ervilha Importada**. Disponível em: <https://www.vivasalute.com.br/proteina-de-ervilha-importada-vegan-protein-500g?parceiro=1111&gclid=Cj0KCQjwqPGUBhDwARIsANNwjV4nDwnwKX2RD5N2m3>

[GOoKVZyIc0vvofk25GByrb4K3SNaFZ6qW8DZ0aAmx6EALw_wcB>](#) Acesso em: 22 abr. 2022

WATTS E., **Is The Sugar Substitute Stevia Bad for Our Health?** Medical News Today, 2020. Disponível em: [Is the sugar substitute stevia bad for our health? \(medicalnewstoday.com\)](#). Acesso em: 07 maio 2022.

ZANI, Reynaldo. **O mercado está para sorvete.** FoodServiceNews, 2019. Disponível em: <https://www.foodservicenews.com.br/o-mercado-esta-para-sorvete/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

APÊNDICE A – Densidade dos sorvetes

- A1 Frações mássicas dos compostos na formulação do sorvete gourmet
- A2 Frações mássicas dos compostos na formulação do sorvete *fitness*
- A3 Densidade da calda dos sorvetes

Apêndice A1 - Frações mássicas dos compostos na formulação do sorvete *gourmet*

A fim de estimar as propriedades termofísicas de alimentos, determina-se as frações mássicas de carboidratos, proteínas, lipídios, água e cinzas presentes nos ingredientes da formulação dos sorvetes.

1) Carboidrato

Inicialmente calcula-se a quantidade de carboidratos totais presentes no sorvete *gourmet*, pela seguinte equação:

$$x_{\text{carboidrato}} = \sum x_{\text{formulaçãogourmet}} * x_{\text{tabelanutricional,ingrediente}}$$

Onde, $x_{\text{tabelanutricional}}$ varia de acordo com o ingrediente calculado e sua respectiva quantidade de carboidrato presente na tabela nutricional e $x_{\text{formulaçãogourmet}}$ será a concentração presente na Tabela 10 que apresenta a composição da formulação da calda do sorvete *gourmet*.

De acordo com as tabelas nutricionais, o carboidrato está presente no leite de amendoim, açúcar invertido e glucose.

Para o leite de amendoim na mistura *gourmet*, é possível observar através do Anexo III que para 200 g do leite é considerado 100% então para 3g de carboidrato tem-se o cálculo a seguir.

$$x_{\text{carboidrato,leitedeamendoim}} = \frac{(3 * 100\%)}{200}$$

$$x_{\text{carboidrato,leitedeamendoim}} = 1,5\%$$

Logo, sua fração mássica é 0,015 e na Tabela 10 o leite tem uma fração de composição de 0,7150.

Já para o açúcar invertido, de acordo com a tabela nutricional presente no Anexo V a cada 30g dele é 100% e tem-se 20g de carboidrato apresentado pelo cálculo abaixo.

$$x_{\text{carboidrato,açúcarinvertido}} = \frac{(20 * 100\%)}{30}$$

$$x_{\text{carboidrato,açúcarinvertido}} = 66,67\%$$

Obteve-se uma proporção de 66,67%, com isso há uma fração mássica de 0,6667 e a fração dele no sorvete segundo a Tabela 10 de composição dos ingredientes é de 0,02.

Por último para a glucose observa-se no Anexo VI que 20 g dela é considerado 100% e há 16 g resultando na seguinte equação para obter sua porcentagem.

$$x_{\text{carboidrato,glucose}} = \frac{(16 * 100\%)}{20}$$

$$x_{\text{carboidrato,glucose}} = 80\%$$

Resultando em uma proporção de 80% de carboidrato. Dessa forma, tem-se 0,8000 de fração mássica. E no sorvete a composição é de 0,0125.

Logo, para a composição de carboidrato total presente no sorvete de acordo com as composições dos ingredientes (Tabela 10) e as frações mássicas calculadas:

$$x_{\text{carboidrato}} = 0,015 * 0,7150 + 0,6667 * 0,02 + 0,8000 * 0,1250$$

$$x_{\text{carboidrato}} = 0,1240$$

2) Lipídios

Para os lipídeos, da mesma forma que para os carboidratos tem-se que:

$$x_{\text{lipídios}} = \sum x_{\text{formulação gourmet}} * x_{\text{tabelanutricional}}$$

Onde, $x_{\text{formulação gourmet}}$ está presente na Tabela 10 e $x_{\text{tabelanutricional}}$ varia de acordo com o ingrediente calculado.

De acordo com as tabelas nutricionais, o lipídio está presente no leite de amendoim e na gordura de palma. Para o leite de amendoim na mistura gourmet através do Anexo III é possível observar que para 200g do leite sendo ele 100% há 7g de gordura resultando no seguinte cálculo.

$$x_{\text{lipídios,leitedeamendoim}} = \frac{(7 * 100\%)}{200}$$

$$x_{\text{lipídios,leitedeamendoim}} = 3,5\%$$

Sendo ele proporcional a 3,5%, logo sua fração mássica é 0,035 e a fração do leite presente no sorvete é de 0,7150.

Da mesma forma para a gordura vegetal, no Anexo IV, observa-se que é integralmente feita de gordura, logo em 10g de gordura vegetal existem 10 g de lipídio, logo a concentração é de 100% e em seguida calcula-se sua proporção.

$$x_{\text{lipídios,gorduravegetal}} = \frac{(10 * 100\%)}{10}$$

$$x_{\text{lipídios,gorduravegetal}} = 100\%$$

Dessa forma, tem-se 1,0000 de fração mássica, onde 8% utiliza-se na composição do sorvete, sendo o $x_{\text{formulação gourmet}} = 0,08$.

Logo, para a composição de lipídios de acordo com a Tabela 10 temos que:

$$x_{\text{lipídios}} = 0,0350 * 0,7150 + 1,0000 * 0,0800$$

$$x_{lipídios} = 0,1050$$

3) Proteínas

Em relação às proteínas, está presente apenas no leite de amendoim. Pode-se calcular através da seguinte equação:

$$x_{proteínas} = \sum x_{formulaçãogourmet} * x_{tabelanutricional}$$

Onde, $x_{formulaçãogourmet}$ está presente na Tabela 10 e $x_{tabelanutricional}$ varia de acordo com o ingrediente calculado.

Dessa forma, há 12g de proteínas presentes em 200g de leite de amendoim, logo sua fração é de 0,06 feita pelo cálculo a seguir.

$$x_{proteínas} = \frac{(12 * 100\%)}{200}$$

$$x_{proteínas} = 6\%$$

Com isso, a composição de leite de amendoim presente no sorvete é de 0,7150, dessa forma, calcula-se a fração mássica de proteínas como:

$$x_{proteínas} = 0,0600 * 0,7150$$

$$x_{proteínas} = 0,0429$$

4) Água

A água presente é proveniente do leite de amendoim, com isso calcula-se da seguinte forma.

$$x_{água} = \sum x_{formulaçãogourmet} * x_{tabelanutricional}$$

$$x_{água} = 1,0000 * 0,7150$$

$$x_{água} = 0,7150$$

5) Cinzas

Considerando que a soma das frações mássicas dos compostos presentes na formulação do sorvete é determinado como:

$$x_{carboidratos} + x_{lipídeos} + x_{proteínas} + x_{água} + x_{cinzas} = 1$$

Dessa forma, é possível encontrar que as cinzas são determinadas como:

$$x_{cinzas} = 1 - x_{carboidratos} - x_{lipídeos} - x_{proteínas} - x_{água}$$

$$x_{cinzas} = 1 - 0,1240 - 0,1050 - 0,0429 - 0,7150$$

$$x_{cinzas} = 0,0131$$

Apêndice A2 - Frações mássicas dos compostos na formulação do sorvete *fitness*

1) Carboidrato

O cálculo de carboidrato é calculado da seguinte forma:

$$x_{\text{carboidrato}} = \sum x_{\text{formulaçãofitness}} * x_{\text{tabelanutricional,ingrediente}}$$

Onde, $x_{\text{formulaçãofitness}}$ está presente na Tabela 10 e $x_{\text{tabelanutricional,ingrediente}}$ varia de acordo com o ingrediente calculado.

Analisando as tabelas nutricionais dos ingredientes presentes no sorvete *fitness* observa-se que o carboidrato está presente no Leite de Amendoim e no Adoçante Stevia. Dessa forma, de acordo com o Anexo III há 3g de carboidrato em 200g de leite de amendoim que é considerado 100%, logo:

$$x_{\text{carboidrato,leitedeamendoim}} = \frac{(3 * 100\%)}{200}$$

$$x_{\text{carboidrato,leitedeamendoim}} = 1,5\%$$

Portanto, 1,5% de carboidrato com a fração mássica de 0,0150 presentes em 0,7150 de leite de amendoim do sorvete.

Já de acordo com o Anexo IX, tem-se 9,3g de carboidrato em 10g de Stevia considerado 100%

$$x_{\text{carboidrato,Stevia}} = \frac{(9,3 * 100\%)}{10}$$

$$x_{\text{carboidrato,Stevia}} = 93\%$$

Logo, a proporção é de 93% e a fração mássica sendo de 0,9300. A composição desse adoçante natural no sorvete é de 13,70% logo o $x_{\text{formulaçãogourmet,Stevia}} = 0,1370$.

$$x_{\text{carboidrato}} = 0,0150 * 0,5575 + 0,9300 * 0,1370$$

$$x_{\text{carboidrato}} = 0,1358$$

2) Lipídios

Para os lipídios, tem-se que:

$$x_{\text{lipídios}} = \sum x_{\text{formulaçãofitness}} * x_{\text{tabelanutricional}}$$

Onde, $x_{\text{formulaçãofitness}}$ está presente na Tabela 10 e $x_{\text{tabelanutricional}}$ varia de acordo com o ingrediente calculado.

O lipídio está presente no Leite de Amendoim, Proteína de Ervilha e Gordura Vegetal de Palma.

Em 200g de leite de amendoim é 100% então para 7g de gordura encontra-se uma proporção de 3,5%.

$$x_{\text{lipídios,leitedeamendoim}} = \frac{(7 * 100\%)}{200}$$

$$x_{\text{lipídios,leitedeamendoim}} = 3,5\%$$

Assim, tem-se 0,0350 de fração mássica e a composição no sorvete de 0,5575.

Já para a proteína de ervilha, tem-se 1,8g de gordura para 30g dando 100%, dessa forma encontra-se um proporcional de 6%.

$$x_{\text{lipídios,proteínadeervilha}} = \frac{(1,8 * 100\%)}{30}$$

$$x_{\text{lipídios,proteínadeervilha}} = 6\%$$

Sendo 0,06 a fração mássica E $x_{\text{formulaçãofitness,proteínadeervilha}} = 0,2005$. E por fim, a gordura vegetal de palma é composta 100% de lipídio sendo representado em fração mássica como 1,0000 com a composição no sorvete de 0,08.

$$x_{\text{lipídeos}} = 0,0350 * 0,5575 + 0,06 * 0,2005 + 1,0000 * 0,08$$

$$x_{\text{lipídeos}} = 0,1115$$

3) Proteínas

Em relação às proteínas, pode-se calcular através da seguinte equação:

$$x_{\text{proteínas}} = \sum x_{\text{formulaçãofitness}} * x_{\text{tabelanutricional}}$$

Onde, $x_{\text{formulaçãofitness}}$ está presente na Tabela 10 e $x_{\text{tabelanutricional}}$ varia de acordo com o ingrediente calculado.

Analisando os Anexos III e IX referentes às tabelas nutricionais do Leite de Amendoim e Proteína de Ervilha respectivamente, nota-se a presença de proteína em ambas.

Para o leite de amendoim, há 200g totalizando 100% em 12g de proteínas, sendo proporcional 6%.

$$x_{\text{proteínas,leitedeamendoim}} = \frac{(12 * 100\%)}{200}$$

$$x_{\text{proteínas,leitedeamendoim}} = 6\%$$

Portanto, tem-se 0,06 de fração mássica e o $x_{\text{formulaçãofitness}} = 0,5575$.

Da mesma forma, para a proteína de ervilha determina-se que em 30g tem 24g de proteínas.

$$x_{\text{proteínas,proteínadeervilha}} = \frac{(24 * 100\%)}{30}$$

$$x_{\text{proteínas,proteínadeervilha}} = 80\%$$

Resultando então em 0,8 de fração mássica e o $x_{\text{formulaçãofitness}} = 0,2005$.

