

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**CAMILA BERTACCO AMARO
PAULA MAYUMI VIGIANI HIRATA**

VERDE.SER: INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2019

**CAMILA BERTACCO AMARO
PAULA MAYUMI VIGIANI HIRATA**

VERDE.SER: INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador (a): Prof.^a Dr^a Caroline Casagrande Sipoli
Coorientador (a): Prof.^a Dr^a Fernanda Lini Seixas

**APUCARANA
2019**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Apucarana
COENQ - Coordenação do Curso Superior de
Engenharia Química



TERMO DE APROVAÇÃO

Verde.Ser: Indústria de Cosméticos

Por

Camila Bertacco Amaro
Paula Mayumi Vigiani Hirata

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Apucarana. Os candidatos foram arguidos pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Caroline Casagrande Sipoli
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Fernanda Lini Seixas
Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Juliana Guerra Sgorlon
Membro

Prof.^a Dr.^a Rubiane Ganascim Marques
Membro

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso.

AGRADECIMENTOS

Camila agradece primeiramente a Deus pela vida e forças concedidas em toda a sua trajetória. Aos seus pais pelo carinho, incentivo e apoio fornecidos durante a graduação. Às amígdades cultivadas durante a jornada acadêmica, que tornaram sua vida mais completa e alegre. Em especial, ao seu namorado, Adriano dos Santos Silva, por todo amor, carinho, paciência e por tê-la mantido firme nos momentos de dificuldade.

Paula agradece primeiramente a Deus, por ser guia e fortaleza, por sua família, por seu sustento e apoio, e aos amigos pela parceria e esperança para seguir em frente.

O grupo agradece à UTFPR pela oportunidade de crescer profissionalmente, à orientadora Caroline Casagrande Sipoli, à coorientadora Fernanda Lini Seixas, aos professores Ana Cláudia Ueda, Fernanda Zola, Fernando Alves da Silva, Luciana de Souza Moraes e Rubiane Ganascim Marques por todo o auxílio na realização desse trabalho. Além disso, agradece à Ana Carolina Coelho Lima pela participação na primeira etapa deste projeto.

RESUMO

Dinâmica por natureza e movida a constantes inovações de produtos, a área de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos firmou-se como um dos mais bem-sucedidos ramos da indústria na atualidade. O segmento de produtos verdes ou naturais tem sido uma área muito explorada, uma vez que se verifica um aumento da consciência ambiental na sociedade. Por esse motivo, a incorporação e o uso de matérias-primas de origem vegetal tem demonstrado crescimento significativo, de forma que as indústrias do ramo buscam realizar um menor impacto ao meio ambiente e as formas de vida. Seguindo essa perspectiva, a Verde.Ser será uma empresa brasileira de médio porte direcionada à produção e comercialização nacional de produtos naturais para a pele, sendo eles, sabonete, creme hidratante corporal, água floral e óleo essencial. A empresa terá como propósito produzir cosméticos que tragam segurança e comodidade, bem como, zelem tanto por seus clientes quanto pelo planeta. A elaboração deste projeto industrial teve como objetivo apresentar: um histórico do setor, análise de mercado, descrição e fluxograma das etapas, balanço material e energético do processo, proposta para o tratamento dos resíduos, dimensionamento dos equipamentos, layout da planta e análise financeira. A camomila será a essência da empresa, de forma que seu óleo essencial estará presente na composição de todos os produtos e, a fim de atender os princípios de sustentabilidade da Verde.Ser, esse óleo essencial será extraído pelo método de extração por micro-ondas sem solvente. Para realização dos cálculos, determinou-se que a produção mensal será de 10.000 sabonetes, 6.000 sabonetes esfoliantes, 8.000 unidades de creme hidratante corporal, 1.500 unidades de óleo essencial e 4.500 unidades de água floral. Por meio da análise financeira, foi possível concluir que o projeto em questão é economicamente viável, apresentando um Valor Presente Líquido (VPL) positivo, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do empreendimento e um retorno do investimento entre o terceiro e o quarto ano de operação.

Palavras-chave: Cosméticos. Indústria verde. Óleo essencial. Camomila. Extração por micro-ondas sem solvente.

ABSTRACT

Dynamic by nature and driven by constantly product innovations, personal hygiene, perfumery and cosmetics area has been established as one of the most successful branches of the industry nowadays. The segment of green or natural products has been a very exploited area, since there is an increase of the green consciousness in society. For this reason, the incorporation and use of raw materials of plant origin has shown growth, so that the industries of the branch seek to have a lower impact on the environment and life forms. Following this perspective, Verde.Ser will be a medium-sized Brazilian company directed to national production and commercialization of natural products for skin, such as soap, corporal moisturizer, floral water and essential oil. The company aims to manufacture cosmetics that bring safety and comfort as well as care for both its customers and planet. The development of this industrial project aims to present: the history of the industry, market analysis, description and flow chart of the stages, material and energy balance of the process, proposal for waste treatment, equipment design, plant layout and financial analysis. Chamomile will be the essence of the company, so that its essential oil it will be used in all the products. In order to meet the Verde.Ser principles of sustainability, this essential oil will be extracted by solvent-free microwave method. For the calculations, it was determined that the mensal production will be 10.000 soaps, 6.000 exfoliating soaps, 8.000 units of corporal moisturizer, 1.500 units of essential oil and 4.500 units of floral water. By means of financial analysis, it was possible to conclude that the project proposed in this work is economically viable, presenting a positive Net Present Value (NPV), an Internal Rate of Return (IRR) higher than the Minimum Attractive Rate of Return (MARR) and a return on investment between the third and fourth year of operation.

Keywords: Cosmetics. Green industry. Essential oil. Chamomile. Solvent-free microwave extraction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Logomarca da Verde.Ser	19
Figura 2 – Sistema organizacional da Verde.Ser	22
Figura 3 – Reação de Saponificação	32
Figura 4 – Flores da Camomila	37
Figura 5 – Hidrodestilação	40
Figura 6 – Geração interna de vapor	41
Figura 7 – Geração externa de vapor	42
Figura 8 – Regras sobre a proporção dos ingredientes no produto acabado	47
Figura 9 – Cadeia produtiva de cosméticos	56
Figura 10 – Localização de Mandirituba no Estado do Paraná	57
Figura 11 – Região Metropolitana de Curitiba	58
Figura 12 – Rios da região de Mandirituba	59
Figura 13 – Diagrama de blocos do processo produtivo da Verde.Ser	52
Figura 14 – Mesa de lavagem	65
Figura 15 – Extrator de micro-ondas	66
Figura 16 – Estufa	67
Figura 17 – Tanque de mistura e aquecimento	69
Figura 18 – Trocador de Calor	70
Figura 19 – Extrusora	71
Figura 20 – Tanque de mistura e aquecimento	74
Figura 21 – Tanque de resfriamento e homogeneização	75
Figura 22 – Diagrama de processo do tanque de aquecimento e mistura	78
Figura 23 – Diagrama de processo de resfriamento	79
Figura 24 – Diagrama de processo da extrusão	79
Figura 25 – Diagrama de processo do corte	80
Figura 26 – Diagrama de processo do tanque de aquecimento e mistura	82
Figura 27 – Diagrama de processo de resfriamento	82
Figura 28 – Diagrama de processo da extrusão	83
Figura 29 – Diagrama de processo do corte	84
Figura 30 – Diagrama de processo do aquecimento e mistura da fase aquosa	86
Figura 31 – Diagrama de processo do aquecimento e mistura da fase oleosa	87
Figura 32 – Diagrama de processo de homogeneização e resfriamento	88
Figura 33 – Diagrama do processo de lavagem	91
Figura 34 – Diagrama de processo da extração	92
Figura 35 – Diagrama de processo da secagem	94
Figura 36 – Diagrama de Fluxo de Processo da Verde.Ser	118
Figura 37 – Terreno para implantação da Verde.Ser	119
Figura 38 – Layout do terreno	120
Figura 39 – Layout do setor de produção	121
Figura 40 – Layout do setor administrativo	122
Figura 41 – Fluxo de caixa detalhado da Verde.Ser	130
Figura 42 – Ponto de equilíbrio	133
Figura 43 – Representação da embalagem do sabonete e sabonete esfoliante da Verde.Ser	152

Figura 44 – Representação da embalagem do creme hidratante corporal da Verde.Ser	153
Figura 45 – Representação da embalagem do óleo essencial e água floral da Verde.Ser	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Legenda do fluxograma	61
Quadro 2 – Matérias-primas do sabonete	68
Quadro 3 – Loção Hidratante manipulada	72
Quadro 4 – Fórmula Creme Hidratante	72
Quadro 5 – Ingredientes do hidratante	73
Quadro 6 – Porcentagem de substâncias naturais no sabonete	81
Quadro 7 – Porcentagem de substâncias naturais no sabonete esfoliante	84
Quadro 8 – Porcentagem de substâncias naturais no creme hidratante	89
Quadro 9 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura	111
Quadro 10 – Especificações do trocador de calor	111
Quadro 11 – Especificações da extrusora	111
Quadro 12 – Especificações do cortador	111
Quadro 13 – Especificações do filtro de osmose inversa	112
Quadro 14 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura da fase aquosa	112
Quadro 15 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura da fase oleosa	112
Quadro 16 – Especificações do tanque de homogeneização e resfriamento	113
Quadro 17 – Especificações da mesa de lavagem	113
Quadro 18 – Especificações do extrator por micro-ondas	113
Quadro 19 – Especificações da estufa de secagem	114
Quadro 20 – Especificações do tanque de armazenamento de óleo essencial	114
Quadro 21 – Especificações do tanque de armazenamento de hidrolato	114
Quadro 22 – Especificações da bomba centrífuga	115
Quadro 23 – Especificações do chiller	115
Quadro 24 – Especificações da torre de arrefecimento	115
Quadro 25 – Especificações do tanque de armazenamento da água de condensação	115
Quadro 26 – Especificações da caixa de gradeamento	115
Quadro 27 – Especificações do filtro de carvão e areia	115
Quadro 28 – Especificações do tanque de armazenamento da água de lavagem da camomila	116
Quadro 29 – Especificações da envasadora	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de sabonetes em barra	54
Tabela 2 – Valores de hidratantes corporais	54
Tabela 3 – Valores de óleos essenciais obtidos de ervas	54
Tabela 4 – Valores de hidrolatos	54
Tabela 5 – Produção de estoque mensal da Verde.Ser	77
Tabela 6 – Frações desejadas para o sabonete	77
Tabela 7 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura	78
Tabela 8 – Vazões e frações mássicas da etapa de resfriamento	79
Tabela 9 – Vazões e frações mássicas da etapa de extrusão	80
Tabela 10 – Vazões e frações mássicas da etapa de corte	80
Tabela 11 – Frações desejadas para o sabonete esfoliante	81
Tabela 12 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura	82
Tabela 13 – Vazões e frações mássicas da etapa de resfriamento	83
Tabela 14 – Vazões e frações mássicas da etapa de extrusão	83
Tabela 15 – Vazões e frações mássicas da etapa de corte	84
Tabela 16 – Frações desejadas para o hidratante	85
Tabela 17 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura da fase aquosa	86
Tabela 18 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura da fase oleosa	87
Tabela 19 – Vazões e frações mássicas da etapa de homogeneização e resfriamento	88
Tabela 20 – Vazões e frações mássicas da etapa de lavagem	91
Tabela 21 – Vazões e frações mássicas da etapa de extração	93
Tabela 22 – Vazões e frações mássicas da etapa de secagem	94
Tabela 23 – Tempos típicos para processo em batelada	96
Tabela 24 – Tempos de processo da produção de sabonete da Verde.Ser	96
Tabela 25 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento e mistura	97
Tabela 26 – Condições de entrada e saída do processo	98
Tabela 27 – Condições de entrada e saída do processo	99
Tabela 28 – Tempos de processo da produção de creme hidratante corporal da Verde.Ser	99
Tabela 29 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento da fase aquosa	100
Tabela 30 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento da fase oleosa	101
Tabela 31 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de resfriamento	101
Tabela 32 – Condições de entrada e saída do processo	101
Tabela 33 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no extrator	102
Tabela 34 – Condições de entrada e saída do processo	103
Tabela 35 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de sabonete	107