Logo, a composição de proteínas se dá pela seguinte equação.

$$x_{\text{proteínas}} = 0,0600 * 0,5575 + 0,8 * 0,2005$$

$$x_{\text{proteínas}} = 0,1939$$

4) Água

A água presente no sorvete *fitness* é proveniente do leite de amendoim, com isso calcula-se da seguinte forma.

$$x_{\text{água}} = \sum x_{\text{formulaçãofitness}} * x_{\text{tabelanutricional}}$$

$$x_{\text{água}} = 1,0000 * 0,5575$$

$$x_{\text{água}} = 0,5575$$

5) Cinzas

Por fim, as cinzas considera-se que a soma das frações mássicas dos compostos presentes na formulação do sorvete é determinado como:

$$x_{\text{carboidratos}} + x_{\text{lipídeos}} + x_{\text{proteínas}} + x_{\text{água}} + x_{\text{cinzas}} = 1$$

Dessa forma, é possível encontrar que as cinzas são determinadas como:

$$x_{\text{cinzas}} = 1 - x_{\text{carboidratos}} - x_{\text{lipídeos}} - x_{\text{proteínas}} - x_{\text{água}}$$

$$x_{\text{cinzas}} = 1 - 0,1358 - 0,1115 - 0,1939 - 0,5575$$

$$x_{\text{cinzas}} = 0,0013$$

Apêndice A3 - Densidade da calda dos sorvetes

Para o desenvolvimento do cálculo utilizou-se a densidade dos principais componentes presentes no sorvete como carboidratos, lipídeos, proteínas, cinzas e água.

Com base na temperatura final do processo, sendo esta a temperatura de envase a -2°C, as densidades de cada composto são calculadas através das equações de propriedades termodinâmicas apresentadas no Anexo I, estas obtidas segundo CAMPOS (2018):

1) Carboidrato

$$\begin{aligned}\rho_{\text{carboidrato}} &= 1,5991 \times 10^3 - [0,31046 * T] \\ \rho_{\text{carboidrato}} &= 1,5991 \times 10^3 - [0,31046 * (-2)] \\ \rho_{\text{carboidrato}} &= 1599,7209 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

2) Lipídios

$$\begin{aligned}\rho_{\text{Lipídios}} &= 9,25559 \times 10^2 - [0,41757 * T] \\ \rho_{\text{Lipídios}} &= 9,25559 \times 10^2 - [0,41757 * (-2)] \\ \rho_{\text{Lipídios}} &= 926,4251 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

3) Proteínas

$$\begin{aligned}\rho_{\text{proteína}} &= 1,3299 \times 10^3 - [0,41757 * T] \\ \rho_{\text{proteína}} &= 1,3299 \times 10^3 - [0,41757 * (-2)] \\ \rho_{\text{proteína}} &= 1330,9368 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

4) Cinzas

$$\begin{aligned}\rho_{\text{cinza}} &= 2,4238 \times 10^3 - [0,28063 * T] \\ \rho_{\text{cinza}} &= 2,4238 \times 10^3 - [0,28063 * (-2)] \\ \rho_{\text{cinza}} &= 2424,3613 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

5) Água

$$\begin{aligned}\rho_{\text{água}} &= 916,89 - [0,13071 * T] \\ \rho_{\text{água}} &= 916,89 - [0,13071 * (-2)] \\ \rho_{\text{água}} &= 917,1514 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

Posteriormente, realiza-se o cálculo da densidade final do nosso produto, expresso pela seguinte equação, por meio dos resultados encontrados anteriormente.

$$\Sigma\rho = \frac{1}{\frac{x_{\text{carboidrato}}}{\rho_{\text{carboidrato}}} + \frac{x_{\text{lipídios}}}{\rho_{\text{lipídios}}} + \frac{x_{\text{proteína}}}{\rho_{\text{proteína}}} + \frac{x_{\text{cinza}}}{\rho_{\text{cinza}}} + \frac{x_{\text{água}}}{\rho_{\text{água}}}}$$

- Densidade para calda *Gourmet*

No caso do sorvete *Gourmet*, x representa a composição de cada componente, como realizado no Apêndice B1, e ρ a densidade determinada acima. Substituindo os devidos valores, tem-se que:

$$\Sigma\rho = \frac{1}{\frac{0,1240}{1599,7209} + \frac{0,1050}{926,4251} + \frac{0,0429}{1330,937} + \frac{0,0139}{2424,3613} + \frac{0,7150}{917,1514}}$$

$$\Sigma\rho_{\text{gourmet}} = 991,9623 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Com isso, a densidade da calda do sorvete *gourmet* é de 991,9623 kg/m³.

- Densidade para a calda *fitness*

Em relação ao sorvete *fitness*, x representa a composição de cada componente, como realizado no Apêndice B1, e ρ a densidade determinada acima. Substituindo os devidos valores, tem-se que:

$$\Sigma\rho_{\text{fitness}} = \frac{1}{\frac{0,1358}{1599,7209} + \frac{0,1115}{926,4251} + \frac{0,1939}{1330,937} + \frac{0,0013}{2424,3613} + \frac{0,5575}{917,1514}}$$

$$\Sigma\rho_{\text{fitness}} = 1042,3840 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Dessa forma, a densidade da calda do sorvete *fitness* é 1042,3840 kg/m³.

APÊNDICE B – Cálculo do balanço material

B1 Sorvete *Gourmet* CaraMendo

B2 Sorvete *Gourmet* ChoCoffee

B3 Sorvete *Gourmet* com processos comuns

B4 Sorvete Fitness RedVeg

B5 Leite de amendoim

Apêndice B1 - Sorvete *Gourmet* CaraMendo

Considerando a equação geral do balanço de massa como:

$$\begin{aligned} \sum ENTRADA + \sum GERAÇÃO - \sum SAÍDA - \sum CONSUMO \\ = \sum ACÚMULO \end{aligned}$$

Para a produção dos sorvetes veganos considera-se que o processo ocorre em regime permanente, sem acúmulo e não há geração e nem consumo de componentes. Logo:

$$\begin{aligned} \sum ENTRADA &= \sum SAÍDA \\ \sum \dot{m}_{entra} &= \sum \dot{m}_{saida} \end{aligned}$$

Pela fórmula da densidade, considerando um volume de 900 L/h e o valor da densidade final dos componentes em geral, sabe-se que:

$$Qm = \rho \cdot Q$$

Onde, Qm é a vazão mássica e Q a vazão em volume.

Considerando metade do vazão inicial estipulado para a produção devido a expansão de 50% do processo de emulsão em que $\rho_{gourmet} = 991,9623 \frac{kg}{m^3}$

$$Q = 900 \frac{L}{h}$$

Convertendo a unidade do volume de litros para metros cúbicos sendo este 0,9 m³/h, com finalidade de ajustar as unidades finais para a determinação da massa, obtém-se o seguinte resultado da massa do caldo do sorvete no sistema.

$$\begin{aligned} Qm &= 991,9623 * 0,9 \\ Qm &= 892,766 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Desse modo, é possível verificar que a quantidade de calda representada em massa da produção de sorvete do sabor *gourmet* CaraMendo é cerca de 892,766 kg/h.

Considerando a massa no término do processo determinada anteriormente, tem-se:

$$\dot{m}_H = 892,766 \frac{kg}{h}$$

Inicialmente, contabiliza-se a perda, possibilitando a determinação da quantidade que entra para cada etapa do processo a seguir.

1) ENVASE

Calculando a perda no envase:

$$\dot{m}_{P7} = \frac{\dot{m}_H * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P7} = \frac{892,7661 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P7} = 0,8928 \frac{kg}{h}$$

Determinando a massa de entrada no envase:

$$\dot{m}_G = \dot{m}_H + \dot{m}_{P7}$$

$$\dot{m}_G = 892,7661 + 0,8928$$

$$\dot{m}_G = 893,6588 \frac{kg}{h}$$

2) CONGELAMENTO

Calculando a perda no congelamento:

$$\dot{m}_{P6} = \frac{\dot{m}_G * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P6} = \frac{893,6588 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P6} = 0,8937 \frac{kg}{h}$$

Determinando a massa de entrada no congelamento:

$$\dot{m}_F = \dot{m}_G + \dot{m}_{P6}$$

$$\dot{m}_F = 893,6588 + 0,8937$$

$$\dot{m}_F = 894,5525 \frac{kg}{h}$$

3) MATURAÇÃO

Calculando a perda na maturação:

$$\dot{m}_{P5} = \frac{\dot{m}_F * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P5} = \frac{894,5525 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P5} = 0,8946 \frac{kg}{h}$$

Para a determinação da massa de entrada na maturação é necessário atentar-se à entrada de mais dois produtos, sendo estes o saborizante, S1, e a calda de caramelo, C2, representando uma porcentagem de 15% e 20% respectivamente.

Encontrando os devidos valores de S1 e C2, tem-se que:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{S1} &= \left(\frac{\dot{m}_F * 15}{100} \right) \\ \dot{m}_{S1} &= \left(\frac{894,5525 * 15}{100} \right) \\ \dot{m}_{S1} &= 134,1829 \frac{kg}{h} \\ \dot{m}_{C1} &= \left(\frac{\dot{m}_F * 20}{100} \right) \\ \dot{m}_{C1} &= \left(\frac{894,5525 * 20}{100} \right) \\ \dot{m}_{C1} &= 178,9105 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Por fim, com os resultados do S1 e C1 calcula-se quanto de massa entrará.

$$\begin{aligned} \dot{m}_{E1} &= \dot{m}_F + \dot{m}_{P5} - \dot{m}_{S1} - \dot{m}_{C1} \\ \dot{m}_{E1} &= 894,5525 + 0,8946 - 134,1829 - 178,9105 \\ \dot{m}_{E1} &= 582,3537 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Apêndice B2 - Sorvete *Gourmet* ChoCoffee

Visto que o diferencial dos sorvetes *gourmets* são seus sabores, pode-se associar o balanço de massa no B2 referente ao CaraMendo de maneira análoga. Portanto, inicia-se pela equação geral de balanço de massa considerando posteriormente condições para esta produção, como regime permanente, não havendo acúmulo, geração e consumo dos componentes, resultando em:

$$\begin{aligned} \sum ENTRADA + \sum GERAÇÃO - \sum SAÍDA - \sum CONSUMO \\ = \sum ACÚMULO \\ \sum ENTRADA = \sum SAÍDA \\ \sum \dot{m}_{entra} = \sum \dot{m}_{saída} \end{aligned}$$

A partir dos cálculos de densidade feitos no apêndice B1, considerando uma produção de 1800 L/h juntamente com o valor da densidade final dos componentes e em seguida o seu volume pela metade do inicial devido ao fato de que o sorvete se deriva de um processo de expansão de cerca de 50% logo é necessário 900 L/h, tem-se que a vazão em massa e a Vazão em volume são relacionadas como se segue:

$$Qm = \rho \cdot Q$$

Onde, Qm é a vazão mássica e Q a vazão em volume.

Inicia-se o próximo passo fazendo a devida conversão do volume de litros (L) para metros cúbicos (m³) com intuito de ajustar as devidas unidades a serem utilizadas na determinação da massa final, resultando por fim na seguinte massa de calda no sistema considerando $\rho_{gourmet} = 991,9623 \frac{kg}{m^3}$

$$\begin{aligned} Qm &= 991,9623 * 0,9 \\ Qm &= 892,766 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Efetua-se os cálculos de cada estágio através do balanço de massa do final até o início de cada estágio, considerando a massa produzida de sorvete determinada anteriormente de 892,766 kg/h.

$$\dot{m}_H = 892,766 \frac{kg}{h}$$

Os cálculos iniciam-se pela contabilização das perdas, para posteriormente, determinar de forma quantitativa entrando em cada etapa do processo.