Tabela 36 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de sabonete esfoliante	108
Tabela 37 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de hidratante	108
Tabela 38 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na obtenção de óleo essencial e água floral	109
Tabela 39 – Condições de entrada e saída do ar da estufa de secagem	110
Tabela 40 – Investimento total	123
Tabela 41 – Custo fixo anual	124
Tabela 42 – Custo variável anual	125
Tabela 43 – Receita proveniente da venda de produtos	126
Tabela 44 – Receita proveniente da terceirização de serviços	126
Tabela 45 – Impostos	126
Tabela 46 – Financiamento da Verde.Ser	128
Tabela 47 – Demonstração do resultado de exercício da Verde.Ser	129
Tabela 48 – Fluxo de caixa	130
Tabela 49 – Payback descontado	132
Tabela 50 – Composição da massa base	182
Tabela 51 – Correntes da Área 100 (Parte 1)	209
Tabela 52 – Correntes da Área 100 (Parte 2)	209
Tabela 53 – Correntes da Área 200 (Parte 1)	209
Tabela 54 – Correntes da Área 200 (Parte 2)	210
Tabela 55 – Correntes da Área 300 (Parte 1)	210
Tabela 56 – Correntes da Área 300 (Parte 2)	210
Tabela 57 – Correntes da Área 400 (Parte 1)	211
Tabela 58 – Correntes da Área 400 (Parte 2)	211
Tabela 59 – Correntes da central de utilidades	211
Tabela 60 – Custos com terreno e obras	212
Tabela 61 – Custos com água de lavagem da camomila e solução hidroalcoólica	212
Tabela 62 – Custos com equipamentos da Área 100	212
Tabela 63 – Custos com equipamentos da Área 200/300	212
Tabela 64 – Custos com equipamento da Área 400	213
Tabela 65 – Custos com equipamentos da central de utilidades	213
Tabela 66 – Custos com equipamentos do tratamento de água	213
Tabela 67 – Funcionários dos 4 meses de safra de camomila	216
Tabela 68 – Funcionários dos 8 meses de entressafra de camomila	217
Tabela 69 – Terceirizados dos 4 meses de safra de camomila	218
Tabela 70 – Terceirizados dos 8 meses de entressafra de camomila	218
Tabela 71 – Gasto com água/esgoto nos 4 meses de safra de camomila	218
Tabela 72 – Gasto com água/esgoto nos 8 meses de entressafra de camomila	218
Tabela 73 – Gasto com energia nos 4 meses de safra de camomila	219
Tabela 74 – Gasto com energia nos 8 meses de entressafra de camomila	219
Tabela 75 – Custo anuais com manutenção	219
Tabela 76 – Gasto com água nos 4 meses de safra de camomila	219
Tabela 77 – Gasto com água nos 8 meses de entressafra de camomila	220
Tabela 78 – Gasto com energia nos 4 meses de safra de camomila	220
Tabela 79 – Gasto com energia nos 8 meses de entressafra de camomila	220

Tabela 80 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 100	220
Tabela 81 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 200	221
Tabela 82 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 300	221
Tabela 83 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 400	221
Tabela 84 – Custo anual com embalagens	221
Tabela 85 – Capital de giro inicial	222
Tabela 86 – Cálculo da TMA	222
Tabela 87 – Custo e receita média por item	222
Tabela 88 – Dados para calcular o ponto de equilíbrio	223

LISTA DE SIGLAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
BRT	Serviço Brasileiro De Respostas Técnicas
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
Comec	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CSSL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DRE	Demonstração do Resultado de Exercício
EBITDA	<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization</i>
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FIEP	Federação das Indústrias do Paraná
HD	Hidrodestilação
HPPC	Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
IBD	Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IRPJ	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
ISS	Imposto sobre Serviço
LAIR	Lucro Antes do Imposto de Renda
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
PETA	<i>People for the Ethical Treatment of Animals</i>
PFD	<i>Process Flow Diagram</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social

PLE	<i>Pressurized Liquid Extraction</i>
RH	Recursos Humanos
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SD	<i>Steam Distillation</i>
SAC	Sistema de Amortização Constante
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SESC	Serviço Social do Comércio
SESI	Serviço Social da Indústria
SFE	<i>Supercritical Fluid Extraction</i>
SFME	<i>Solvent-free Microwave Extraction</i>
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SWE	<i>Superheated or Sub-critical Water Extraction</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido
VT	Vale Transporte

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	19
1.1 ORGANOGRAMA	21
2 INTRODUÇÃO	25
3 OBJETIVOS	26
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
4.1 COSMÉTICOS	27
4.1.1 Histórico do Cosmético	28
4.2 SABONETE	31
4.2.1 O Uso e a História do Sabonete	31
4.2.2 Obtenção do Sabonete	32
4.2.2.1 Matérias saponificáveis	33
4.2.2.2 Bases para saponificação	33
4.2.2.3 Aditivos	33
4.2.2.4 Coadjuvantes	34
4.2.2.5 Extratos e óleos essenciais	34
4.3 CREME HIDRATANTE CORPORAL	34
4.4 ÁGUA FLORAL	35
4.5 CAMOMILA	36
4.5.1 Óleo Essencial da Camomila	38
4.5.1.1 Processo de obtenção	39
4.5.1.1.1 <i>Prensagem</i>	39
4.5.1.1.2 <i>Hidrodestilação (HD)</i>	40
4.5.1.1.3 <i>Destilação por arraste a vapor (Steam Distillation – SD)</i>	41
4.5.1.1.4 <i>Extração com solventes orgânicos</i>	43
4.5.1.1.5 <i>Extração por fluido supercrítico (Supercritical Fluid Extraxtion – SFE)</i>	43
4.5.1.1.6 <i>Extração por micro-ondas sem solvente (Solvent-free Microwave Extraction – SFME)</i>	44
4.6 COSMETOLOGIA VERDE	45
5 ANÁLISE DE MERCADO	48
5.1 CENÁRIO MUNDIAL E NACIONAL	48
5.1.1 Tendência de Mercado	49
5.1.1.1 Fluidez de gênero	50
5.1.1.2 A voz dos Millennials e da Geração Z	50

5.1.1.3	Sustentabilidade, beleza com foco em ingredientes de origem natural e produção local	50
5.1.1.4	Self-care e preferência pelo melhor	51
5.1.1.5	Sabonete: hidratação é a chave	51
5.1.1.6	Sono regenerador	51
5.1.1.7	Experiências e tendências para os canais de venda	52
5.2	PÚBLICO ALVO	52
5.3	CONCORRÊNCIA	53
5.4	PREÇOS DO MERCADO	53
5.5	PERSPECTIVAS FUTURAS	54
5.6	LOCAL DE IMPLANTAÇÃO	55
6	JUSTIFICATIVA	60
7	DIAGRAMA DE BLOCOS E DESCRIÇÃO DO PROCESSO	61
7.1	OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E DA ÁGUA FLORAL	64
7.1.1	Recepção	64
7.1.2	Armazenamento	64
7.1.3	Lavagem	64
7.1.4	Extração	65
7.1.5	Armazenagem do Óleo Essencial	66
7.1.6	Armazenagem do Hidrolato	66
7.1.7	Envase do Hidrolato e do Óleo Essencial	67
7.1.8	Secagem	67
7.1.9	Armazenamento	68
7.2	PRODUÇÃO DO SABONETE	68
7.2.1	Aquecimento e Mistura	69
7.2.2	Resfriamento	70
7.2.3	Extrusão	70
7.2.4	Corte	71
7.2.5	Embalagem	71
7.3	PRODUÇÃO DO CREME HIDRATANTE CORPORAL	72
7.3.1	Aquecimento e Mistura	73
7.3.2	Homogeneização e Resfriamento	74
7.3.3	Envase	75
7.4	EXPEDIÇÃO	75
8	BALANÇO DE MASSA	77

8.1	SABONETE	77
8.1.1	Aquecimento e Mistura	78
8.1.2	Resfriamento	78
8.1.3	Extrusão	79
8.1.4	Corte	80
8.2	SABONETE ESFOLIANTE	81
8.2.1	Aquecimento e Mistura	81
8.2.2	Resfriamento	82
8.2.3	Extrusão	83
8.2.4	Corte	83
8.3	CREME HIDRATANTE CORPORAL	85
8.3.1	Aquecimento e Mistura da Fase Aquosa	85
8.3.2	Aquecimento e Mistura da Fase Oleosa	86
8.3.3	Homogeneização e Resfriamento	87
8.4	ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL	89
8.4.1	Recepção	90
8.4.2	Armazenamento	90
8.4.3	Lavagem	90
8.4.4	Extração	91
8.4.5	Secagem	94
8.4.6	Armazenamento	95
9	BALANÇO DE ENERGIA	96
9.1	SABONETE	96
9.1.1	Tanque de Aquecimento e Mistura	97
9.1.2	Trocador de Calor	97
9.2	SABONETE ESFOLIANTE	98
9.2.1	Tanque de Aquecimento e Mistura	98
9.2.2	Trocador de Calor	99
9.3	CREME HIDRATANTE CORPORAL	99
9.3.1	Tanque de Aquecimento da Fase Aquosa	100
9.3.2	Tanque de Aquecimento da Fase Oleosa	100
9.3.3	Tanque de Resfriamento	101
9.4	ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL	102
9.4.1	Extrator	102
9.4.1.1	Zona de extração	102

9.4.1.2	Zona de condensação	103
10	INTREGRAÇÃO ENEGÉTICA	104
11	TRATAMENTO DE RESÍDUOS	105
12	DIMENSIONAMENTO	107
12.1	SABONETE	107
12.2	SABONETE ESFOLIANTE	107
12.3	CREME HIDRATANTE CORPORAL	108
12.4	ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL	109
13	ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	111
13.1	SABONETE E SABONETE ESFOLIANTE	111
13.2	CREME HIDRATANTE CORPORAL	112
13.3	ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL	113
13.4	UTILIDADES	114
14	DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO	117
15	LAYOUT	119
16	ANÁLISE FINANCEIRA	123
16.1	INVESTIMENTOS	123
16.2	CUSTOS FIXOS	123
16.3	CUSTOS VARIÁVEIS	124
16.4	CAPITAL DE GIRO INICIAL	125
16.5	RECEITAS	125
16.6	CARGAS TRIBUTÁRIAS	126
16.7	FINANCIAMENTO	127
16.8	DEMONSTRATIVO DO RESULTADO DE EXERCÍCIO (DRE)	128
16.9	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), TAXA INTERNA DE RETOR (TIR) E PAYBACK DESCONTADO	130
17	CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICE A – Representação dos produtos da Verde.Ser	152
	APÊNDICE B – Cálculos do balanço de massa	154
B1	– Sabonete	154
B2	– Sabonete esfoliante	159
B3	– Creme hidratante corporal	164
B4	– Óleo essencial e água floral	171
	APÊNDICE C – Cálculos do balanço de energia	181

C1 – Sabonete	181
C2 – Sabonete esfoliante	185
C3 – Creme hidratante corporal	189
C4 – Óleo essencial e água floral	194
APÊNDICE D – Cálculos do dimensionamento	198
D1 – Sabonete	199
D2 – Sabonete esfoliante	201
D3 – Creme hidratante corporal	203
D4 – Óleo essencial e água floral	205
APÊNDICE E – Diagrama de fluxo do processo	209
APÊNDICE F – Análise financeira	212
F1 – Investimentos	212
F2 – Custos fixos	213
F3 – Custos variáveis	219
F4 – Capital de giro inicial	222
F5 – Taxa mínima de atratividade	222
F6 – Ponto de equilíbrio	222
ANEXO A – Fragmento da resolução da diretoria colegiada - RDC nº 07, de 10 de fevereiro de 2015	224

1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Verde.Ser será uma empresa brasileira direcionada à produção e comercialização nacional de produtos naturais para a pele. Sua sede se encontrará no município de Mandirituba, situado na Região Metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná.