1) ENVASE

Calculando a perda no envase:

$$\dot{m}_{P7} = \frac{\dot{m}_H * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P7} = \frac{892,766 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P7} = 0,8928 \frac{kg}{h}$$

Determinando a massa de entrada no envase:

$$\dot{m}_G = \dot{m}_H + \dot{m}_{P7}$$

$$\dot{m}_G = 892,766 + 0,8928$$

$$\dot{m}_G = 893,6588 \frac{kg}{h}$$

2) CONGELAMENTO

Calculando a perda no congelamento:

$$\dot{m}_{P6} = \frac{\dot{m}_G * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P6} = \frac{893,6588 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P6} = 0,8937 \frac{kg}{h}$$

Determinando a massa de entrada no congelamento:

$$\dot{m}_F = \dot{m}_G + \dot{m}_{P6}$$

$$\dot{m}_F = 893,6588 + 0,8937$$

$$\dot{m}_F = 894,5525 \frac{kg}{h}$$

3) MATURAÇÃO

Calculando a perda na maturação:

$$\dot{m}_{P5} = \frac{\dot{m}_F * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P5} = \frac{894,5525 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{P5} = 0,8946 \frac{kg}{h}$$

Para a determinação da massa de entrada na maturação é necessário atentar-se à entrada do saborizante, S2, representando uma taxa de 15%.

Encontrando o valor de S2, tem-se que:

$$m_{P5} = \frac{m_F * 15}{100}$$

$$m_{S2} = \left(\frac{894,5525 * 15}{100} \right)$$

$$m_{S2} = 134,1829 \frac{kg}{h}$$

Por fim, com o resultado de S2, calcula-se quanto de massa entrará.

$$m_{E2} = m_F + m_{P5} - m_{S2}$$

$$m_{E2} = 894,5525 + 0,8946 - 134,1829$$

$$m_{E2} = 761,2642 \frac{kg}{h}$$

Apêndice B3 - Sorvete *Gourmet* com processos comuns

4) RESFRIAMENTO

Calculando a perda no resfriamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P4} &= \frac{(\dot{m}_{E1} + \dot{m}_{E2}) * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= \frac{(582,3537 + 761,2642) * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= 1,3436 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada no resfriamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_D &= \dot{m}_{E1} + \dot{m}_{E2} + \dot{m}_{P4} \\ \dot{m}_D &= 582,3537 + 761,2642 + 1,3436 \\ \dot{m}_D &= 1344,96 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

5) HOMOGENEIZAÇÃO

Calculando a perda na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P3} &= \frac{\dot{m}_D * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= \frac{1344,96 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= 1,3449 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_C &= \dot{m}_D + \dot{m}_{P3} \\ \dot{m}_C &= 1344,96 + 1,3449 \\ \dot{m}_C &= 1346,30 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

6) PASTEURIZAÇÃO

Calculando a perda na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P2} &= \frac{\dot{m}_C * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= \frac{1346,30 * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= 6,7315 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_B &= \dot{m}_C + \dot{m}_{P2} \\ \dot{m}_B &= 1346,30 + 6,7315 \\ \dot{m}_B &= 1353,04 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

7) MISTURA DOS INGREDIENTES

Calculando a perda das misturas dos ingredientes:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P1} &= \frac{\dot{m}_B * 0,2}{100} \\ \dot{m}_{P1} &= \frac{1353,04 * 0,2}{100} \\ \dot{m}_{P1} &= 2,7061 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada das misturas dos ingredientes:

$$\begin{aligned} \dot{m}_A &= \dot{m}_B + \dot{m}_{P1} \\ \dot{m}_A &= 1353,04 + 2,7061 \\ \dot{m}_A &= 1355,74 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Portanto, para que haja uma produção de 150 L/h de sorvete de *gourmet* é preciso uma entrada de 1355,74 kg/h, sendo esta a soma das matérias-primas que compõem o produto.

Apêndice B4 - Sorvete Fitness RedVeg

Por meio do princípio de cálculo para a determinação da densidade da calda *fitness*, como expressa no apêndice B1, considerando um volume de 2100 L produzidos por semana e o valor da densidade final dos componentes em geral de 1049,4383 kg/m³, sabe-se que a vazão em massa e a vazão em volume são relacionadas como se segue:

$$Q_m = \rho \cdot Q$$

Onde, Q_m é a vazão mássica e Q a vazão em volume.

Considerando o fato da influência do emulsificante no volume do nosso produto, aumentando numa proporção de 50% , então o volume do sorvete passa de 300 L/h para 150 L/h e convertendo para metros cúbicos será de $0,15 \frac{m^3}{h}$. Pode-se obter a massa do sorvete *fitness* através dos seguintes cálculos considerando $\rho_{fitness} = 1042,3840 \frac{kg}{m^3}$

$$Q_m = 1042,3840 * 0,15$$

$$Q_m = 156,3576 \frac{kg}{h}$$

Portanto, pode-se dizer que a quantidade representada em massa da produção de sorvete do sabor *Fitness RedVeg* é de 156,3576 kg/h.

Dessa forma, efetua-se os cálculos de cada estágio através do balanço de massa do final até o início, considerando a massa no término do processo determinada anteriormente.

$$\dot{m}_H = 156,3576 \frac{kg}{h}$$

Inicialmente, contabiliza-se a perda, possibilitando a determinação da quantidade que entra para cada etapa do processo a seguir.

1) ENVASE

Calculando a perda no envase:

$$\dot{m}_{p7} = \frac{\dot{m}_H * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{p7} = \frac{156,3576 * 0,1}{100}$$

$$\dot{m}_{p7} = 0,1564 \frac{kg}{h}$$

Determinando a massa de entrada no envase:

$$\begin{aligned} \dot{m}_G &= \dot{m}_H + \dot{m}_{P7} \\ \dot{m}_G &= 156,3576 + 0,1564 \\ \dot{m}_G &= 156,5140 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

2) CONGELAMENTO

Calculando a perda no congelamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P6} &= \frac{\dot{m}_G * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P6} &= \frac{156,5140 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P6} &= 0,1565 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada no congelamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_F &= \dot{m}_G + \dot{m}_{P6} \\ \dot{m}_F &= 156,5140 + 0,1565 \\ \dot{m}_F &= 156,6705 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

3) MATURAÇÃO

Calculando a perda na maturação:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P5} &= \frac{\dot{m}_F * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P5} &= \frac{156,6705 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P5} &= 0,1567 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Para a determinação da massa de entrada na maturação é necessário atentar-se à entrada de mais dois produtos, sendo estes o saborizante, E1, e a calda de caramelo, E2, representando uma porcentagem de 0,05% e 20% respectivamente.

Encontrando os devidos valores de E1 e E2, tem-se que:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{E1} &= \left(\frac{\dot{m}_F * 0,05}{100} \right) \\ \dot{m}_{E1} &= \left(\frac{2,3501 * 0,05}{100} \right) \\ \dot{m}_{E1} &= 0,0012 \frac{kg}{h} \\ \dot{m}_{E2} &= \left(\frac{\dot{m}_F * 20}{100} \right) \\ \dot{m}_{E2} &= \left(\frac{2,3501 * 20}{100} \right) \\ \dot{m}_{E2} &= 0,0470 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Por fim, com os resultados do E1 e E2 calcula-se quanto de massa entrará.

$$\begin{aligned} \dot{m}_E &= \dot{m}_F + \dot{m}_{P5} - \dot{m}_{E1} - \dot{m}_{E2} \\ \dot{m}_E &= 2,3501 + 0,0024 - 0,0012 - 0,0470 \\ \dot{m}_E &= 2,3042 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

4) RESFRIAMENTO

Calculando a perda no resfriamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P4} &= \frac{\dot{m}_E * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= \frac{2,3042 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= 0,0023 kg \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada no resfriamento:

$$\begin{aligned} \dot{m}_D &= \dot{m}_E + \dot{m}_{P4} \\ \dot{m}_D &= 2,3042 + 0,0023 \\ \dot{m}_D &= 2,3065 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

5) HOMOGENEIZAÇÃO

Calculando a perda na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P3} &= \frac{\dot{m}_D * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= \frac{2,3065 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= 0,0023 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_C &= \dot{m}_D + \dot{m}_{P3} \\ \dot{m}_C &= 2,3065 + 0,0023 \\ \dot{m}_C &= 2,3088 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

6) PASTEURIZAÇÃO

Calculando a perda na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P2} &= \frac{\dot{m}_C * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= \frac{2,3088 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= 0,0115 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada na homogeneização:

$$\begin{aligned} \dot{m}_B &= \dot{m}_C + \dot{m}_{P2} \\ \dot{m}_B &= 2,3088 + 0,0115 \\ \dot{m}_B &= 2,3204 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

7) MISTURA DOS INGREDIENTES

Calculando a perda das misturas dos ingredientes:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P1} &= \frac{\dot{m}_B * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P1} &= \frac{2,3204 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P1} &= 0,0046 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Determinando a massa de entrada das misturas dos ingredientes:

$$\begin{aligned} \dot{m}_A &= \dot{m}_B + \dot{m}_{P1} \\ \dot{m}_A &= 2,3204 + 0,0046 \\ \dot{m}_A &= 2,3250 \frac{kg}{h} \end{aligned}$$

Portanto, para haver a produção de 4,5 L/h de sorvete fitness RedVeg é necessário a entrada de 2,3250 kg/h, sendo esta a soma de todos os ingredientes que compõem o nosso produto.

Apêndice B5 - Leite de Amendoim

Para a produção do leite de amendoim considerou-se que necessita de 981,7360 kg por semana para a produção da linha *gourmet e fitness*. Com isso, para 0,93L de leite é necessário 1L de água e 0,125kg de amendoim despelculado torrado. Considerando uma densidade específica de 1kg/L para o leite de amendoim, pode-se calcular os valores das correntes e suas perdas.

1) Filtração

Para essa etapa, considera-se:

$$\begin{aligned} \dot{m}_D &= \dot{m}_E + \dot{m}_{S2} + \dot{m}_{P4} \\ \dot{m}_E &= 46539,076 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Calculando a perda na filtração:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P4} &= \frac{\dot{m}_E * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= \frac{46539,076 * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P4} &= 232,6954 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Considera-se S2 a massa de resíduo após a filtragem e segundo dados de testes realizados tem-se que para 0,93L de leite de amendoim produz 0,184 kg de resíduo. Dessa forma, realizando uma proporção:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{S2} &= \frac{0,93 * 981,7360}{0,1840} \\ \dot{m}_{S2} &= 194,2359 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Portanto,

$$\begin{aligned} \dot{m}_D &= 981,7360 + 194,2359 + 4,9087 \\ \dot{m}_D &= 9207,7312 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

2) Moagem

Na moagem tem-se:

$$\dot{m}_C = \dot{m}_D + \dot{m}_{P3} - \dot{m}_{C1}$$

Calculando a perda:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P3} &= \frac{\dot{m}_D * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= \frac{55979,5025 * 0,5}{100} \\ \dot{m}_{P3} &= 279,8975 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Considera-se C1 a entrada de água para realizar a moagem e segundo dados de testes realizados tem-se que para 0,93L de leite de amendoim necessita de 1L de água. Dessa forma, realizando uma proporção:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{C1} &= \frac{46539,076 * 1,0000}{0,9300} \\ \dot{m}_{C1} &= 50042,0172 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Com isso,

$$\begin{aligned} \dot{m}_C &= 50042,0172 + 279,8975 - 50042,0172 \\ \dot{m}_C &= 6217,3829 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

3) Transporte ao alimentador

Nessa etapa, tem-se que:

$$\dot{m}_B = \dot{m}_C + \dot{m}_{P2}$$

Calculando a perda:

$$\begin{aligned} \dot{m}_{P2} &= \frac{\dot{m}_C * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= \frac{6217,3829 * 0,1}{100} \\ \dot{m}_{P2} &= 6,2174 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Dessa forma,

$$\begin{aligned} \dot{m}_B &= 6217,3829 + 6,2174 \\ \dot{m}_B &= 6223,6002 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

4) Lavagem

Na lavagem observa-se que:

$$\dot{m}_A = \dot{m}_B + \dot{m}_{S1} + \dot{m}_{P1} - \dot{m}_{A1}$$

Sendo a proporção de entrada de água para a lavagem como 1:4, ou seja:

$$\dot{m}_{A1} = 4 * \dot{m}_A$$

Entretanto, considerando,

$$\begin{aligned} \dot{m}_{A1} &= \dot{m}_{S1} \\ \dot{m}_A &= \dot{m}_B + \dot{m}_{P1} \end{aligned}$$

Calcula-se a perda como:

$$\dot{m}_{P1} = \frac{\dot{m}_B * 0,5}{100}$$

$$\dot{m}_{P1} = \frac{6223,6002 * 0,5}{100}$$

$$\dot{m}_{P1} = 31,1180 \frac{kg}{semana}$$

Dessa forma,

$$\begin{aligned} \dot{m}_A &= 6223,6002 + 31,1180 \\ \dot{m}_A &= 6254,7182 \frac{kg}{semana} \end{aligned}$$

Portanto, para produzir 46539,0760 L de leite de amendoim por semana é necessário
131,9425 kg de amendoim despelculado torrado.