O nome Verde.Ser faz alusão ao verbo verdecer, o qual significa tornar-se verde (MICHAELIS, 2018). Esse nome remete à principal ideia da empresa: produzir cosméticos de forma que os impactos ao meio ambiente e às formas de vida sejam mínimos.

A Figura 1 apresenta a logomarca da empresa, na qual se destaca a camomila, planta que será o carro-chefe da marca, uma vez que nossos produtos serão a base de camomila e proporcionarão aos nossos clientes cosméticos com ações anti-irritante, antimicrobiana e anti-inflamatória, características do óleo essencial dessa planta. Além disso, o nome da empresa e a flor de camomila estão inseridos em um círculo cuja finalidade é representar o ciclo da vida. As cores utilizadas foram verde claro, amarelo claro e branco com o intuito de transmitir tranquilidade, leveza e sofisticação, pois a camomila é muito conhecida por seu efeito calmante e é uma planta agradável e graciosa.

Figura 1 – Logomarca da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

Encontra-se no Apêndice A uma representação da linha de camomila da Verde.Ser.

A empresa possuirá o propósito de criar cosméticos que acolham e inspirem nossos clientes. Dessa forma, a identidade organizacional da indústria é formada pelo seguinte conjunto:

Missão: proporcionar beleza natural a partir de cosméticos de excelência, aliado à saúde e bem-estar de forma autêntica e diferenciada, preservando os princípios do tripé da sustentabilidade¹.

Visão: ser reconhecida como marca de referência, principalmente, no mercado da região sul do Brasil, ofertando sempre produtos de beleza com ingredientes naturais de qualidade.

Valores:

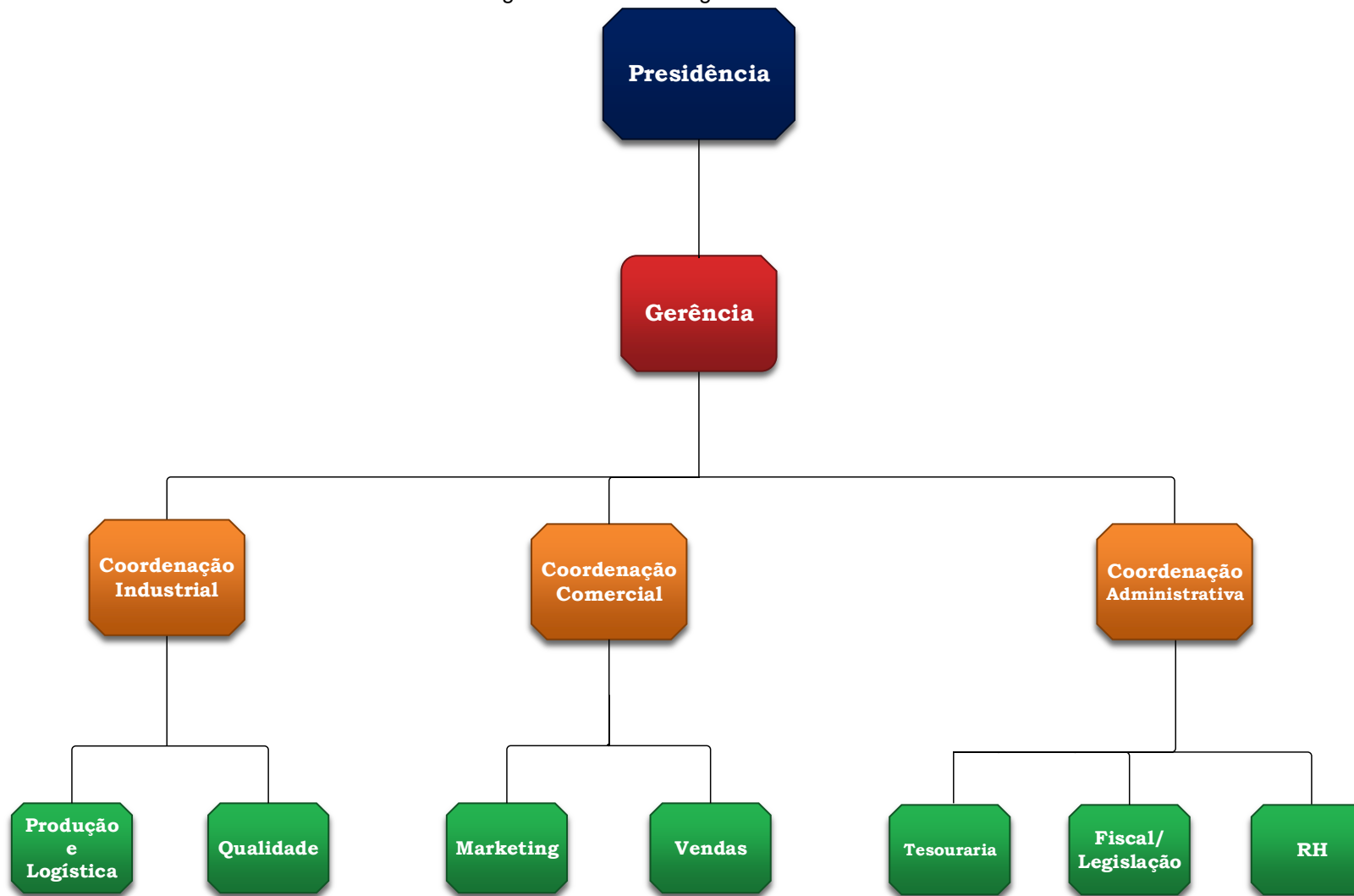
- Sustentabilidade da vida: respeitar todas as formas de vida e considerar que pequenas atitudes que estejam ao nosso alcance fazem a diferença.
- Valorização da terra: valorizar a fauna e flora do planeta e, principalmente o Brasil como um todo. Reconhecer que a valorização e o cuidado dos recursos naturais são imprescindíveis.
- Valorização do ser humano: valorizar o ser humano em si, respeitando suas diferenças e identidade. Buscar sempre manter um ambiente de respeito, atenção e consideração na empresa, estimulando os funcionários a se manterem motivados para que se sintam à vontade e busquem o desenvolvimento pessoal.
- Fomento ao mercado e produção local: incentivar os produtores locais a fim de estimular a população a priorizar a compra de produtos fabricados no Paraná e, com isso, contribuir para o fortalecimento da economia local.
- Empoderamento da mulher: a empresa apresentará espírito feminino. Propagaremos o empoderamento da mulher e defenderemos a luta por direitos de cidadania. Para isso, apresentaremos um modelo de mercado no qual as mulheres lideram a companhia, exercendo os principais cargos de gerência e produção.

¹ O tripé da sustentabilidade é um conceito que leva em consideração os resultados de uma empresa em termos sociais, ambientais e econômicos. É conhecido como 3 P's: people (pessoas), planet (planeta) e profit (lucro).

1.1 ORGANOGRAMA

A Verde.Ser contará com o sistema organizacional apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Sistema organizacional da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

Foi escolhido um modelo no qual a gestão empresarial estará fundamentada, basicamente, em três áreas distintas: industrial, comercial e administrativa.

Seguindo a hierarquia, as funções de casa área serão as seguintes:

- **Presidência:** responder pelas operações da empresa em todas as suas unidades de negócios, assegurando a correta estruturação das suas atividades, o desenvolvimento permanente de produtos (manter a empresa atualizada tecnologicamente), assegurando também a qualidade dos produtos e a proteção do meio ambiente.
- **Gerência geral:** planejar e coordenar as atividades administrativas e operacionais visando atingir os objetivos da empresa.
- **Coordenação industrial:** está fundamentada na administração de duas áreas: produção e logística, e qualidade. A área de produção deve encarregar-se de executar a programação da produção, por meio de seus supervisores e líderes, contando com o apoio fundamental da área logística na elaboração desse plano. Também deve atender aos processos de fabricação do produto (tanto produtos em linha, quanto em desenvolvimento), e ao desenvolvimento e monitoramento das características técnicas do produto (tanto produtos em linha, quanto em desenvolvimento). Segundo Vargas (2018), a área de qualidade deve encarregar-se dos processos de organização do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), do monitoramento da qualidade dos fornecedores (em suporte à área de compras) e do suporte aos problemas de qualidade dentro da fábrica (tanto no recebimento de material, quanto durante seu processo de fabricação).
- **Coordenação comercial:** realizar pesquisas de mercado a fim de detectar as necessidades dos consumidores, além de elaborar projetos e estratégias a fim de aumentar não somente as vendas, mas também a satisfação dos clientes.
- **Coordenação administrativa:** coordenar o departamento de Recursos Humanos (RH) e controlar o fluxo de caixa. Esse setor terá atuação decisiva na prestação de contas para a diretoria e prestará um valioso auxílio na tomada de decisões. Essa coordenação também é responsável pelas atividades da área jurídica em assuntos sobre questões cíveis, tributárias e societárias, assim como, a elaboração e acompanhamento de ações judiciais contra terceiros.

As práticas desempenhadas pela coordenação administrativa e as atividades da área de Tecnologia da Informação (TI), como gerenciamento de informações, organização da rede de computadores e assistência com *e-commerce*, serão terceirizados a fim de melhorar a produtividade da empresa e ter o desenvolvimento mais focado em seus trabalhos.

2 INTRODUÇÃO

O ramo de cosméticos vem se firmando como um dos mais bem-sucedidos da atualidade e mostrando um ritmo de crescimento superior ao da economia nacional (ABIHPEC, 2018). Sendo assim, o mercado desse segmento se apresenta positivo para investimentos.

Com o aumento da consciência verde, a incorporação e o uso de matérias-primas de origem vegetal demonstra crescimento, pois vem se mostrando de forma desejável pelos consumidores (SOUZA *et al.*, 2017). O segmento de produtos verdes ou naturais tem sido uma área muito explorada. Um produto produzido com extratos ou óleos vegetais, com ingredientes naturais ou com baixíssimas concentrações de compostos sintéticos, que produza menos impacto ao meio ambiente e às formas de vida, ganhou a preferências dos clientes (BARBIZAN, 2013).

Entende-se por desenvolvimento sustentável, suprir as necessidades da geração atual sem prejudicar a capacidade das próximas gerações de atender as suas próprias necessidades (CONIN, 2017).

Produtos que possuem óleos extraídos diretamente de flores, folhas ou sementes vem obtendo grande satisfação dos consumidores. Destaca-se a Camomila (*Matricaria Chamomilla L.*), em que seu óleo é conhecido por possuir compostos com propriedades farmacológicas, podendo citar a atividade antioxidante e calmante, características visadas e desejadas em produtos cosméticos (LEITE, 2012).

Portanto, a Verde. Ser atenta a necessidade da preservação dos indivíduos e ao cuidado com a natureza, buscará oferecer produtos que tragam segurança e comodidade e que zelem tanto por seus clientes quanto pelo nosso planeta.

3 OBJETIVOS

Esse trabalho teve por objetivo a elaboração do projeto de uma instalação industrial de produção de cosméticos. Desse modo, o trabalho apresentará o histórico do setor, análise de mercado, descrição e fluxograma das etapas, balanço material e energético do processo, projeto de integração energética, proposta para o tratamento dos resíduos, projeto nominal dos equipamentos, layout da planta e análise de viabilidade econômica.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 COSMÉTICOS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pela Resolução RDC nº 7 de 10 de fevereiro de 2015 conceitua os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes como:

Preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado.

De acordo com a Resolução RDC supracitada, os produtos cosméticos são classificados em dois tipos:

- Produtos Grau 1: são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes os quais cumprem com a definição adotada no item 1 do Anexo I da Resolução (Anexo A) e não requerem informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso.
- Produtos Grau 2: são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre com a definição adotada no item 1 do Anexo I da Resolução (Anexo A), cujas características exigem comprovação de segurança e/ ou eficácia, bem como informações e cuidados, modo e restrições de uso.

Nos Estados Unidos da América, o órgão responsável pela regulamentação dos cosméticos é o *Food and Drug Administration* (FDA), o qual é uma agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. A Lei Federal desse órgão define cosméticos como um produto (excluindo sabão puro) destinado a ser aplicado no corpo humano para limpeza, embelezamento, promoção de atratividade ou alteração da aparência. Entre os produtos que incluem nesta definição estão os hidratantes para a pele, perfumes, batons, esmaltes de unhas, produtos de maquiagem para os olhos e o rosto, dentre outros.

4.1.1 Histórico do Cosmético

O termo “cosmético” remete a qualquer instrumento que é relativo à higiene e beleza humana, sendo criado no século XVI a partir do grego *kosméticos*, que significa “relativo ao adorno”, sendo a raiz da palavra *kosmos* = “ordem” (SCHÜTZ; SCHAEFER; FRANÇA, 2015). A história dos cosméticos acompanhou através dos tempos a própria história do homem, estando ligada não somente à sua evolução científica e cultural, como também ao papel e ao valor simbólico da água através das épocas e das civilizações.

Os egípcios e seus hábitos merecem atenção, pois mesmo num período tão antigo, a população já se lavava em torno de três vezes ao dia e mantinham costumes e produtos para manter a limpeza e beleza do corpo para enfrentar o clima arenoso e quente (FRANQUILINO, 2009). No Egito, em tumbas com cerca de 5 mil anos, foram encontrados recipientes com materiais usados para fins cosméticos. Das folhas de *hena*, os egípcios extraíam o corante que seria usado para colorir as palmas das mãos, as plantas dos pés, as unhas e os cabelos (QUIROGA; GUILLOT, 1955). Em sarcófagos e tumbas datadas de cerca de 1400 a.C., também foram encontrados recipientes contendo preparações semelhantes aos cremes, incensos e óleos diversos para o tratamento do corpo. Cleópatra, a última rainha do Egito, representou o símbolo da cosmetologia pelos seus cuidados cosméticos (VIGLIOGLIA; RUBIN, 1991).

Para os gregos (século VIII a.C.), a higiene era de grande importância. Eles se lavavam antes de preces, libações, sacrifícios, antes de viagens e, ao chegar ao destino, o anfitrião da casa oferecia água para lavar as mãos ou mesmo um banho. Neste período, já se utilizavam máscaras de beleza de argila. Registros enumeravam seis tipos diferentes destas máscaras, que eram encontradas no mercado com selos característicos, indicadores de sua origem. Esses selos, historicamente, são considerados como as mais antigas marcas de fábrica da indústria cosmética (QUIROGA; GUILLOT, 1955).

Galeno deixou muitas informações a respeito da higiene, da cosmetologia e também o famoso “*Cold Cream* ou *Cerato de Galeno*” (VIGLIOGLIA; RUBIN, 1991). O médico desenvolveu um precursor dos modernos cremes para a pele a partir da mistura de cera de abelha, óleo de oliva e água de rosas. O creme se funde em contato com a pele, liberando a fase interna aquosa, o que produz uma sensação refrescante.

A mesma fórmula ainda é utilizada atualmente nas emulsões de água em óleo (TREVISAN, 2011).

O Renascimento (séculos XIII a XVII), trouxe consigo o desejo de se embelezar, de mostrar o corpo das mulheres, de recuperar em estilo e forma tudo o que a Alta Idade Média encobriu. As italianas da Renascença clareavam os cabelos expondo-os ao sol, umedecidos com decocções de cinzas; o resultado era um loiro próximo ao ruivo. Nessa época, as condições de saneamento e higiene pessoal não acompanhavam a evolução da estética, pois o banho era desaconselhado e, como consequência, surgiram os perfumistas para atender a demanda das cortes europeias; o odor representava status e condição social (PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998; SOUZA, 2005).

Na Idade Moderna, período do advento do capitalismo, da descentralização de poder da Igreja e o auge das grandes navegações, a moral católica passa a ser menos forte. A medicina se fortaleceu, a culpa de se embelezar diminuiu e a moda tomou seus primeiros passos. Porém, a mudança de hábitos medievais só teve alterações a partir do século XIX, com água encanada e esgotos (PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998; FRANQUILINO, 2009). Diferentemente dos hábitos de higiene, a maquiagem e o embelezamento estavam em evidência. A farinha de trigo era utilizada como pó facial desde a decadência do Império Romano, no Medieval e na Renascença. Sob a corte de Luís XIV, a pele devia ser pálida com grossa camada de farinha e coloração avermelhada nas bochechas. As sombras, atualmente chamadas de bases, eram utilizadas como máscaras para fixação do pó e compostas por lanolina, cera de abelha, óleo de oliva e especialmente sebo animal. Indiferente de sexo ou idade, tudo se cobria com pó: corpo, rosto, cabelos, peruca (PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998).

Apenas no século XIX a higiene é enaltecida e o uso do sabonete passa se desenvolver consideravelmente. O uso de xampu, por chineses, é descrito na literatura no século XVIII (PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998). Com o desenvolver do pensamento científico e, principalmente, o declínio de monarquias, ocorreu a evolução da ciência e das indústrias, sendo essa a maior contribuição para os cosméticos. O século XIX é o início de como vemos o banho hoje em dia. O banho completo, para muitos europeus, ocorreu apenas no século XX e antes disso era muito comum que manuais de higiene fossem distribuídos (ASHENBURG, 2007).

Um maior consumo de cosméticos foi resultado da liberação feminina na Idade Contemporânea. Para suprir a necessidade de mercado, surgiram as indústrias fornecedoras de novas matérias-primas para cosméticos e, mundialmente, as indústrias de cosméticos passaram a fabricar uma grande variedade de produtos, que ao final do século XIX, se consolidaram no mercado (VIGLIOGLIA; RUBIN, 1991).

O século XX mostrava nos países mais desenvolvidos uma crescente produção de matérias primas e cosméticos, marcadamente após as duas guerras mundiais. No pós-guerra, há uma crescente preocupação com a beleza, com mulheres mais liberais e financeiramente autônomas. Em 1910, Helena Rubinstein abre, em Londres, o primeiro salão de beleza do mundo (COSMÉTICOS, 2001).

O cinema, a televisão e a maior velocidade entre as comunicações internacionais propiciaram, ao final do século XX, a consagração da ciência e da indústria cosmética. A indústria de cosméticos transformou-se em um fator econômico empresarial de grande importância (VIGLIOGLIA, RUBIN, 1991).

Nos anos 50, a política de incentivos traz para o Brasil gigantes como a Avon e a L'Oréal. Essas empresas lançam novidades como a venda direta e produtos para homens. A maquiagem básica compunha-se de pó-de-arroz e batom. Um creme para as mãos foi o primeiro lançamento de um produto cosmético com silicone, pela Avon (COSMÉTICOS, 2001).

As modernas tecnologias em produtos acabados, matérias-primas, embalagens, equipamentos industriais, entre outros, foram incorporados aos produtos cosméticos e, a partir de então, a pele humana passou a ser entendida e tratada como um órgão – órgão cutâneo – em função de sua biologia específica, com outras funções e propriedades cujas dimensões alcançam muito além do conceito de ser apenas uma barreira de proteção física (HEEMAN *et al.*, 2010).

Dessa forma, hoje existe o que se conhece por Indústria de Cosméticos. O consumo de cosméticos em âmbito mundial apresenta um crescimento constante e segue a evolução no setor de industrialização dos mesmos, pela modificação do comportamento humano, dos seus hábitos de usar cosméticos e por imposição das relações sociais.

4.2 SABONETE

Os sabonetes são sabões especiais feitos para serem utilizados na higienização do corpo humano, apresentando uma qualidade superior àquela desejada nos sabões para uso de limpeza doméstica ou de roupas, devido a qualidade da matéria prima utilizada na sua fabricação e do rigoroso controle no processo de fabricação. Sabões são o resultado da reação de compostos graxos com um álcali na presença de água, sendo um composto sólido e espumante que tem a capacidade de ajudar na limpeza de sujeiras (MERCADANTE, ASSUMPÇÃO, 2009).

Os sabões têm um uso amplo e tradicional em áreas da medicina e da farmácia, como produto de limpeza e como veículo para substâncias ativas. Dentre as características estão: a grande facilidade de limpeza na utilização, podendo ser completamente removidos mediante lavagem com água; facilidade de remoção completa com álcool, quando o uso de água não for possível ou aconselhável (RITTNER, 1995).

Com uma variedade imensa de tipos e fragrâncias, o sabonete tem papel fundamental na hora da higienização do corpo. Além de ser fundamental para a limpeza, melhora a qualidade e hidratação da pele.

4.2.1 O Uso e a História do Sabonete

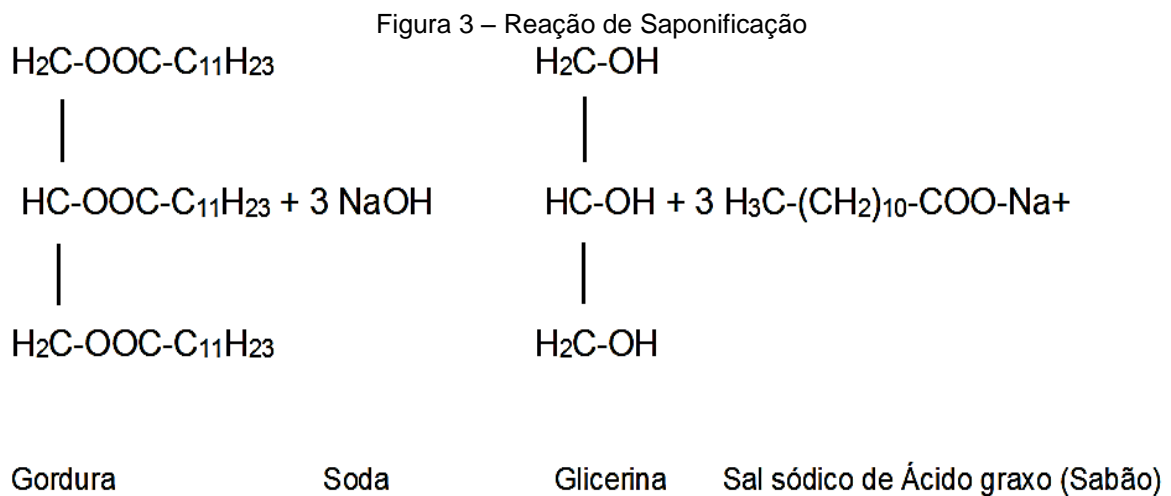
Os fenícios preparavam o sabão a partir do sebo de cabras e cinzas de madeira por volta do ano 600 a.C., o qual era às vezes usado como um artigo de escambo com os gauleses (UCHIMURA, 2007). Os germânicos dominavam a técnica de obtenção de sabões e, por volta do século I d.C., este produto era obtido em um processo rudimentar por fervura de sebo caprino com cinza de faia, processo este que lhe conferia um aspecto ruim (PAVIA *et al.*, 2009).