APÊNDICE C - BALANÇO DE ENERGIA

C1 - Cálculo do calor específico para o leite de amendoim

C2 - Cálculo do calor específico para o sorvete

C3 - Balanço de energia do leite de amendoim

C4 - Balanço de energia dos sorvetes Twice

Apêndice C1 - Cálculo do calor específico para o leite de amendoim

Realiza-se o cálculo do calor específico para posteriormente utilizá-lo no balanço de energia das etapas necessárias. Para isso, sabe-se que o produto a ser produzido é um alimento e faz-se a consideração de suas composições como, carboidrato, cinzas, gordura, proteína e água.

Deste modo, têm-se as seguintes equações para se obter o valor específico de cada componente para cada temperatura submetida em cada etapa.

Calor específico para cada componente no alimento

Componente	Fórmula Cp
Carboidrato	$C_p = 1,5488 + 1,9625E-3T - 5,9399E-6T^2$
Cinza	$C_p = 1,0926 + 1,8896E-3T - 3,6817E-6T^2$
Gordura	$C_p = 1,9842 + 1,4733E-3T - 4,8008E-6T^2$
Proteína	$C_p = 2,0082 + 1,2089E-3T - 1,3129E-6T^2$
Água	$C_p = 4,1762 - 9,0864E-5T - 5,4732E-6T^2$

Fonte: Choi e Okos (1986)

1) Trocador de calor

Primeiramente, ocorre o aquecimento da água estando a 25°C até 60°C, e para isso utiliza-se o auxílio de um trocador de calor. Nesta etapa, como há a presença apenas da água, realiza-se o cálculo de calor específico a partir do Anexo I, obtendo-se o valor de Cp para 25°C de 4,1773 e para 60°C de 4,1904.

Dessa forma, a massa de água necessária para a moagem do leite é de 50042,0172 L/semana ou 50042,0172 kg/semana considerando a massa específica do leite de amendoim como 1 kg/L.

2) Moagem

A água aquecida anteriormente é adicionada à etapa de moagem do amendoim, de modo a facilitar a extração do leite, neste procedimento, pode-se considerar os componentes referentes ao alimento, como dito anteriormente. No entanto, nesta a água entra a 60°C e o amendoim a temperatura ambiente, 25°C, para isso, faz-se a média das temperaturas, resultando em 42,5°C. Assim, a partir da aplicação das fórmulas abaixo e também utilizando a temperatura média anterior, obteve-se os seguintes valores de calor específico para etapa de moagem.

Calor específico para cada componente do amendoim na moagem

Componente	Cp (kJ/kg°C)
-------------------	---------------------

Carboidrato	1,5941
Cinza	1,1375
Gordura	2,0180
Proteína	2,0376
Água	4,1773
Total	3,9587

Fonte: Autoria própria (2022)

3) Armazenagem do leite - Resfriamento 1

Após obtido o leite de amendoim que será destinado ao processo de produção dos sorvetes, ocorre seu armazenamento a 4°C, isto ocorre pois deseja-se evitar a proliferação de microrganismos e um maior tempo de validade do produto, para ser utilizado posteriormente. Assim, realiza-se os cálculos de calor específico, com o produto entrando a 42,5°C.

Calor específico para cada componente no armazenamento do leite de amendoim

Componente	Cp (kJ/kg°C)
Carboidrato	1,6215
Cinza	1,1662
Gordura	2,0381
Proteína	2,0572
Água	4,1822
Total	3,9651

Fonte: Autoria própria (2022)

Apêndice C2 - Cálculo do calor específico para o sorvete

1) Pasteurização - Ingredientes

Inicialmente, sabe-se que os ingredientes que entram para realizar a mistura estão a 25°C, desta forma, aplica-se as equações de calor específico com esta temperatura e obteve-se os seguintes valores para o primeiro aquecimento no pasteurizador, dispostos abaixo.

Calor específico na pasteurização do sorvete *gourmet* a 25°C

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
Carboidrato	1,5491	1,5941
Cinza	1,1375	1,1361
Gordura	2,0180	2,0180
Proteína	2,0376	2,0376
Água	4,1773	4,1773
Total	3,4987	3,1669

Fonte: Autoria própria (2022)

1) Pasteurização - Leite de amendoim

Faz-se o cálculo do calor específico para o leite de amendoim, pois este, após a sua obtenção é armazenado a 4°C, assim, aplica-se esta temperatura na fórmula de calor específico, tanto para a linha *gourmet* quanto para o *fitness*.

Calor específico na pasteurização do leite de amendoim para sorvete *gourmet* e *fitness* a 4°C

Componente	Cp (kJ/kg°C)
Carboidrato	1,5565
Cinza	1,1000
Gordura	1,9900
Proteína	2,0130
Água	4,1759
Total	3,9546

Fonte: Autoria própria (2022)

2) Trocador de Calor

Em seguida, o processo é submetido a um aumento de temperatura até atingir 70°C, no entanto, o produto sai do pasteurizador para o sorvete *gourmet* a 45,8°C, e para o sorvete *fitness* a 47,8°C. Assim, encontra-se os valores de calor específico para esta etapa, sendo eles dispostos a seguir.

Calor específico para cada componente no Trocador de Calor 2 do sorvete *gourmet* e *fitness*

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
------------	--------------	--------------

	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
T (°C)	45,8	47,8
Carboidrato	1,6297	1,6307
Cinza	1,1700	1,1710
Gordura	2,0441	2,0449
Proteína	2,0635	2,0643
Água	4,1845	4,1849
Total	3,5109	3,1843

Fonte: Autoria própria (2022)

3) Pasteurização - Resfriamento

Após atingir a temperatura desejada de 70°C, o produto é submetido a um resfriamento e para esta etapa, encontra-se os seguintes valores de calor específico.

Calor específico para cada componente na pasteurização do sorvete *gourmet e fitness* a 70°C

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
Linha	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
Carboidrato	1,6570	1,6570
Cinza	1,1957	1,1957
Gordura	2,0638	2,0638
Proteína	2,0863	2,0863
Água	4,1966	4,1966
Total	3,5279	3,5280

Fonte: Autoria própria (2022)

4) Resfriamento

Por fim, nesta etapa ainda ocorrendo resfriamento com o intuito de atingir a temperatura de 4°C, a corrente sai do trocador anterior para o sorvete *gourmet* a 42,2 °C e para o sorvete *fitness* a 44,7°C, sendo estas as temperaturas iniciais do respectivo processo. Assim, utiliza-se estas temperaturas para o cálculo do calor específico.

Calor específico para cada componente na pasteurização do sorvete *gourmet* a 42,2°C

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
Linha	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
T (°C)	42,2	44,7
Carboidrato	1,6246	1,6246
Cinza	1,1652	1,1652
Gordura	2,0404	2,0404
Proteína	2,0596	2,0596
Água	4,1830	4,1830
Total	3,5087	3,1807

Fonte: Aatoria própria (2022)

5) Homogeneização

Com o produto já pasteurizado, destina-se ao homogeneizador, onde neste ocorrerá um aumento de temperatura até 80°C. No entanto, a temperatura inicial é aquela na qual saiu do processo anterior, ou seja, 4°C. Utiliza-se esta na equação do calor específico, obtendo os seguintes valores.

Calor específico para cada componente na homogeneização a 4 °C

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
Linha	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
Carboidrato	1,6570	1,5565
Cinza	1,1957	1,1000
Gordura	2,0638	1,9900
Proteína	2,0863	2,0130
Água	4,1966	4,1755
Total	3,4885	3,4886

Fonte: Aatoria própria (2022)

6) Trocador de Calor - Resfriamento

Agora para a etapa de resfriamento, deseja-se atingir uma temperatura de 4°C novamente, porém neste, a corrente entrando no equipamento será de 80°C. Assim, considera-se esta para o cálculo do calor específico.

Calor específico de cada componente no resfriamento do sorvete gourmet a 80°C

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
Linha	<i>gourmet</i>	<i>fitness</i>
Carboidrato	1,6658	1,6677
Cinza	1,2202	1,2057
Gordura	2,0713	2,0713
Proteína	2,0965	2,0965
Água	4,2041	4,2041
Total	3,5359	3,5359

Fonte: Aatoria própria (2022)

7) Maturação

Após preparado a calda base dos sorvetes, leva-se a tinas de maturação, este que será submetido a baixas temperaturas de 4°C até 2°C, obtendo-se os seguintes valores de calor específico nesta etapa.

Calor específico para maturação do sorvete

Componente	Cp (kJ/kg°C)	Cp (kJ/kg°C)
Produto	ChoCoffee e CaraMendo	RedVeg

Carboidrato	1,5565	1,5565
Cinza	1,1001	1,1001
Gordura	1,9900	1,9900
Proteína	2,0130	2,0130
Água	4,1759	4,1759
Total	3,4886	3,1530

Fonte: Aatoria própria (2022)

8) Congelamento

Por fim, o sorvete é destinado a última etapa, o congelamento. Neste, o produto entra a 2°C e é submetido a outro resfriamento, atingindo temperaturas ainda mais baixas de até -3°C, para então ser destinada ao envase e armazenamento.

Calor específico para pasteurização do sorvete ChoCoffee

Componente	Cp (kJ/kg°C)	
	ChoCoffee e CaraMendo	RedVeg
Carboidrato	1,5527	1,5527
Cinza	1,0963	1,0963
Gordura	1,9871	1,9871
Proteína	2,0106	2,0106
Água	4,1760	4,1760
Total	3,3492	3,4877

Fonte: Aatoria própria (2022)

Apêndice C3 - Balanço de energia do leite de amendoim

1) Moagem- Balanço de energia para água

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$Q = m \cdot Cp (T_{saída} - T_{entrada})$$

$$Q_1 = 50042,0172 * 4,1773 * (60 - 25)$$

$$Q_1 = 8373435,7 \frac{kJ}{semana}$$

2) Armazenamento - Balanço de energia

$$Q = m * Cp (T_{saída} - T_{entrada})$$

$$Q_{Armazenamento} = -6446876,543 \frac{kJ}{semana}$$

Apêndice C4 - Balanço de energia dos sorvetes Twice

A calda base a ser utilizada para a produção dos sorvetes *gourmet* possuem a mesma composição, desta forma considera-se a sua produção em um único equipamento para posteriormente as correntes serem divididas. Assim, pode-se considerar os mesmos dados de calor específico e energia gerada para os processos de pasteurização, homogeneização e resfriamento, estes feitos a partir dos cálculos a seguir. A partir do último processo da calda, inicia-se a maturação, no qual é o fator principal que as diferencia, havendo a entrada das caldas e saborizantes destinados a cada sabor correspondente.

1) Pasteurização - Balanço de energia

A fim de determinar o balanço de energia da pasteurização, e após a obtenção dos devidos resultados de C_p , é necessário saber as temperaturas de entrada ingredientes, leite de amendoim e saída do sistema, sendo estas 25 °C, 4°C e 70°C respectivamente. Considerando o valor da vazão mássica que entra na pasteurização, tem-se o seguinte valor para a quantidade de calor do sistema.

$$Q = (mC_p\Delta T)_{mistura} = (mC_p\Delta T)_{ingredientes} + (mC_p\Delta T)_{leite\ de\ amendoim}$$

- Sorvete *gourmet*

$$Q_{G,P1} = [386,3871 * 3,4987 * (45,8 - 25)] + [1034,7700 * 3,9546 * (45,8 - 4)]$$

$$Q_{G,P} = 139292,7921 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{G,P1} = 1421,5710 * 3,4987 * (45,8 - 70)$$

$$Q_{G,P} = 120670,0375 \frac{kJ}{h}$$

- Sorvete *fitness*

$$Q_{G,P2} = [68,4109 * 3,1669 * (47,8 - 25)] + [86,1900 * 3,9546 * (47,8 - 4)]$$

$$Q_{G,P} = 12716,74603 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{G,P2} = 154,6010 * 3,1834 * (47,8 - 70)$$

$$Q_{G,P} = 10920,8527 \frac{kJ}{h}$$

2) Pasteurização - Balanço de energia para queda de temperatura

$$Q = m * C_p (T_{saída} - T_{entrada})$$

$$Q_{P1,gourmet} = 1421,5710 * 3,5279 * (42,2 - 70)$$

$$Q_{P1,gourmet} = -139292,7921 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{P2,gourmet} = 1421,5710 * 3,5087 * (4 - 42,2)$$

$$Q_{P2,gourmet} = -190668,8511 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{P3,fitness} = 154,6010 * 3,2008 * (44,3 - 70)$$

$$Q_{P3,fitness} = -12716,74603 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{P4,fitness} = 154,6010 * 3,2008 * (4 - 44,3)$$

$$Q_{P4,fitness} = -19818,75975 \frac{kJ}{h}$$

3) Homogeneização - Balanço de energia

Com a temperatura de entrada a 4 °C e a de saída a 80 °C, é possível obter o seguinte valor para quantidade de calor na homogeneização. Sabendo que a corrente de entrada nesse caso corresponde à corrente C.