No século II d.C., o sabão é citado por escritos árabes como meio de limpeza, sendo os árabes os primeiros povos a criarem o sabão sólido e o processo de saponificação (UCHIMURA, 2007). Somente no século IX, foi vendido como produto de consumo na França, onde também surge, nesta época, mais especificadamente na cidade de Marselha, o primeiro sabão industrializado. Pouco tempo depois, na Itália, nas cidades de Savona, Veneza e Gênova surgem outras indústrias de sabão (PAVIA *et al.*, 2009).

Apenas no século XIX, a higiene é enaltecida e o uso do sabonete passa se desenvolver consideravelmente (PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998). A partir do século XIX, quando este começou a ser produzido em larga escala, realidade que permitiu a massificação de seu uso, destacando-se após 1878, quando foi lançado o primeiro sabonete pela empresa Procter & Gamble (GALEMBECK, CSORDAS, 2010).

4.2.2 Obtenção do Sabonete

Ésteres, como óleos e gorduras podem sofrer uma reação de hidrólise. Essa reação pode ocorrer de forma ácida ou básica. A hidrólise ácida tem como produto o glicerol e os ácidos graxos constituintes, já a hidrólise básica produz, além do glicerol, os sais dos ácidos graxos, conhecidos como sabão. Dessa forma, o sabão possui propriedades detergentes e é resultado da hidrólise básica de ácidos graxos, reação conhecida como reação de saponificação (Figura 3) (COSTA, 2015; PEYREFITTE, MARTINI, CHIVOT, 1998).



Fonte: Autoria própria (2018).

A reação de saponificação tem significativa sensibilidade a temperatura, demonstrando influência na velocidade da reação (MOREIRA, 2011). Com a mistura dos reagentes, há uma liberação de calor, manifestando assim o início da reação. Outra evidência do desenvolvimento da reação, é a mudança de coloração e a mudança na fase dentro do reator, da fase líquida para a fase sólida, o sabão (KUNZLER, SCHIRMANN, 2011).

Em vista disso, o sabonete tem como base o sabão, resultado da reação de saponificação de matérias saponificáveis, e matérias graxas para saponificação, juntamente com a adição de aditivos, coadjuvantes, extratos ou óleos essenciais. O sabonete tem sua produção dividida em duas etapas: saponificação e acabamento (BRT, 2007).

4.2.2.1 Matérias saponificáveis

As matérias saponificáveis são os ácidos graxos e podem ser de origem animal, como gorduras, ou de origem vegetal, como óleos. Entre as de origem animal, pode-se citar: sebo, gordura de osso e gordura de porco. As principais de origem vegetal são: óleo de coco, óleo de algodão, óleo de palma, azeite de oliva e de girassol (BRT, 2007).

4.2.2.2 Bases para saponificação

As matérias graxas para saponificação são as substâncias alcalinas que caracterizam a hidrólise básica. São utilizadas principalmente o hidróxido de sódio (NaOH) e o carbonato de potássio (K_2CO_3). O hidróxido de sódio é usado para produção de sabões sólidos e o carbonato de potássio para sabões em fase líquida. A função dessas matérias é proporcionar características tensoativas e de detergência, fornecendo a parte catiônica da molécula (BRT, 2007; COSTA, 2015).

4.2.2.3 Aditivos

Podem ser pigmentos ou argilas para dar cor ao sabonete, essências, agentes antioxidantes para evitar a oxidação e ácidos para reduzir/controlar o pH. Isto é, os aditivos possuem uma função determinada e são adicionados em pequenos volumes (COSTA, 2015).

4.2.2.4 Coadjuvantes

Os coadjuvantes são considerados substâncias que auxiliam no processo de fabricação. Dentre elas pode-se citar a água, o álcool, anuladores de íons metálicos e agentes clarificantes.

A água necessita estar isenta de bactérias e fungos, e não deve possuir uma concentração alta de cálcio, pois, nesse caso, haveria uma diminuição na formação de espumas do sabonete. O álcool não é um elemento obrigatório, mas quando utilizado tem por objetivo acelerar a reação, sendo necessária sua evaporação posterior. É necessário neutralizar os íons metálicos que podem estar presentes, para isso, são utilizados sais alcalinos como tripolifosfato de sódio, fosfato trissódico, pirofosfato de sódio e carbonato de sódio. O agente clarificador também não é essencial ao processo, porém se há o desejo de um produto clareado é necessário a adição de hipoclorito de sódio quando a massa estiver com temperatura menor de 40 °C (BRT, 2011; CASTRO, 2009).

4.2.2.5 Extratos e óleos essenciais

Esses extratos têm por finalidade principal proteger e hidratar a pele, e ação como agentes anti-inflamatório, antialérgico e adstringente, sendo importantes também na aromatização dos sabonetes, agindo como essências. Esses devem ser hidrossolúveis, ou seja, solúveis em água, para que sejam capazes de se misturar a base (COSTA,2015; BRT, 2011)

Os consumidores de cosméticos e produtos de higiene estão cada dia mais buscando produtos ecologicamente corretos (*eco friendly*). Ou seja, produtos com base integralmente vegetais, biodegradáveis e que não possuam em suas formulações matérias-primas de origem animal ou sintética (BARBIZAN *et al.*, 2013).

4.3 CREME HIDRATANTE CORPORAL

Os cremes hidratantes são dispersões de duas fases (oleosa e aquosa) utilizados para substituir óleos naturais da pele, produzir uma camada protetora calmante e retardar a evaporação da umidade da pele preservando sua hidratação e aparência (Sebrae, 2010; LYNDE, 2001).

O produto é constituído basicamente de substâncias oclusivas, umectantes, antioxidantes, conservantes, emulsionantes, perfumantes (essências) e água. As substâncias oclusivas atuam como emolientes, suavizando a pele e formando uma camada que dificulta a evaporação da água. Já os umectantes são responsáveis por reter a água na superfície da pele (efeito hidratante) (LYNDE, 2001). Os conservantes e antioxidantes são responsáveis por estabilizar as reações biológicas e de oxidação, enquanto a essência fornece o aroma característico. O emulsionante é empregado para garantir a formação de um sistema homogêneo, tendo a água como veículo de emulsão (Sebrae, 2010).

A fabricação do hidratante se inicia com o preparo das fases aquosa e oleosa. Esse processo ocorre separadamente e a 80 °C. O próximo passo consiste na mistura e homogeneização das fases. Nessa etapa, ocorre o choque e formação do creme, sendo necessário a aplicação de uma agitação rápida durante um curto período de tempo. Após a formação do creme, o produto é resfriado a 15 °C e mantido em agitação lenta. Durante essa etapa de resfriamento, a essência, conservante e antioxidante são adicionadas (por volta de 35 °C) (RASCHE, JUNQUEIRA, 2014; ABIHPEC, 2018; TRINDADE, 2016).

4.4 ÁGUA FLORAL

Água floral, também conhecida, como hidrolato ou hidrossol, é um subproduto da obtenção de óleos essenciais por destilação. Nesse processo, o vapor d'água passa através das plantas ocasionando o rompimento das glândulas que contêm o óleo essencial. Assim, o vapor arrasta consigo esse óleo. Em seguida, a mistura de vapor e óleo é condensada e, devido à diferença de polaridade, esse processo resulta em duas fases: óleo essencial e água floral (MIRELLE, 2017).

Um verdadeiro hidrolato resulta somente do processo de destilação. Durante o processo, o vapor absorve os elementos presentes no óleo essencial, bem como outros compostos solúveis em água que não fazem parte da composição do óleo. Assim, não é possível obter um hidrolato apenas misturando óleo essencial e água (SCHOPPAN, 2016).

O hidrossol contém cerca de 0,002% da concentração do óleo essencial. Por ser um produto menos concentrado, seu uso é mais simples (MIRELLE, 2017). A água floral possui diversas aplicações, como, por exemplo, spray refrescante, lavagem

bucal e gargarejo, base para perfumes, repelente de insetos, perfume de roupas, limpeza e hidratação da pele, entre outros (OSHADHI, 2017).

Para ser considerado um hidrolato verdadeiro, além de ser obrigatoriamente proveniente da destilação, não se pode adicionar qualquer substância ao produto obtido (OSHADHI, 2017).

4.5 CAMOMILA

O conhecimento da ligação entre ervas e a saúde humana tem sido documentado há milhares de anos. Essa interação se deve à presença de compostos com princípios ativos presentes nas plantas medicinais e que trazem benefícios à saúde, podendo também atuar no tratamento de diversas doenças. Uma das plantas medicinais mais antigas e populares é a Camomila (GUPTA, 2010; SUFRAMA, 2003).

A *Matricaria chamomilla* L., popularmente conhecida como camomila-alemã, é uma planta herbácea, aromática e de ciclo anual. Pertencente à família *Asteraceae*, é reconhecida por suas flores tubulosas, com características amarelas rodeadas de flores liguladas brancas, como pode ser visto na Figura 4. Suas inflorescências possuem odor aromático, levemente doce, prazeroso e com sabor ligeiramente amargo (MS, 2015; HARTMANN; ONOFRE, 2010). De clima temperado, a planta pode chegar a um metro de altura e tem origem nos campos da Ásia Ocidental e sul da Europa (MS, 2015; BEZERRA, 2009; HARTMANN; ONOFRE, 2010). Introduzida no Brasil pela região sul, destaca-se o estado do Paraná como grande produtor, especialmente a região metropolitana de Curitiba (PEREIRA, MIGUEL, MIGUEL, 2005; LEITE, 2012).

Figura 4 – Flores da Camomila



Fonte: Onespa (2018).

A palavra *Matricária* deriva do latim “*mater*” ou “*matriz*”, que significa útero, por suas propriedades serem eficientes contra doenças femininas. Cercada de misticismo, as propriedades da camomila geraram inúmeras crenças ao longo dos anos. Os egípcios a adoravam e a dedicavam ao Sol, enquanto os povos Anglo-saxônicos acreditavam terem sido presenteados por Deus (SINGH *et al.*, 2011). Historicamente utilizada como anti-inflamatório, agente antioxidante e adstringente curativo, a camomila apresenta também propriedades calmantes, reduzindo a ansiedade e histeria, contribuindo para problemas relacionados ao sono, como insônia (GUPTA, 2010).

Com inúmeras aplicações, essa planta medicinal pode ser empregada como agente curativo de feridas, contusões, aftas, mastites, neuralgia e dor reumática. Também pode ser usada como tratamento para infecções de olhos e ouvidos, catapora, distúrbios nos olhos, assaduras, inflamações, cólicas e febre em crianças (GUPTA, 2010).

Habilmente aplicada em inflamações e infecções de pele, cavidade oral e sistema respiratório, também é reconhecida por seu potencial aditivo para banho, com efeitos calmantes e suavizantes para pele (GUPTA, 2010). Apesar dos usos medicinais, o óleo extraído da camomila é abundantemente usado na indústria de perfumaria, aromaterapia, alimentícia e cosméticos (SINGH *et al.*, 2011).

4.5.1 Óleo Essencial da Camomila

Óleos essenciais ou óleos voláteis são compostos aromáticos constituídos por um conjunto de substâncias voláteis lipofílicas, em sua maioria, fragrante e em estado líquido. Podem ser encontrados e extraídos de todos os elementos de plantas aromáticas, de folhas, flores e até de raízes e caules (TRANCOSO, 2018; SIMÕES *et al.*, 2003). O termo surgiu durante o período da Renascença, em que, Paracelso acreditava serem a quintessência para a cura, “a alma da planta” (SILVA, 1998).

Com considerada relevância no mercado econômico por estarem presentes em diversas áreas da indústria, os óleos essenciais são utilizados para produção de cosméticos em razão das suas propriedades medicinais, conhecidas pela medicina popular e comprovadas pela ciência (STEFFENS, 2010). A atuação de suas propriedades, medicinais e cosméticas variam com a concentração dos compostos presentes (LEITE, 2012).

O conhecimento das diversas características presentes nos óleos essenciais vem de milhares de anos. Na China, Índia e Oriente Médio eram encontrados na culinária, cultos religiosos, medicina e cosméticos. No Egito, era usado também no processo de mumificação pela sua ação aromatizante (LUPE, 2007). Esse conhecimento fitoterápico clássico vem sendo visado pela indústria de cosméticos atual para formulações de produtos para hidratação e relaxamento de pele e cabelo (LUPE, 2007).

O óleo essencial proveniente das flores da camomila varia de 0,24% a 2% e possui coloração azul. Esse óleo tem em sua composição cerca de 8% de flavonóis (luteolina, quercetina, isohamnetina) e glicosídeos flavônicos (apigenina, apigenina 7-glicosídeo e derivados), 0,3% de colina, em torno de 0,1% de cumarinas (umbeliferona e herniarina) e menos de 1% de taninos. Destaca-se a presença de dois compostos: o alfa-bisabolol e o camazuleno, presentes em 50% a 65% da composição total (HERNÁNDEZ-CERUELOS, MADRIGAL-BUJAJIDAR, LA CRUZ, 2002; BEZERRA, 2009).

O composto alfa-bisabolol contém propriedades anti-irritante, antimicrobiana e anti-inflamatória e por isso vem sendo aplicado em uma gama de produtos dermatológicos e cosméticos, como loções corporais, pós-sol e cremes para bebês (DARRA *et al.*, 2008).

4.5.1.1 Processo de obtenção

Existem diversos métodos de extração para obter óleos essenciais de plantas aromáticas, frutas e sementes. A eficiência da extração depende do componente a ser extraído, da localização do mesmo na matriz e da natureza da matriz vegetal (MUSTAFA, TURNER, 2011). Os métodos mais comuns são hidrodestilação, destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e prensagem (STEFFANI, 2003). No entanto, devido à sensibilidade térmica e vulnerabilidade às mudanças químicas desses óleos, bem como o aumento dos preços da energia e a necessidade de redução das emissões de CO₂, fez-se necessário o desenvolvimento e utilização de técnicas de extração que visem reduzir e/ou eliminar o consumo de energia e solventes (LUCCHESI, CHEMAT, SMADJA, 2004; CHEMAT *et al.*, 2015; MUSTAFA, TURNER, 2011). Essas técnicas se enquadram no conceito de extração verde.

Pode-se citar como métodos de extração verde aqueles que utilizam fluido supercrítico, micro-ondas sem solvente, líquido pressurizado, entre outros. Além dessas técnicas, existem outras que podem ser utilizadas em combinação com métodos convencionais para melhorar o processo de extração, diminuindo, por exemplo, o tempo de extração, quantidade de solvente e energia utilizada. Ultrassom e campo elétrico pulsado são algumas das técnicas auxiliares (CHEMAT *et al.*, 2015; CHEMAT *et al.*, 2017).

4.5.1.1.1 Prensagem

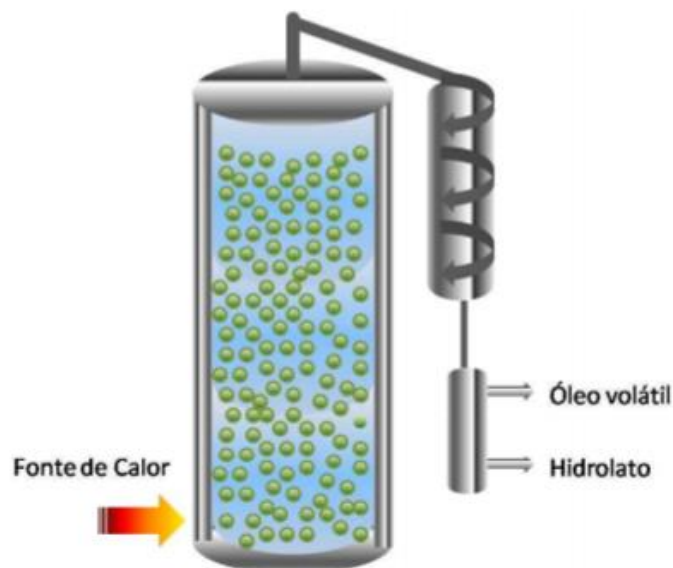
A prensagem baseia-se em colocar os frutos inteiros em uma prensa, obtendo o suco e o óleo presente na casca. Em seguida, o óleo é separado da emulsão formada com a água por meio de decantação, centrifugação ou destilação fracionada (LASZLO, 2001; SILVEIRA *et al.*, 2012).

É uma técnica aplicada para extração dos óleos voláteis de frutos cítricos, como, por exemplo, bergamota, limão e laranja (SILVEIRA *et al.*, 2012). No entanto, é majoritariamente empregada no setor de alimentos, como por exemplo: extração de suco de uvas, frutas e tomates; extração do óleo de azeitonas, manteiga de cacau e sementes oleaginosas; concentração de matéria seca (polpas de açúcar, lodo, etc) e separação do soro da coalhada na fabricação do queijo (CHEMAT *et al.*, 2015).

4.5.1.1.2 Hidrodestilação (HD)

A hidrodestilação consiste em colocar a matéria-prima em contato direto com a água em ebulição, ou seja, o material vegetal fica imerso em água dentro do extrator (LEAL, 2008). O vapor liberado pressiona as paredes celulares fazendo com que elas se abram e o óleo, que está livre entre as células, seja evaporado. O vapor que deixa a coluna, composto por uma mistura de óleo e água, é resfriado em um condensador e, devido a imiscibilidade dos componentes, duas fases líquidas são formadas, podendo ser facilmente separadas (TNAU, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2012; SARTOR, 2009). Um esquema do extrator é representado pela Figura 5.

Figura 5 – Hidrodestilação



Fonte: Leal (2008).

Esse método de destilação é antigo e muito versátil, tendo sua utilização recomendada para matérias-primas que não são facilmente destiladas com a metodologia de arraste a vapor (LEAL, 2008). No entanto, não é o mais eficiente, pois pode promover a degradação de alguns compostos do óleo essencial, devido ao longo período de tempo no qual a matéria vegetal permanece em contato direto com a água quente (SERAFINI *et al.*, 2002).

Segundo TNAU (2018), esse método de destilação é lento, comparado a destilação por arraste a vapor. Ademais, componentes oxigenados presentes no óleo tendem a se dissolver na água parada, tornando a remoção completa por destilação

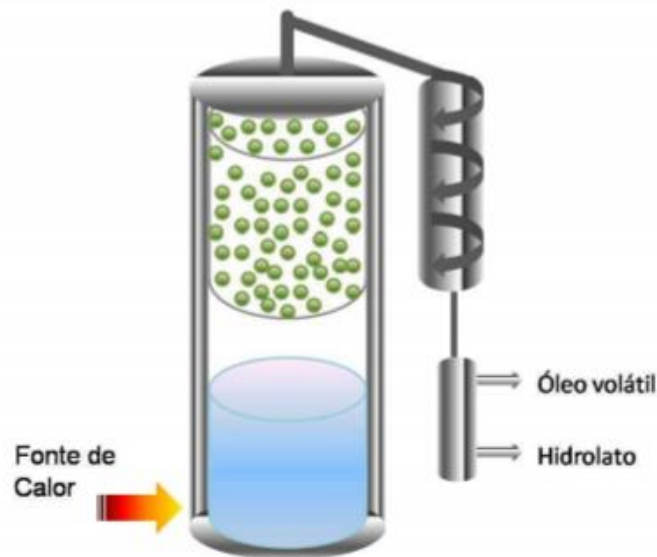
impossível. Tendo em vista essas desvantagens, essa técnica é empregada em pequena escala.

4.5.1.1.3 Destilação por arraste a vapor (*Steam Distillation – SD*)

Na destilação por arraste a vapor, diferentemente da hidrodestilação, a matéria-prima não fica imersa em água (BOUSBIA *et al.*, 2009). Nesse processo, o vapor pode ser gerado em uma caldeira ou dentro do extrator, enquanto, o material vegetal é suspenso em uma grade sem contato com a água (TNAU, 2018). O vapor percola através da matriz vegetal, arrastando o óleo essencial e, assim como na hidrodestilação, o vapor é condensado e as fases formadas são separadas por decantação (BOUTEKEDJIRET *et al.*, 2003).

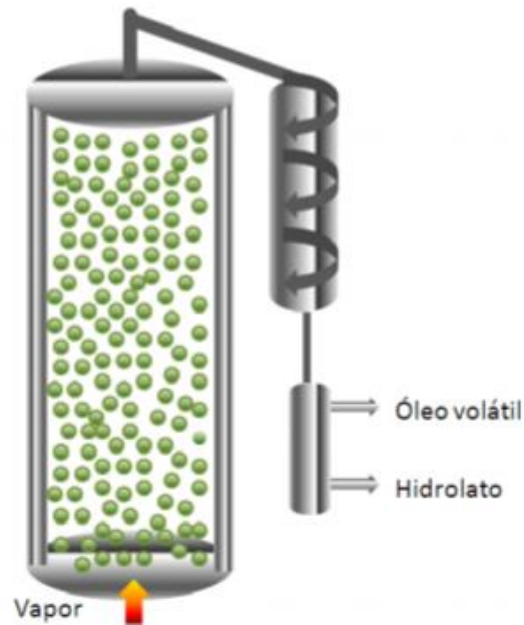
As Figuras 6 e 7 mostram esquemas de destilação por arraste a vapor com geração interna e externa de vapor.

Figura 6 – Geração interna de vapor



Fonte: Leal (2008).

Figura 7 – Geração externa de vapor



Fonte: Leal (2008).

Quando o vapor é gerado externamente por uma caldeira, é possível controlar mais facilmente a pressão e vazão do vapor. Um vapor com baixa pressão (geração interna), aumenta o tempo de destilação, pois é necessária maior quantidade de vapor para evaporar óleos com elevado ponto de ebulição (TNAU, 2018).

Esse processo é simples e seguro (SARTOR, 2009) e baseia-se na diferença de volatilidade de determinados compostos existentes no material vegetal, sendo utilizado para matérias-primas sensíveis à temperatura (STEFFANI, 2003). Como a água não permanece em contato com a matriz vegetal, esta não é aquecida a temperaturas superiores a 100 °C e, por consequência, não provoca a decomposição térmica dos constituintes do óleo essencial (TNAU, 2018).

Destilação por arraste a vapor é o método mais utilizado na indústria. Isso se deve a sua simplicidade e economia, pois possibilita o processamento de grandes quantidades de matéria-prima de uma única vez e em menor tempo, produzindo um óleo de alta qualidade sem agredir o meio ambiente (ROMDHANE, TIZAOUI, 2005; SARTOR, 2009). Contudo, comparado à hidrodestilação, é necessário um investimento maior para estabelecer o processo (TNAU, 2018).