- Sorvete *gourmet*

$$Q_{G,H1} = 1443,1159 * 3,4885 * (80 - 4)$$

$$Q_{G,H1} = 382614,3707 \frac{kJ}{h}$$

- Sorvete *fitness*

$$Q_{G,H2} = 153,8280 * 3,4886 * (80 - 4)$$

$$Q_{G,H2} = 40784,52979 \frac{kJ}{h}$$

4) Resfriamento - Balanço de energia

Adotando a temperatura de entrada do sistema igual a 80°C e a temperatura de saída a 4°C, tem-se o seguinte valor para o balanço de energia. A vazão de entrada, nesse caso, corresponde à corrente D.

$$Q_{G,R1} = 1441,6735 * 3,5359 * (4 - 80)$$

$$Q_{G,R1} = -387419,096 \frac{kJ}{h}$$

$$Q_{G,R2} = 153,6741 * 3,5359 * (4 - 80)$$

$$Q_{G,R2} = -41296,6465 \frac{kJ}{h}$$

5) Maturação

Sabendo que a temperatura de entrada do sistema é igual a 4°C e a temperatura de saída de 2°C, e que a massa correspondente será advinda da corrente E2 e S2, é possível calcular o balanço de energia.

- ChoCoffee

$$Q_{G,M1} = [777,7718 * 3,4886 * (2 - 4)] + [116,6658 * 3,4987 * (2 - 25)]$$

$$Q_{G,M1} = -14814,71923 \frac{kJ}{h}$$

- CaraMendo

$$Q_{G,M2} = [662,4609 * 3,4886 * (2 - 4)] + [231,8613 * 3,4987 * (2 - 25)]$$

$$Q_{G,M2} = -23279,97414 \frac{kJ}{h}$$

- RedVeg

$$Q_{G,M3} = [153,5205 * 3,4886 * (2 - 4)] + [3,1472 * 3,4987 * (2 - 25)]$$

$$Q_{G,M3} = -1324,387133 \frac{kJ}{h}$$

6) Congelamento

Com a temperatura de entrada do sistema sendo 2°C e a temperatura de saída em -3°C, e que a massa correspondente será da corrente F, é possível calcular o balanço de energia.

- ChoCoffee e CaraMendo

$$Q_{G,C1} = 893,6597 * 3,4877 * (2 - (-3))$$

$$Q_{G,C1} = -15584,1400 \frac{kJ}{h}$$

- RedVeg

$$Q_{G,C2} = 156,5141 * 3,3492 * (2 - (-3))$$

$$Q_{G,C2} = -2729,3808 \frac{kJ}{h}$$

APÊNDICE D - TROCA TÉRMICA

- D1 - Trocador de calor na moagem
- D2 - Trocador de calor 1 no pasteurizador
- D3 - Trocador de calor 2 no pasteurizador

Apêndice D1 - Trocador de calor na moagem

$$\Delta T_1 = 120^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 95^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 120^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{95 - 60}{\ln \frac{95}{60}} = 76,16^\circ\text{C}$$

Logo após, para obter o valor do coeficiente global de transferência de calor (U) utiliza-se um valor tabelado de $600\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ para 1P.

Como já foi calculado, $Q_{G,R}$, anteriormente temos $Q_{G,R} = 8373435,7 \frac{\text{kJ}}{\text{semana}}$. Dessa forma, substituindo os valores na equação de carga térmica rearranjada tem-se:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}} = \frac{8373435,7 \frac{\text{kJ}}{40.60\text{s}}}{600 \cdot 76,16} = 0,07635 \text{ m}^2$$

Com isso, a troca térmica no pasteurizador é de $0,07635 \text{ m}^2$.

Sabe-se que o valor da entalpia de líquido saturado da água em 120°C é de $H_g = 2706,4 \text{ kJ/kg}$.

$$Q_1 = m_{\text{água}} \cdot H_g$$

$$8373435,7 = m_{\text{água}} \cdot 2706,4$$

$$m_{\text{água}} = 3093,84 \text{ kg/h}$$

Apêndice D2 - Trocador de calor 1 no pasteurizador

$$\Delta T_1 = 120^\circ\text{C} - 48,3^\circ\text{C} = 71,7^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 120^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{71,7 - 50}{\ln \frac{71,7}{50}} = 60,2^\circ\text{C}$$

Logo após, para obter o valor do coeficiente global de transferência de calor (U) utiliza-se um valor tabelado de $600\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ para 1P.

Como já foi calculado, $Q_{G,R}$, anteriormente temos $Q_{G,R} = 103044,6277 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$. Dessa forma, substituindo os valores na equação de carga térmica rearranjada tem-se:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}} = \frac{103044,6277 \frac{\text{kJ}}{60\text{s}}}{600 \cdot 60,2} = 0,04755 \text{ m}^2$$

Com isso, a troca térmica no pasteurizador é de $0,04755 \text{ m}^2$.

Sabe-se que o valor da entalpia de líquido saturado da água em 120°C é de $H_g = 2706,4 \text{ kJ/kg}$.

$$Q_1 = m_{\text{água}} \cdot H_g$$

$$103044,6277 = m_{\text{água}} \cdot 2706,4$$

$$m_{\text{água}} = 38,0744 \text{ kg/h}$$

Apêndice D3 - Trocador de calor 2 no pasteurizador

$$\Delta T_1 = 120^\circ\text{C} - 47,8^\circ\text{C} = 72,2^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 120^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{72,2 - 50}{\ln \frac{72,2}{50}} = 60,4^\circ\text{C}$$

Logo após, para obter o valor do coeficiente global de transferência de calor (U) utiliza-se um valor tabelado de $600\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ para 1P.

Como já foi calculado, $Q_{G,R}$, anteriormente temos $Q_{G,R} = 10928,8350 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$. Dessa forma, substituindo os valores na equação de carga térmica rearranjada tem-se:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}} = \frac{10928,8350 \frac{\text{kJ}}{60\text{s}}}{600 \cdot 60,4} = 0,005026 \text{ m}^2$$

Com isso, a troca térmica no pasteurizador é de $0,005026 \text{ m}^2$.

Sabe-se que o valor da entalpia de líquido saturado da água em 120°C é de $H_g = 2706,4 \text{ kJ/kg}$.

$$Q_1 = m_{\text{água}} \cdot H_g$$

$$10928,835 = m_{\text{água}} \cdot 2706,4$$

$$m_{\text{água}} = 4,038 \text{ kg/h}$$

APÊNDICE E - CÁLCULO DA CÂMARA FRIA

E1 - Cálculo do volume e área da câmara fria

Apêndice E1 - Cálculo do volume e área da câmara fria

A fim de obter o volume correspondente das embalagens da linha gourmet e fitness, é preciso calcular o volume de um tronco de cone, formato este adotado na embalagem da Twice. Assim, tem-se o seguinte cálculo.

$$V = A_b * h$$

onde: A_b representa a área da base e h altura correspondente da embalagem.

Desse modo, a equação pode ser representada da seguinte forma,

$$V = \frac{\pi h}{3} * [R^2 + r^2(R * r)]$$

Sendo que,

$$V_{fitness} = 4 \times 4 \times 2,5 = 120,45 \text{ cm}^3 = 0,00012 \text{ m}^3$$

$$V_{gourmet} = 8 \times 6 \times 3 = 484,022 \text{ cm}^3 = 0,0004840 \text{ m}^3$$

Considerando a capacidade de produção diária (cpd) de 2400L/h RedVeg, cada pote armazena 0,12 L de sorvete.

A partir da equação abaixo calculou-se a quantidade de potes de sorvete RedVeg por dia de 20000 potes por dia

$$\begin{aligned} \text{quantidades de potes por dia} &= \frac{cpd}{\text{volume do pote}} \\ \text{quantidade de potes por dia} &= \frac{2400}{0,12} = 20000 \text{ potes} \end{aligned}$$

E considerando a capacidade de produção diária (cpd) de 28800 L/h, cada pote armazena 0,46 L de sorvete ChoCoffee e CaraMendo.

A partir da equação abaixo calculou-se que os sorvetes produziram 62608 potes de sorvete por dia.

$$\begin{aligned} \text{quantidades de potes por dia} &= \frac{cpd}{\text{volume do pote}} \\ \text{quantidade de potes por dia} &= \frac{28800}{0,46} = 62608 \text{ potes} \end{aligned}$$

Apresenta-se a seguir o cálculo do volume de caixas de papelão utilizadas para armazenar o produto para serem destinadas ao transporte a partir do dimensionamento.

$$V_{caixa} = h.B.b = 20 \times 19 \times 29 = 11020 \text{ cm}^3 = 0,011 \text{ m}^3$$

E então para saber quantas caixas de papelão teriam por dia dentro da empresa, calculou-se o volume diário das caixas dentro da câmara, a partir da equação abaixo.

$$V_{\text{caixas na câmara}} = \text{quantidade de caixa de papelão por semana} \times \text{Volume caixa de papelão}$$

$$V_{\text{caixas na câmara}} = 236,52 \text{ m}^3$$

Considerando que o volume para as pessoas será de $V_{\text{pessoas na câmara}} = 33,50 \text{ m}^3$ o volume total da câmara será de:

$$V_{\text{câmara}} = 240 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{câmara}} = \text{Altura}_{\text{câmara}} \times \text{lado}_{\text{câmara}} \times \text{Comprimento}_{\text{câmara}} = 2,4 \times 10 \times 10 = 240 \text{ m}^3$$

Portanto a área será:

$$A_{\text{câmara}} = \text{lado}_{\text{câmara}} \times \text{Comprimento}_{\text{câmara}} = 100 \text{ m}^2$$

APÊNDICE F - CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

- F1 - Transferência de calor através da parede, piso e teto
- F2 - Infiltração de ar externo proveniente da abertura de portas
- F3 - Carga térmica devido aos produtos
- F4 - Carga térmica devido às pessoas que ocupam a câmara
- F5 - Carga térmica devido a iluminação
- F6 - Carga térmica devido aos motores
- F7- Carga térmica devido aos motores dos ventiladores
- F8 - Carga térmica das embalagens
- F9 - Carga térmica totais

F1 - Transferência de calor através da parede, piso e teto

O meio interfere no posicionamento da câmara fria, a parte de saída está localizada ao sul voltado para área externa da indústria, As demais paredes encontram-se dentro da fábrica.

$$\Delta T_{parede\ interna} = T_{externo} - T_{interno} = 32 - (-25)$$

$$\Delta T_{parede\ interna} = 57$$

$$\Delta T_{parede\ externa} = T_{máximo} - T_{interno} = 32 - (-25)$$

$$\Delta T_{parede\ externa} = 57$$

$$\Delta T_{chão} = 10 - T_{interno} = 10 - (-25)$$

$$\Delta T_{chão} = 35$$

$$\Delta T_{teto} = T_{externo} - T_{interno} = 32 - (-25)$$

$$\Delta T_{teto} = 57$$

Levando em consideração a altura da câmara fria é 3 m calculou-se a área interna com a variação da temperatura (ΔT).

$$\text{Área} \times \Delta T = (h \times lado \times \Delta T)_{parede\ interna} + (h \times lado \times \Delta T)_{parede\ externa}$$

$$(h \times lado \times \Delta T)_{chão} + (h \times lado \times \Delta T)_{teto}$$

$$= (3 \times 10 \times 57) + (3 \times 10 \times 57) + (3 \times 10 \times 57) + (3 \times 10 \times 35)$$

$$\text{Área} \times \Delta T = 1710 + 1710 + 1710 + 1050$$

$$\text{Área} \times \Delta T = 6180 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