4.5.1.1.4 *Extração com solventes orgânicos*

Esse processo baseia-se na transferência de compostos presentes no material vegetal para o solvente orgânico. A matriz vegetal é colocada em contato com um solvente orgânico até que a transferência do óleo essencial ocorra. Em seguida, para obter o óleo, evapora-se o solvente (STEFFANI, 2003).

Nesse método, são utilizados solventes, preferencialmente, apolares para extrair óleos voláteis, ou seja, óleos instáveis que não suportam o aumento de temperatura (LASZLO, 2001). Entre esses solventes, tem-se hexano, benzeno, metanol, etanol, propanol, pentano, acetona e solventes clorados (FILIPPIS, 2001).

Para aplicar um solvente a esse processo, ele deve apresentar seletividade, baixa temperatura de ebulição, baixo custo e ser quimicamente inerte. Além disso, deve-se assegurar que o solvente não provocará reações secundárias no óleo, afetando negativamente a qualidade do mesmo (SILVEIRA *et al.*, 2012).

A desvantagem da utilização de solventes orgânicos envolve a extração de compostos não voláteis e a remoção de todo solvente residual. Além do óleo essencial, o solvente também remove ceras e pigmentos da matriz vegetal, que acabam por contaminar o óleo (BIASI, DESCHAMPS, 2009). Já a remoção de todo solvente residual envolve muita energia e necessidade de alto custo de investimentos em equipamentos. Além disso, a presença de solvente residual no óleo pode ocasionar transformações químicas nas moléculas e provocar efeitos tóxicos nos consumidores (SARTOR, 2009).

4.5.1.1.5 *Extração por fluido supercrítico (Supercritical Fluid Extraxtion – SFE)*

A extração com fluido supercrítico baseia-se no equilíbrio e nas propriedades físico-químicas desses fluidos, tal como, elevado poder de solvatação, elevado coeficiente de difusão, baixa viscosidade e baixa tensão superficial (LEAL, 2008).

Esse método utiliza como solvente um fluido a pressão e temperatura próximas ou acima do ponto crítico (LEAL, 2008). Nesse estado, o fluido apresenta características semelhantes tanto de líquidos, quanto de gases, fazendo com que este possa ser empregado na extração de solutos a partir de matrizes sólidas e que o rendimento do processo seja maior (SARTOR, 2009; DONELIAN *et al.*, 2009).

Diversas substâncias podem ser aplicadas no processo, tais como dióxido de carbono, metano, etano e etileno. O dióxido de carbono é o mais utilizado, pois possui baixa pressão e temperatura crítica (condições fáceis de serem alcançadas), apresenta elevada volatilidade (facilita a separação do soluto), possui um custo relativamente baixo, é inerte, atóxico e não inflamável (BOUSBIA *et al.*, 2009; STEFFANI, 2003).

No caso em que o dióxido de carbono é empregado, após ser colocado em contato com o material vegetal e extrair o óleo essencial, o fluido em questão é expandido para pressão ambiente e retorna ao estado gasoso. Assim, ao final do processo, resta apenas o óleo essencial com elevada qualidade e pureza (WENQIANG *et al.*, 2007; LASZLO, 2001; SILVEIRA *et al.*, 2012).

Entre as vantagens da extração com fluidos supercríticos, pode-se citar a possibilidade de extração de componentes termicamente sensíveis sem provocar a degradação dos mesmos (SILVEIRA *et al.*, 2012). Além disso, trata-se de uma tecnologia limpa, enquadrando-se no conceito de “indústria verde”, devido a utilização de solventes menos tóxicos ou atóxicos (LEAL, 2008). Entretanto, como desvantagem, destaca-se o elevado grau de periculosidade da técnica, em virtude das altas pressões utilizadas; as emissões de dióxido de carbono para atmosfera; os altos custos de instalação, operação e manutenção restringem a implantação do processo em escala industrial (SERAFINI *et al.*, 2002; SARTOR, 2009).

4.5.1.1.6 *Extração por micro-ondas sem solvente (Solvent-free Microwave Extraction – SFME)*

O processo de extração de micro-ondas sem solvente consiste na combinação de aquecimento por micro-ondas e destilação realizado à pressão atmosférica (LUCCHESIE *et al.*, 2007; BAYRAMOGLU, SAHIN, SUMNU, 2008).

O aquecimento por micro-ondas deve-se a dissipação das ondas eletromagnéticas. Quando a matriz vegetal é submetida a um campo de micro-ondas, as moléculas da matriz passam mais tempo orientando-se na direção do campo elétrico. Quando esse campo é removido, as moléculas voltam a um estado desordenado, provocando a liberação de energia térmica (CHEMAT *et al.*, 2015). O aquecimento da água *in situ* dentro da matriz distende as células, provocando a ruptura das glândulas e dos recipientes oleíferos. Assim, o óleo essencial é arrastado

pelo vapor d'água formado. A mistura de vapor d'água e óleo segue para um sistema de refrigeração que condensa o destilado. O excesso de água pode ser refluído para o recipiente de extração com o intuito de devolver a água *in situ* para a matriz (LUCCHESIE, CHEMAT, SMADJA, 2004).

A SFME é uma tecnologia sustentável, pois além de não empregar solventes, rejeita menos dióxido de carbono na atmosfera em comparação com a hidrodestilação (200g de CO₂ por grama de óleo essencial e 3600 g de CO₂ por grama de óleo essencial, respectivamente) (LUCCHESI, CHEMAT, SMADJA, 2004). Adicionalmente, o método apresenta alta reprodutibilidade e menor tempo de extração, gerando uma redução do consumo de energia e do custo total do processo (CHEMAT *et al.*, 2015; FILLY *et al.*, 2014).

Segundo Chemat *et al.* (2015), comparando com a hidrodestilação convencional, os rendimentos de óleo essencial obtido por ambas as técnicas são iguais. Contudo, os óleos obtidos por meio da SFME apresentam maiores quantidade de compostos oxigenados. Esses compostos são altamente odoríferos, contribuindo para fragrância do óleo, e conseqüentemente, são mais valiosos (FILLY *et al.*, 2014).

Além de ser um processo completo de extração, o uso de micro-ondas pode destinar-se a acelerar outros métodos de extração, como por exemplo, destilação por arraste a vapor (CHEMAT *et al.*, 2006).

O método tradicional de SFME necessita que os materiais vegetais tenham uma umidade inicial mínima de 60%. No entanto, estudos realizados com sementes de cominho mostraram que a extração do óleo essencial por micro-ondas pode ser realizada em material vegetal seco (FARHAT *et al.*, 2010).

4.6 COSMETOLOGIA VERDE

A química verde tem como objetivo o desenvolvimento sustentável, tendo como preceitos o uso de matérias-primas renováveis, emprego de produtos com baixo impacto ambiental e sem efeitos nocivos aos seres humanos, desenvolvimento de processos com alto nível de segurança e níveis muito baixos de toxicidade e desperdício, redução do número de etapas do processo, diminuição do consumo de solventes e energia. Entende-se por indústria verde, a indústria que respeita e desempenha suas atividades de acordo com esses princípios (PHILIPPE, DIDILLON, GILBERT, 2012).

Desde a década de 1970, além dos cuidados com o corpo e a pele, os consumidores começaram a valorizar o consumo sustentável, ou seja, a obtenção de produtos desenvolvidos e produzidos de forma ecologicamente correta, que minimizassem os danos causados ao meio ambiente e à saúde humana. Nesse contexto, surgiu o termo cosmetologia verde (TOZZO, BARTONCELLO, BENDER, 2012).

Segundo o Portal eCycle, de modo geral, esse ramo da indústria cosmética é dividido em natural, à base de produtos naturais e orgânico. Para ser considerado natural, o produto deve possuir matérias-primas naturais e não deve conter aditivos químicos. Os cosméticos à base de produtos naturais são produzidos de forma convencional e possuem uma porcentagem de ingredientes naturais em sua composição. Já os orgânicos, se enquadram dentro do conceito natural, mas sua produção visa a conservação dos recursos naturais e suas matérias-primas devem provir da agricultura orgânica (NAKAYAMA, 2018).

Com o nascimento desse novo segmento cosmético, algumas empresas começaram a realizar certificações do processo, com o objetivo de garantir um produto mais confiável ao consumidor final. Segundo Lyrio *et al.* (2011), essas certificações verificam os insumos utilizados, os processos de produção, o armazenamento das matérias primas, as embalagens, os rótulos, as instalações, a utilização de recursos energéticos e o tratamento de resíduos.

No Brasil, a indústria de cosméticos verdes segue as classificações e normas emitidos pela Ecocert (órgão fundado na França) e pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento (IBD), pois a ANVISA não reconhece os conceitos desses produtos e, portanto, não valida os registros (TOZZO, BARTONCELLO, BENDER, 2012).

A Ecocert determina que o cosmético orgânico e natural tenha (incluindo a água) no mínimo 95% (m/m) de ingredientes vegetais provenientes da produção orgânica sobre o total de ingredientes vegetais e, no produto acabado, no mínimo 10% (m/m) dos ingredientes certificados orgânicos sobre o total dos ingredientes. Para ser classificado como natural, o produto deve conter no mínimo 50% (m/m) de ingredientes vegetais provenientes da produção orgânica sobre o total de ingredientes vegetais e, no produto acabado, no mínimo 5% (m/m) dos ingredientes certificados orgânicos sobre o total dos ingredientes. Além de se enquadrar em umas dessas classificações, para obter o certificado, o produto não pode possuir ingredientes contaminados, receber tratamentos ionizantes, gerar a formação de nitrosaminas,

conter organismos geneticamente modificados (OGM) ou ser testado em animais. Ademais, a produção deve obedecer a uma lista de ingrediente e processos proibidos (ECOCERT, 2011).

A Figura 8 apresenta as regras estabelecidas pela Ecocert sobre a proporção dos ingredientes no produto acabado.

Figura 8 – Regras sobre a proporção dos ingredientes no produto acabado

COMPOSIÇÃO DE UM PRODUTO CERTIFICADO		
Regras gerais		Σ % dos ingredientes de origem natural > 95% Portanto Σ % des ingrédients de synthèse < 5%
Dois selos	COSMÉTICO NATURAL	$\frac{\Sigma \% \text{ orgânicos dos ingredientes vegetais e de origem vegetal}}{\Sigma \% \text{ vegetais dos ingredientes vegetais e de origem vegetal}} > 50\%$
		$\frac{\Sigma \% \text{ dos ingredientes certificados orgânicos}}{\text{Total dos ingredientes}} > 5\%$
	COSMÉTICO ORGÂNICO E NATURAL	$\frac{\Sigma \% \text{ orgânicos dos ingredientes vegetais e de origem vegetal}}{\Sigma \% \text{ végetais dos ingredientes vegetais e de origem vegetal}} > 95\%$
		$\frac{\Sigma \% \text{ dos ingredientes certificados orgânicos}}{\text{Total dos ingredientes}} > 10\%$

Fonte: ECOCERT (2011).

O Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento certifica como orgânico o produto que contenha (desconsiderando a água e o sal) um mínimo de 20% de substâncias naturais não modificadas quimicamente e um máximo de 15% de substâncias naturais derivadas, sendo que pelo menos 95% de ingredientes naturais venham de manejo orgânico. Para produtos naturais com porção orgânica, mínimo de 15% de substâncias naturais não modificadas e um máximo de 15% de substâncias naturais derivadas, sendo que pelo menos 70% de ingredientes naturais venham de manejo orgânico. Um cosmético pode ser classificado como natural, se possuir ingredientes naturais e/ou ingredientes permitidos para formulações naturais. Para obter a certificação, além de se enquadrar em uma dessas classificações, o produto não pode ser testado em animais, conter ingredientes geneticamente modificados, corantes sintéticos, fragrâncias sintéticas, polietilenoglicóis, quaternários de amônio, silicones, conservantes sintéticos, dietanolaminas e derivados de petróleo (IBD, 2013).