F2 - Infiltração de ar externo proveniente da abertura de portas

Sabendo-se que o volume da câmara é de 270 m³ e analisando a tabela de conservação de temperatura é possível obter o fator de troca de calor. Para isso foi realizada uma interpolação.

$$\frac{4,5 - \text{fator de troca de carga}}{200 - 270} = \frac{3,7 - \text{fator de troca de carga}}{300 - 270}$$

$$\frac{4,5 - \text{fator de troca de carga}}{-70} = \frac{3,7 - \text{fator de troca de carga}}{30}$$

$$30 \times (4,5 - \text{fator de troca de carga}) = 70 \times (3,7 - \text{fator de troca de carga})$$

$$\text{fator de troca de carga} = 3,94 \text{ trocas} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Deste modo, calculou-se a quantidade de calor Q_{inf} infiltrado necessário para saber a quantidade de calor necessário para resfriar o ar externo. No qual para as seguintes condições $\Delta h = 30 \text{ kcal} \cdot \text{m}^3$

$$Q_{inf} = V_{cam} \times FTA \times \Delta h$$

$$Q_{inf} = 270 \text{m}^3 \times 3,94 \text{ trocas} \cdot \text{dia}^{-1} \times 30 \text{ kcal} \cdot \text{m}^3$$

$$Q_{inf} = 31.914 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$$

F3 - Carga térmica devido aos produtos

A quantidade de calor sensível Q_s Está ligada com o calor sensível após o congelamento calculado no balanço de energia a partir da equação a seguir de acordo com os dados da produção do sorvete.

$$Q_s = Mp \times Cp \times (T_{\text{sorvete}} - T_{\text{interno}})$$

Tabela - Dados da produção dos sorvetes da linha *fitness* e *gourmet*

Sorvete	Movimentação diária de produto Mp $kg \cdot dia^{-1}$	Capacidade calorífica antes do congelamento em em $kJ \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}$	Calor sensível após congelamento em $kcal \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}$
<i>RedVeg</i>	156,357	3,1518	0
<i>Chocoffee</i>	6145,08	3,4877	0,000822
<i>Caramendo</i>	4700,88	3,3492	0,000800

Fonte: Aatoria própria (2022)

Utilizando os dados da Tabela acima foram realizados os cálculos do calor sensível após congelamento do ChoCoffee, CaraMendo e RedVeg respectivamente, a partir das seguintes equações.

$$Q_{s \text{ ChoCoffee}} = 6145,08 \times 0,000822 \times (-2 - (-25))$$

$$Q_{s \text{ ChoCoffee}} = 117,8128 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$Q_{s \text{ CaraMendo}} = 4700,88 \times 0,000822 \times (-2 - (-25))$$

$$Q_{s \text{ CaraMendo}} = 86,5458 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$Q_{s \text{ fitness}} = 156,357 \times 0 \times (-2 - (-25))$$

$$Q_{s \text{ fitness}} = 117,8128 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$Q_{s \text{ Total}} = Q_{s \text{ ChoCoffee}} + Q_{s \text{ CaraMendo}} + Q_{s \text{ fitness}}$$

$$Q_{s \text{ Total}} = 117,8128 + 86,5458 + 0 = 204,3586 \text{ kcal} \cdot \text{dia}^{-1}$$

F4 - Carga térmica devido às pessoas que ocupam a câmara

O calor Q_c cedido pelas pessoas no interior da câmara também tem uma relevância que deve ser considerada, o cálculo é a partir da equação abaixo. Visto o calor de ocupação da pessoa em relação a temperatura interna é de 358 kcal h^{-1} com um tempo de permanência por dia é de 3 horas.dia^{-1} . E considerando que 4 pessoas por dia têm acesso à Câmara.

$$Q_c = \text{calor de ocupação} \times n \text{ de pessoas} \times \text{tempo dentro da câmara}$$

$$Q_c = 358 \text{ kcal h}^{-1} \times 4 \times 3 \text{ horas.dia}^{-1}$$

$$Q_c = 4296 \text{ kcal h}^{-1}$$

F5 - Carga térmica devido a iluminação

A iluminação do equipamento ocorre quando os funcionários permanecem para carregar os carrinhos e enviar para transporte. Deste modo determinou-se área do piso de 90 m² calculado e o tempo de utilização de 3 horas por dia a quantidade de calor Q_{ilum} a sendo que o trabalho (W) é igual à 10 W.m⁻² a partir das equações abaixo respectivamente.

$$\text{Área}_{piso} = \text{Largura}_{câmara} \times \text{Comprimento}_{câmara} = 9 \text{ metros} \times 10 \text{ metros}$$

$$\text{Área}_{piso} = 90 \text{ m}^2$$

$$Q_{ilum} = W \times \text{Área}_{piso} \times \text{tempo} = 10 \text{ W.m}^{-2} \times 90 \text{ m}^2 \times 3 \text{ horas dia}^{-1}$$

$$Q_{ilum} = 2700 \text{ kcal dia}^{-1}$$

F6 - Carga térmica devido aos motores

A carga térmica dos motores elétricos interfere na quantidade total, de acordo com a potência do motores $P = 60 \text{ kcal.hora}^{-1}$ e o tempo de utilização é de 3 horas por dia. Calcula-se a carga a com equação a seguir.

$$Q_{mot} = P \times t = 60 \text{ kcal.hora}^{-1} \times 3 \text{ horas.dia}^{-1}$$

$$Q_{mot} = 180 \text{ kcal.dia}^{-1}$$

F7 - Carga térmica devido aos motores dos ventiladores

Os motores dos ventiladores também são responsáveis por uma parte do calor total dentro do sistema. Assim para o cálculo de $Q_{ventilador}$ a partir da equação abaixo. Considerando a potência $P_{ventilador} = 320,6 \text{ kcal.hora}^{-1}$, a eficiência $\eta = 0,7$ e que os ventiladores ficam ligados por $18 \text{ horas.dia}^{-1}$

$$Q_{ventilador} = \frac{P_{ventilador} \times t_{ligado}}{\eta}$$

$$Q_{ventilador} = \frac{320,6 \times 18 \text{ horas.dia}^{-1}}{0,7}$$

$$Q_{ventilador} = 8244 \text{ kcal dia}^{-1}$$

F8 - Carga térmica das embalagens

As embalagens do sorvete quanto de papelão foram contabilizadas na carga total. Assim considerando a capacidade calorífica do poliestireno e do papelão são respectivamente $c_{pemb} = 0,40 \text{ kcal } ^\circ\text{C kg}^{-1}$ e $c_{pcaixa} = 0,35 \text{ kcal } ^\circ\text{C kg}^{-1}$, a temperatura das embalagens na entrada da câmara são de $T_{entrada} = 30^\circ\text{C}$ e o T interno da câmara permaneceu em $T_{interna} = -25^\circ\text{C}$. Considerando assim a massa de cada embalagem $m_{embalagem} = 0,5 \text{ gramas}$, portanto a massa total de embalagem de sorvete é $m_{TotalEmb} = 413 \text{ kg}$ e encontra-se a carga total da embalagem de sorvete $Q_{EmbSorvete} = 9086 \text{ kcal dia}^{-1}$

$$m_{TotalEmb} = n_{potes \text{ por dia}} \times (0,005 \text{ kg potes}^{-1}) = 82608 \text{ potes} \times 0,005 \text{ kg potes}^{-1}$$

$$m_{TotalEmb} = 1652,15 \text{ kg}$$

$$Q_{embsorvete} = m_{embalagem} \times c_{pemb} \times (T_{entrada} - T_{interna})$$

$$Q_{embsorvete} = 413 \text{ kg} \times 0,40 \text{ kcal } ^\circ\text{C kg}^{-1} \times (30 - (-25))$$

$$Q_{EmbSorvete} = 9086 \text{ kcal dia}^{-1}$$

Para o cálculo da caixa de papelão considerou a $m_{caixa} = 0,75 \text{ gramas}$ portanto a massa total de embalagem de sorvete é $m_{TotalCaixa} = 23 \text{ kg}$ dado pela equação abaixo.

$$m_{TotalCaixa} = n_{caixas \text{ por dia}} \times (0,0075 \text{ kg caixas}^{-1})$$

$$= 3065,6 \text{ caixas} \times 0,0075 \text{ kg caixas}^{-1}$$

$$m_{TotalCaixa} = 23 \text{ kg}$$

$$Q_{caixa} = m_{TotalCaixa} \times c_{pcaixa} \times (T_{entrada} - T_{interna})$$

$$Q_{caixa} = 23 \text{ Kg} \times 0,35 \text{ kcal } ^\circ\text{C kg}^{-1} \times (30 - (-25))$$

$$Q_{caixa} = 442,75 \text{ kcal. dia}^{-1}$$

F9 - Carga térmica total

Somando todas as cargas térmicas obteve-se o Q_{total} e considerou-se mais 10% do total para garantir que os equipamentos como condensador e compressor funcionasse com eficiência.

$$Q_{total} = Q_{inf} + Q_c + Q_{ilum} + Q_{mot} + Q_{ventilador} + Q_{embsorvete} + Q_{caixa}$$

APÊNDICE G - VIABILIDADE FINANCEIRA

G1 - Tabela dos salários dos funcionários

G2 - Tabela dos custos de materiais de limpeza

G3- Tabela custos dos materiais do escritório

G4- Tabela Fluxo de caixa

G5 - Cálculo para salário dos colaboradores da Twice

G1 - Tabela dos salários dos funcionários

Tabela G1 - Tabela com salários dos funcionários

Funções	Quantidade	Salário Bruto R\$	INSS R\$	Salário Líquido R\$	Hora Extra	Décimo terceiro	Custo anual
Operador de produção	6	1400,00	105,00	1288,00	200,00	1200,00	194.040,00
Auxiliar de Limpeza	3	1354,00	108,32	1245,68	100,00	1283,70	189.802,80
Engenheiro de alimentos	1	8200	902,00	7298	-	7239,70	1.029.002,40
Analista Químico	1	2500,00	225,00	2275,00	-	2275,00	316.800,00
Técnico Químico	2	1500,00	135,00	1365,00	100,00	1365,00	203.760,00
Chefe de Produção	1	2250,00	202,50	2047,50	300,00	2047,50	306.720,00
Recepcionista	1	1379,00	82,74	1296,26	-	1296,26	180.704,16
Administrador	1	1900,00	171,00	1729,00	-	1729,00	248.976,00
Técnico Administrativo	2	1400,00	84,00	1316,00	-	1316,00	183.456,00
Marketing	3	2850,00	256,00	2593,50	-	2593,50	361.152,00
Comercial	3	2800,00	252,00	2548,00	-	2548,00	354.816,00
RH	2	2400,00	216,00	2184,00	-	2184,00	314.496,00
Estagiário	2	900,00	-	-	-	-	64.800,00
Total	28						3.948.525,36

Fonte: Autoria própria (2022)

G2 - Tabela dos custos de materiais de limpeza

Tabela G2 - Orçamento dos produtos de limpeza utilizados na Twice.

Produtos	Qnt	Valor da Unidade	Custo Mensal	Custo Anual
Ácido Peracético [0,15 mol/L] (5L)	1	R\$ 190,00	R\$ 190,00	R\$ 2.280,00
Álcool 70% (5L)	4	R\$ 35,00	R\$ 140,00	R\$ 1.680,00
Buchas (10 unid/pct)	2	R\$ 12,00	R\$ 24,00	R\$ 288,00
Cloro Ativo (5L)	4	R\$ 15,49	R\$ 61,96	R\$ 743,52
Detergente Alcalino (2L)	15	R\$ 58,00	R\$ 870,00	R\$ 10.440,00
Desincrustante Ac (5L)	4	R\$ 49,90	R\$ 199,60	R\$ 2.395,20
Desinfetante (5L)	4	R\$ 7,99	R\$ 31,96	R\$ 383,52
Detergente Bactericida (2L)	4	R\$ 20,00	R\$ 80,00	R\$ 960,00
Detergente Neutro (2L)	10	R\$ 7,80	R\$ 78,00	R\$ 936,00
Mangueiras por metro (1 unid)	2	R\$ 38,90	R\$ 77,80	R\$ 933,60
Panos de Chão (1 pct)	4	R\$ 5,50	R\$ 22,00	R\$ 264,00
Papel Higiênico (12 unid)	14	R\$ 15,39	R\$ 215,46	R\$ 2.585,52
Papel Toalha (pacote)	10	R\$ 12,40	R\$ 124,00	R\$ 1.488,00
Rodos (unidade)	1	R\$ 24,00	R\$ 24,00	R\$ 288,00
Sabão em Pó (10kg)	3	R\$ 73,90	R\$ 221,70	R\$ 2.660,40
Sabonete Líquido (5L)	2	R\$ 15,99	R\$ 31,98	R\$ 383,76
Soda Cáustica (5Kg)	2	R\$ 78,90	R\$ 157,80	R\$ 1.893,60

Vassouras (unidade)	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	R\$ 120,00
Total			R\$ 2.560,26	R\$30.723,12

Fonte: Aatoria própria (2022)

G3- Tabela dos custos dos materiais de escritório

Tabela G3 - Custo de materiais de escritório de baixa duração

Bens	Preço Unitário	Quantidade	Custo Mensal	Custo Anual
Caneta	R\$ 1,50	10	R\$ 15,00	R\$ 180,00
Clips	R\$ 5,90	2	R\$ 11,80	R\$ 141,60
Copos Plásticos	R\$ 4,76	20	R\$ 95,20	R\$ 1.142,40
Corretivo	R\$ 6,60	1	R\$ 6,60	R\$ 79,20
Folha Sulfite	R\$ 26,89	2	R\$ 53,78	R\$ 645,36
Grifa Texto	R\$ 1,84	3	R\$ 5,52	R\$ 66,24
Pastas Plásticas	R\$ 6,70	10	R\$ 67,00	R\$ 804,00
Tinta de Impressora	R\$ 50,51	4	R\$ 202,04	R\$ 2.424,48
Total				R\$ 5.483,28

Fonte: Autoria própria (2022)

G4- Tabela do fluxo de caixa

Tabela G4 - Fluxo de caixa

	Ano				
	1	2	3	4	5
Receita bruta	R\$ 48.552.000,00	R\$ 97.104.000,00	R\$ 97.104.000,00	R\$ 97.104.000,00	R\$ 97.104.000,00
Impostos diretos	-R\$ 9.152.052,00	-R\$ 18.304.104,00	-R\$ 18.304.104,00	-R\$ 18.304.104,00	-R\$ 18.304.104,00
Salário dos funcionários	-R\$ 1.974.262,65	-R\$ 3.948.525,30	-R\$ 3.948.525,30	-R\$ 3.948.525,30	-R\$ 3.948.525,30
matérias-primas	-R\$ 15.231.175,62	-R\$ 30.462.351,24	-R\$ 30.462.351,24	-R\$ 30.462.351,24	-R\$ 30.462.351,24
Depreciação de equipamentos	-R\$ 65.446,57	-R\$ 130.893,13	-R\$ 130.893,13	-R\$ 130.893,13	-R\$ 130.893,13
materiais de limpeza	-R\$ 15.361,56	-R\$ 30.723,12	-R\$ 30.723,12	-R\$ 30.723,12	-R\$ 30.723,12
Materiais de escritorio	-R\$ 2.704,14	-R\$ 5.408,28	-R\$ 5.408,28	-R\$ 5.408,28	-R\$ 5.408,28
Transporte	-R\$ 210.000,00	-R\$ 420.000,00	-R\$ 420.000,00	-R\$ 420.000,00	-R\$ 420.000,00
Imposto sobre o lucro	-R\$ 10.565.757,12	-R\$ 21.131.514,23	-R\$ 21.131.514,23	-R\$ 21.131.514,23	-R\$ 21.131.514,23

Insumos	-R\$ 4.627.004,65	-R\$ 9.254.009,30	-R\$ 9.254.009,30	-R\$ 9.254.009,30	-R\$ 9.254.009,30
Amortização	-R\$ 209.821,17	-R\$ 419.642,33	-R\$ 419.642,33	-R\$ 419.642,33	-R\$ 419.642,33
Fluxo de caixa	R\$ 6.498.414,54	R\$ 12.996.829,07	R\$ 12.996.829,07	R\$ 12.996.829,07	R\$ 12.996.829,07

Fonte: Autoria própria (2022)

Apêndice G5 - Cálculo para salário dos colaboradores

Para o cálculo dos salários dos funcionários é necessário a partir do salário bruto calcular o desconto do INSS como mostrado na equação abaixo.

$$INSS = \text{Salário Bruto} \times \text{Alíquota para fins de recolhimento do INSS}$$

Definindo assim o salário líquido, descontando o INSS do salário bruto. Determinado na equação a seguir.

$$\text{Salário Líquido} = \text{Salário Bruto} - INSS$$

Deste modo, calcula-se o custo anual de cada colaborador de acordo com sua categoria. A partir da equação do custo anual apresentado abaixo.

$$\text{Custo anual} = 12 \times \text{Número de Funcionários} \times (\text{Salário Líquido} + \text{Hora Extra} + \text{Décimo Terceiro})$$

1) Operador de produção

Para o cálculo dos seis funcionários de operador de produção fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e do salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R \$1400,00.

$$INSS_{\text{Operador de produção}} = 1400,00 \times \frac{9}{100} = 105,00$$

$$\text{Salário Líquido}_{\text{Operador de produção}} = 1400,00 - 105,00 = 1295,00$$

Cada colaborador recebe R \$1295,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$194.040,00 calculados abaixo.

$$\begin{aligned} \text{Custo anual}_{\text{Operador de produção}} &= 12 \times 6 \times (1295,00 + 200,00 + 1200,00) \\ &= 194.040,00 \end{aligned}$$

2) Auxiliar de Limpeza

Para o cálculo dos três funcionários auxiliares de limpeza fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$1252,45.

$$INSS_{Auxiliar\ de\ Limpeza} = 1354,00 \times \frac{7,5}{100} = 101,55$$

$$Salário\ Líquido_{Auxiliar\ de\ Limpeza} = 1354,00 - 101,55 = 1252,45$$

Cada colaborador recebe R\$1252,45 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$189.802,80 calculado abaixo.

$$Custo\ anual_{Auxiliar\ de\ Limpeza} = 12 \times 3 \times (1252,45 + 100 + 1283,70) = 189.802,80$$

3) Engenheiro de Alimentos

Para o cálculo de Engenheiro de Alimentos, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$8.200,00.

$$INSS_{Engenheiro\ de\ Alimentos} = 8200,00 \times \frac{14}{100} =$$

$$1148,00\ Salário\ Líquido_{Engenheiro\ de\ Alimentos} = 8200,00 - 1148,00 = 7052,00$$

$$Custo\ anual_{Engenheiro\ de\ Alimentos} = 12 \times 1 \times (7052,00 + 7239,70) = 1.029.002,40$$

O colaborador recebe R\$1252,45 por mês. E deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$1.029.002,40 calculados na equação acima.

4) Analista Químico

Para o cálculo de Analista Químico, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$2.200,00.

$$INSS_{Analista\ Químico} = 2500,00 \times \frac{12}{100} = 300,00$$

$$Salário\ Líquido_{Analista\ Químico} = 2500,00 - 300,00 = 2200,00$$

$$Custo\ anual_{Analista\ Químico} = 12 \times 1 \times (2200,00 + 2200,00) = 316.800,00$$

O colaborador recebe R\$1252,45 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$316.800,00 calculados na equação acima.

5) Cálculo do Técnico Químico

Para o cálculo dos dois Técnicos Químicos, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$1.365,00.

$$INSS_{Técnico\ Químico} = 150,00 \times \frac{9}{100} = 135,00$$

$$\begin{aligned} \text{Salário Líquido}_{\text{Técnico Químico}} &= 1500,00 - 135,00 = 1365,00 \\ \text{Custo anual}_{\text{Técnico Químico}} &= 12 \times 2 \times (1365,00 + 100 + 1365,00) = 203.760,00 \end{aligned}$$

Cada colaborador recebe R\$1365,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$203.760,00 calculado na equação acima.

6) Chefe de produção

Para o cálculo de Chefe de Produção, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R \$2.259,00.

$$\begin{aligned} \text{INSS}_{\text{Chefe de produção}} &= 2250,00 \times \frac{12}{100} = 270,00 \\ \text{Salário Líquido}_{\text{Chefe de produção}} &= 2250,00 - 270,00 = 1980,00 \\ \text{Custo anual}_{\text{Chefe de produção}} &= 12 \times 2 \times (1980,00 + 300 + 1980,00) = 306.720,00 \end{aligned}$$

Cada colaborador recebe R\$1980,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$306.720,00 calculados na equação acima.

7) Recepcionista

Para o cálculo de Recepcionista, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$1379,00.

$$\begin{aligned} \text{INSS}_{\text{Recepcionista}} &= 1379,00 \times \frac{9}{100} = 124,11 \\ \text{Salário Líquido}_{\text{Recepcionista}} &= 1379,00 - 124,00 = 1254,89 \\ \text{Custo anual}_{\text{Recepcionista}} &= 12 \times 1 \times (1254,89 + 1254,89) = 180.704,16 \end{aligned}$$

O colaborador recebe R\$1254,89 por mês. E deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$180.704,16 calculados na equação acima.

8) Administrador

Para o cálculo de Administrador, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R \$1900,00.

$$\text{INSS}_{\text{Administrador}} = 1900,00 \times \frac{9}{100} = 171,00$$

$$\text{Salário Líquido}_{\text{Administrador}} = 1900,00 - 171,00 = 1729,00$$

$$\text{Custo anual}_{\text{Administrador}} = 12 \times 1 \times (1729,00 + 1729,00) = 248.976,00$$

O colaborador recebe R\$1729,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$248.976,00 calculados na equação acima.

9) Técnico Administrativo

Para o cálculo dos dois Técnicos Administrativos, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$1400,00.

$$\text{INSS}_{\text{Técnico Administrativo}} = 1400,00 \times \frac{9}{100} = 126,00$$

$$\text{Salário Líquido}_{\text{Técnico Administrativo}} = 1400,00 - 126,00 = 1274,00$$

$$\text{Custo anual}_{\text{Técnico Administrativo}} = 12 \times 2 \times (1274,00 + 1274,00) = 183.456,00$$

Cada colaborador recebe R\$1274,00 por mês. E deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$183.456,00 calculados na equação acima.

10) Marketing

Para o cálculo dos três funcionários da área de Marketing, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$2850,00.

$$\text{INSS}_{\text{Marketing}} = 2850,00 \times \frac{12}{100} = 342,00$$

$$\text{Salário Líquido}_{\text{Marketing}} = 2850,00 - 342,00 = 2508,00$$

$$\text{Custo anual}_{\text{Marketing}} = 12 \times 3 \times (2508,00 + 2508,00) = 361.152,00$$

Cada colaborador recebe R\$2508,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$361.152,00 calculados na equação acima.

11) Comercial

Para o cálculo dos três funcionários da área de Comercial, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R\$2800,00.

$$\text{INSS}_{\text{Comercial}} = 2800,00 \times \frac{12}{100} = 336,00$$

$$\text{Salário Líquido}_{\text{Comercial}} = 2800,00 - 336,00 = 2464,00$$

$$Custo\ anual_{Comercial} = 12 \times 3 \times (2464,00 + 2464,00) = 354.816,00$$

Cada colaborador recebe R\$2464,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$354.816,00 calculado na equação acima.

12) Recursos Humanos (RH)

Para o cálculo dos dois funcionários da área de Recursos Humanos, fez-se o desconto do INSS utilizando como demonstra nas equações de INSS e salário líquido, levando em consideração o salário bruto de R \$2400,00.

$$INSS_{RH} = 2400,00 \times \frac{9}{100} = 216,00$$

$$Salário\ Líquido_{RH} = 2400,00 - 216,00 = 2184,00$$

$$Custo\ anual_{RH} = 12 \times 2 \times (2184,00 + 2184,00) = 314.496,00$$

Cada colaborador recebe R\$2.184,00 por mês. Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$314.496,00 calculado na equação acima.

13) Estagiários

Para o cálculo dos dois estagiários, leva em consideração o salário bruto de R\$900,00 reais. Não tendo o desconto do INSS. Como mostra a equação abaixo de INSS e salário líquido.

$$INSS_{Estagiários} = 900,00 \times 0 = 0$$

$$Salário\ Líquido_{Estagiários} = 900,00 - 0 = 900,00$$

$$Custo\ anual_{Estagiários} = 12 \times 2 \times (900,00 + 0) = 64.800,00$$

Deste modo anualmente a Twice tem um custo de R\$314.496,00 calculado na equação acima.

14) Custo Total Anual da Twice Para 28 funcionários

Para calcular o custo total que a Twice tem com seus colaboradores, fez-se a soma de cada categoria. Como mostra o somatório do custo total anual de todos os funcionários.

$$\begin{aligned} \Sigma \text{Custo total Anual} &= \text{Custo total}_{Auxiliar\ de\ Limpeza} + \text{Custo Total}_{Engenheiro\ de\ Alimentos} \\ &+ \text{Custo Total}_{Operador\ de\ Produção} + \text{Custo total}_{Técnico\ Químico} \\ &+ \text{Custo total}_{Chefe\ de\ produção} \\ &+ \text{Custo total}_{receptionista} + \text{Custo total}_{Administrador} + \text{Custo total}_{Técnico\ Administrativo} \end{aligned}$$

$$+ \text{Custo total}_{Marketing} + + \text{Custo total}_{Comercial} + \text{Custo total}_{Rh} \\ + \text{Custo total}_{Estagiário}$$

Substituindo os custos totais de cada categoria tem-se:

$$\begin{aligned} \Sigma \text{Custo total Anual} &= 189.802,80 + 1.029.002,40 + 194.040,00 + 316.800,00 \\ &+ 203.760,00 + 306.720,00 + 180.704,16 + 248.976,00 + 183.456,00 \\ &+ 361.152,00 + 354.816,00 + 314.496,00 + 64.800,00 \\ \text{Custo total Anual} &= 3.948.525,36 \end{aligned}$$

O custo total é de R\$3.948.525,36 anualmente.

ANEXOS

Anexo I - Tabela de propriedade termodinâmica dos carboidratos, cinzas, proteínas, lipídeos e fibras.

Equations for Calculating Thermal Properties

Thermal Property	Component	Equation as a Function of Temperature
k (W/m·°C)	Carbohydrate	$k = 0.20141 + 1.3874 \times 10^{-3} T - 4.3312 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$k = 0.32962 + 1.4011 \times 10^{-3} T - 2.9069 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$k = 0.18331 + 1.2497 \times 10^{-3} T - 3.1683 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$k = 0.18071 + 2.7604 \times 10^{-3} T - 1.7749 \times 10^{-7} T^2$
	Protein	$k = 0.17881 + 1.1958 \times 10^{-3} T - 2.7178 \times 10^{-6} T^2$
$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Carbohydrate	$\alpha = 8.0842 \times 10^{-2} + 5.3052 \times 10^{-4} T - 2.3218 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\alpha = 1.2461 \times 10^{-1} + 3.7321 \times 10^{-4} T - 1.2244 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\alpha = 7.3976 \times 10^{-2} + 5.1902 \times 10^{-4} T - 2.2202 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\alpha = 9.8777 \times 10^{-2} + 1.2569 \times 10^{-4} T - 3.8286 \times 10^{-8} T^2$
	Protein	$\alpha = 6.8714 \times 10^{-2} + 4.7578 \times 10^{-4} T - 1.4646 \times 10^{-6} T^2$
ρ (kg/m ³)	Carbohydrate	$\rho = 1.5991 \times 10^3 - 0.31046 T$
	Ash	$\rho = 2.4238 \times 10^3 - 0.28063 T$
	Fiber	$\rho = 1.3115 \times 10^3 - 0.36589 T$
	Fat	$\rho = 9.2559 \times 10^2 - 0.41757 T$
	Protein	$\rho = 1.3299 \times 10^3 - 0.51840 T$
\hat{C}_p (kJ/kg·°C)	Carbohydrate	$\hat{C}_p = 1.5488 + 1.9625 \times 10^{-3} T - 5.9399 \times 10^{-6} T^2$
	Ash	$\hat{C}_p = 1.0926 + 1.8896 \times 10^{-3} T - 3.6817 \times 10^{-6} T^2$
	Fiber	$\hat{C}_p = 1.8459 + 1.8306 \times 10^{-3} T - 4.6509 \times 10^{-6} T^2$
	Fat	$\hat{C}_p = 1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2$
	Protein	$\hat{C}_p = 2.0082 + 1.2089 \times 10^{-3} T - 1.3129 \times 10^{-6} T^2$

Fonte: Choi e Okos (1986)

Anexo II - Tabela de propriedade termodinâmica da água e gelo

Equations to Calculate Thermal Properties of Water and Ice

Temperature Functions ^a		
Water	$k_A = 0.57109 + 1.7625 \times 10^{-3} T - 6.7036 \times 10^{-6} T^2$	(W/m·°C)
	$\alpha_A = [0.13168 + 6.2477 \times 10^{-4} T - 2.4022 \times 10^{-6} T^2] \cdot 10^{-6}$	(m ² /s)
	$\rho_A = 997.18 + 3.1439 \times 10^{-3} T - 3.7574 \times 10^{-3} T^2$	(kg/m ³)
	$\hat{C}_{pA1} = 4.0817 - 5.3062 \times 10^{-3} T + 9.9516 \times 10^{-4} T^2$	(kJ/kg·°C)
	$\hat{C}_{pA2} = 4.1762 - 9.0864 \times 10^{-5} T + 5.4731 \times 10^{-6} T^2$	(kJ/kg·°C)
Ice	$k_H = 2.2196 - 6.2489 \times 10^{-3} T + 1.0154 \times 10^{-4} T^2$	(W/m·°C)
	$\alpha_H = [1.1756 - 6.0833 \times 10^{-3} T + 9.5037 \times 10^{-5} T^2] \times 10^{-6}$	(m ² /s)
	$\rho_H = 916.89 - 0.13071 T$	(kg/m ³)
	$\hat{C}_{pH} = 2.0623 + 6.0769 \times 10^{-3} T$	(kJ/kg·°C)

Fonte: Choi e Okos (1986)

Anexo III - Tabela Nutricional do Leite de Amendoim

Fatos Nutricionais	
Quantidade	1 copo (200 g)
Por porção	
Energia	397 kJ 95 kcal
Carboidratos	3,00g
Açúcar	0,00g
Proteínas	12,00g
Gorduras	7,00g
Gordura Saturada	1,500g
Gordura Trans	0,000g
Gordura Monoinsaturada	4,500g
Gordura Poliinsaturada	1,000g
Colesterol	0mg
Fibras	1,0g
Sódio	80mg

Fonte: FATSECRET (2022)

Anexo IV - Tabela Nutricional da Gordura Vegetal de Palma

Tabela Nutricional

PORÇÃO DE 10G (1COLHER DE SOPA)

	Quantidade por porção	%VD*
Valor energético	90Kcal	4,5
Carboidratos	0g	0,0
Proteínas	0g	0,0
Gordura Totais	10g	18,2
Gordura saturada	4g	18,2
Fibra alimentar	0g	0,0
Sódio	0mg	0,0

(*) %Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Fonte: INGREDIENTES ONLINE (2022)

Anexo V - Tabela Nutricional do Açúcar Invertido

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 30 g (1 colher de sopa)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor energético	79,8 kcal = 333kJ	4%
Carboidratos	20 g	7%
Proteínas	0 g	0
Gorduras Totais	0 g	0
Gorduras Saturadas	0 g	0
Gorduras Trans	**	**
Fibra Alimentar	0 g	0
Sódio	0 mg	0

(*)% Valores diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

(**) Valor diário não determinado.

Fonte: EMPRABAN (2022)

Anexo VI - Tabela Nutricional do Xarope de Glucose

Tabela Nutricional

PORÇÃO DE 20 G (1 COLHER DE SOPA)

	Quantidade por porção	%VD*
Valor energético	64Kcal	3,2
Carboidratos	16g	5,3
Proteínas	0g	0,0
Gordura Totais	0g	0,0
Gordura saturada	0g	0,0
Fibra alimentar	16g	64,0
Sódio	11mg	0,5

(*) %Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Fonte: INGREDIENTES ONLINE (2022)

Anexo VII - Tabela Nutricional do Estabilizante CMC

Tabela Nutricional

PORÇÃO DE 100 G (1 XICARA DE CHÁ)

	Quantidade por porção	%VD*
Valor energético	0Kcal	0,0
Carboidratos	0g	0,0
Proteínas	0g	0,0
Gordura Totais	0g	0,0
Gordura saturada	0g	0,0
Fibra alimentar	0g	0,0
Sódio	6,5mg	0,3

(*) %Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Fonte: INGREDIENTES ONLINE (2022)

Anexo VIII - Tabela Nutricional do Adoçante Stévia

Tabela Nutricional

PORÇÃO DE 10 G (1 COLHER DE SOPA)

	Quantidade por porção	%VD*
Valor energético	39Kcal	2,0
Carboidratos	9,3g	3,1
Proteínas	0g	0,0
Gordura Totais	0g	0,0
Gordura saturada	0g	0,0
Fibra alimentar	9,3g	37,2
Sódio	0mg	0,0

(*) %Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Fonte: INGREDIENTES ONLINE (2022)

Anexo IX - Tabela Nutricional da Proteína de Ervilha

TABELA NUTRICIONAL

Informações Nutricionais Porção de 30 g - 2 Colheres de sopa	Quantidade por Porção	% VD (*)
Valor energético	112 kcal =497 KJ	6 %
Carboidratos	0, g	0,0%
Proteínas	24 g	32
Gorduras Totais	1,8 g	3 %
Gorduras Saturadas	0 g	0%
Gorduras Trans	0 mg	-
Fibra Alimentar	0 g	0
Sódio	450 mg	19 %

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Ingredientes: proteína de ervilha concentrada. Contém glúten.

Fonte: VIVASALUTE (2022)

Anexo X - Propriedades do Refrigerante - 22

Conversões da Pressão:
1 bar = 0,1 MPa
= 10⁵ kPa

Propriedades do Refrigerante 22 Saturado (Líquido-Vapor): Tabela de Pressão

Press. bar	Temp. °C	Volume Específico m ³ /kg		Energia Interna kJ/kg		Entalpia kJ/kg			Entropia kJ/kg · K		Press. bar
		Líquido Sat. $v_f \times 10^3$	Vapor Sat. v_g	Líquido Sat. u_f	Vapor Sat. u_g	Líquido Sat. h_f	Evap. h_{fg}	Vapor Sat. h_g	Líquido Sat. s_f	Vapor Sat. s_g	
3,00	-14,66	0,7521	0,0765	27,99	221,34	28,22	216,07	244,29	0,1143	0,9502	3,00
3,25	-12,46	0,7561	0,0709	30,47	222,13	30,72	214,46	245,18	0,1238	0,9465	3,25
3,50	-10,39	0,7599	0,0661	32,82	222,88	33,09	212,91	246,00	0,1328	0,9431	3,50
3,75	-8,43	0,7636	0,0618	35,06	223,58	35,34	211,42	246,77	0,1413	0,9399	3,75
4,00	-6,56	0,7672	0,0581	37,18	224,24	37,49	209,99	247,48	0,1493	0,9370	4,00
4,25	-4,78	0,7706	0,0548	39,22	224,86	39,55	208,61	248,16	0,1569	0,9342	4,25
4,50	-3,08	0,7740	0,0519	41,17	225,45	41,52	207,27	248,80	0,1642	0,9316	4,50
4,75	-1,45	0,7773	0,0492	43,05	226,00	43,42	205,98	249,40	0,1711	0,9292	4,75
5,00	0,12	0,7805	0,0469	44,86	226,54	45,25	204,71	249,97	0,1777	0,9269	5,00
5,25	1,63	0,7836	0,0447	46,61	227,04	47,02	203,48	250,51	0,1841	0,9247	5,25
5,50	3,08	0,7867	0,0427	48,30	227,53	48,74	202,28	251,02	0,1903	0,9226	5,50
5,75	4,49	0,7897	0,0409	49,94	227,99	50,40	201,11	251,51	0,1962	0,9206	5,75
6,00	5,85	0,7927	0,0392	51,53	228,44	52,01	199,97	251,98	0,2019	0,9186	6,00

Fonte: Moran (2018)