5 ANÁLISE DE MERCADO

5.1 CENÁRIO MUNDIAL E NACIONAL

A indústria de cosméticos é um dos segmentos mais importantes da indústria química no mundo, devido ao seu elevado índice de desenvolvimento, sua ampla escala e forte inovação (ABC, 2017).

Recentemente, esse setor começou a passar por um intenso processo de globalização e mudança nos aspectos territoriais. Apesar do continente europeu ainda ser o maior mercado mundial de cosméticos, em virtude das intensas taxas de desenvolvimento econômico, a região da Ásia-Pacífico passou a apresentar uma participação mais significativa nesse mercado. Nesse contexto, observou-se também um aumento da demanda de cosméticos e produtos de higiene pessoal no Oriente Médio (ABC, 2017; Cosmetic Innovation, 2018).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) (2018), os dez maiores consumidores de produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) são: Estados Unidos, China, Japão, Brasil, Alemanha, Reino Unido, França, Índia, Coreia do Sul e Itália, respectivamente.

No âmbito nacional, em um espaço de 20 anos, houve um crescimento médio próximo a 11,4% ao ano, passando de um faturamento *ex-factory* (líquido de imposto sobre vendas) de R\$ 4,9 bilhões, em 1996, para R\$ 42,6 bilhões em 2015 (ABIHPEC, 2017).

No Brasil, em 2018, havia 2718 empresas regularizadas na ANVISA, concentradas na região sudeste, em sua maioria. De todas as empresas, 15 são de grande porte, representando 75% do faturamento total do setor (ABIHPEC, 2018).

A atividade do setor de HPPC pode ser avaliada pelo faturamento da indústria nacional e pelo total de vendas ao consumidor (ABIHPEC, Sebrae, 2018). No Brasil, entre os anos de 2008 e 2014, a indústria do segmento apresentou um crescimento ativo, sempre maior ou igual ao Produto Interno Bruto (PIB). O auge desse avanço ocorreu em 2010, com um crescimento de 10,5% (ABIHPEC, 2018). Entretanto, em 2015 e 2016, o desempenho do setor sofreu uma forte queda, devido à crise econômica vivida pelo país. Nesse contexto, o Brasil, que antes ocupava o posto de

terceiro maior consumidor de HPPC, caiu para a quarta posição (BABADOBULOS, 2018).

Após dois anos de queda, em virtude da valorização da moeda nacional aliada com a melhora do mercado interno, o setor de HPPC voltou a crescer em 2017 (ORTEGA, 2018). Naquele ano, segundo o Panorama do Setor elaborado pela ABIHPEC, a receita cresceu 2,8%, descontados impostos e inflação. Contudo, esse crescimento não foi suficiente para neutralizar as perdas dos anos anteriores.

Para 2018, previu-se uma recuperação lenta nos preços, pois o poder de compra dos brasileiros ainda estava reduzido. De acordo com o presidente-executivo da ABIHPEC, João Carlos Basílio:

O resultado de 2017 não foi suficiente para neutralizar as perdas do biênio 2015/16. Neste ano, a perspectiva de crescimento é de 1,5% a 2%. Apesar de dificuldades como a greve dos caminhoneiros, tabelamento do frete e variação cambial, há um esforço contínuo de toda a indústria para superar essas barreiras (CASARIN, 2018).

Com o intuito de superar a queda do setor, as marcas estão focando em nichos, ou seja, escolhendo um público e desenvolvendo produtos especializados. Nesse cenário, as pequenas e médias empresas possuem mais chances de se sobressair (RIBEIRO JUNIOR, 2018).

A beleza verde, que engloba produtos orgânicos, naturais e práticas que respeitam a natureza, é um exemplo de mercado mais especializado. No Brasil, esses produtos devem apresentar um crescimento de até 10% nos próximos cinco anos (ONB, 2019).

5.1.1 Tendência de Mercado

A ABIHPEC, em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), elaborou um Caderno de Tendências 2019-2020, com o objetivo de abordar as transformações internas e externas do mercado de HPPC, buscando auxiliar micro, pequenas e médias empresas que geralmente tem menos acesso a esses estudos.

Dentre as maiores tendências, pode-se citar: fluidez de gênero, sustentabilidade, produção local, defesa de causas sociais e ambientais, foco na saúde e bem-estar, entre outros.

5.1.1.1 Fluidez de gênero

Com intenso debate sobre a questão de gênero em diversas esferas da sociedade, as pessoas passaram a querer ser tratadas e reconhecidas por serem quem são e não pelo gênero feminino ou masculino. Assim, produtos que não sejam destinados especificamente a um gênero agradam mais os consumidores (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.2 A voz dos *Millennials* e da Geração Z

No Brasil, os *Millennials*, ou a Geração Y (pessoas nascidas entre 1980 e meados 1990), correspondem a 25% da população, enquanto a Geração Z (pessoas nascidas no final da década de 1990 até 2010) representa 16,6%. Essas gerações sumarizam, aproximadamente, 80 milhões de pessoas e serão responsáveis por determinar o rumo e desempenho do mercado consumidor nos próximos anos. Dessa maneira, é importante estar atento as preferências e comportamentos desse público, visto que a melhor idade para gerar fidelidade é entre os 18 e 34 anos (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.3 Sustentabilidade, beleza com foco em ingredientes de origem natural e produção local

Há uma crescente valorização de questões ambientais, sustentabilidade, bem-estar animal, produção mais amiga do planeta e práticas trabalhistas. Dessa forma, os consumidores têm buscado por bons produtos e marcas que transmitam esses princípios. Isso estimula a indústria a utilizar mais ingredientes de origem natural, desenvolver processos que gerem menos impacto ambiental e extinguir os testes em animais. Existe também um aumento da procura por produtos de origem local. Isso ocorre, pois, os consumidores estão interessados em produtos que reflitam quem eles são e onde vivem (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.4 *Self-care* e preferência pelo melhor

O aumento no ritmo do mundo globalizado atual acarreta cada vez mais na busca por um melhor estilo de vida e essa tendência se reflete em produtos de cuidados pessoais. A preocupação em melhorar o bem-estar e possuir uma vida mais saudável estão levando os consumidores a procurarem por produtos que reflitam seu pensamento e tragam a satisfação que procuram. A ideia de querer e merecer somente o melhor não se limita ao produto em si, mas também às empresas. Valores éticos, consciência ecológica, formulações e ingredientes exclusivos, menores impactos ambientais, representam características cada vez mais visadas pela população. Dessa forma, essa tendência vem crescendo no mercado, os consumidores estão dispostos a pagarem um valor mais alto por produtos que cumprem com aquilo que é desejado de forma excepcional (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.5 Sabonete: hidratação é a chave

Uma das grandes tendências para os sabonetes é o alto poder umectante, que mantém e retém a umidade da pele. Essa característica vem crescendo devido ao desejo de uma pele sedosa e bem cuidada, independente das variações climáticas ou das condições do ar, por exemplo. Para o sabonete em barra, essa característica pode ser adquirida utilizando como base óleos vegetais (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.6 Sono regenerador

O sono é de extrema importância para o bem-estar e para a saúde, e sua falta ou a sua má qualidade pode causar além de cansaço, problemas de memória e aprendizado, queda no sistema imunológico, podendo contribuir para o desenvolvimento de diabetes, obesidade e até depressão. Dessa forma, as empresas de cosméticos e produtos de higiene pessoal viram uma oportunidade na busca pela melhor qualidade do sono. Produtos que possuem em sua formulação ingredientes calmantes e relaxantes usados de forma a potencializar seus efeitos podem ajudar nos problemas com o sono e, assim, conquistar os consumidores (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.1.1.7 Experiências e tendências para os canais de venda

Os produtos de cosméticos e higiene pessoal são adquiridos atualmente em sua maioria nos supermercados, venda direta, lojas especializadas, farmácias e drogarias. Porém, com o avanço da internet, mecanismos de venda como *e-commerce* e *social commerce* vêm demonstrando intenso crescimento. O *e-commerce* é o comércio eletrônico, ou seja, oferta de produtos através da internet e se mostra mais atrativo devido a flexibilidade de compra, podendo ser realizada em qualquer local, devido à ampla rede de entrega. Normalmente tem preço mais baixo, apresenta muitas promoções e possui uma enorme variedade de produtos. *Social commerce* é o comércio pelas redes sociais, essa tendência é justificada, pois além de grande parte da população possuir rede social, o tempo de navegação é grande. Essa é uma ligação com uma forma de *marketing* do produto. Se uma pessoa tem uma boa experiência com o produto, ela não somente vai virar cliente, como também vai comentar e recomendar o produto. A melhor propaganda é o próprio consumidor e o meio digital potencializa essa experiência (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

É possível a via multicanal, em que os produtos podem estar disponíveis em mais de um canal de venda, conseguindo dessa forma agregar benefícios, atingir mais clientes e, conseqüentemente, aumentar a demanda e o sucesso da empresa (ABIHPEC, Sebrae, 2018).

5.2 PÚBLICO ALVO

A Verde.Ser deseja proporcionar aos seus clientes saúde e bem-estar dispondo de produtos qualidade. Logo, qualquer pessoa, seja do sexo feminino ou masculino, que encontrar em nossos produtos a satisfação que procura será considerado público para empresa. Todavia, baseando-se no Caderno de Tendência 2019-2020 elaborado pela ABIHPEC em parceria com o Sebrae, é esperado como público-alvo pessoas entre 18 e 34 anos, por possuírem poder de compra e devido ao crescimento da consciência ecológica e atenção com a saúde encontrados nessa faixa etária. Devido ao diferencial de nossos produtos, espera-se atingir em sua maioria pessoas de Classe A e B.

Em relação as regiões de comercialização dos produtos, a Verde.Ser focará nas regiões Sudeste (principalmente, São Paulo e Rio de Janeiro) e Sul (principalmente, região metropolitana de Curitiba e litorânea de Santa Catarina), pois são as localidades com maior público para os nossos produtos.

Portanto, os produtos da Verde.Ser são para todas as pessoas que buscam produtos naturais, que beneficiam a pele e trazem conforto sem prejudicar o meio ambiente.

5.3 CONCORRÊNCIA

A fim de encontrar seus concorrentes entre as empresas consolidadas no ramo, a Verde.Ser se baseou primeiramente em empresas que possuem produtos similares aos por ela ofertados. Assim, pode-se citar como concorrentes indiretos, a Natura e o Boticário. São grandes empresas com um forte nome no mercado, populares, com ampla variedade de produtos, preço acessível e conhecidas pela qualidade de seus produtos.

Em seguida, buscou-se as que apresentam as mesmas concepções, ou seja, empresas que visam a sustentabilidade e que valorizam o cuidado tanto com o meio ambiente, quanto com seus clientes. Dessa forma, algumas empresas que se enquadram são: Feito Brasil Cosméticos, com sede em Mandaguáçu – PR; Raisal Cosmética Artesanal, em Campina Grande do Sul – PR; Anandani, localizada em Colombo – PR, Quilaia, com sede em Curitiba – PR; Up2You, localizada na cidade de São Paulo; Oshadhi, em Florianópolis – SC; Beleza do Campo, em Barretos – SP; e Sementes de Gaia Saboaria.

5.4 PREÇOS DO MERCADO

As Tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam a média dos valores de sabonetes, cremes hidratantes, óleos essenciais e hidrolatos vendidos por empresas do setor de HPPC.

Tabela 1 – Valores de sabonetes em barra

	Linha	Valor	Conteúdo (g)
Empresa A	Cremoso	R\$25,00	90
Empresa B	–	R\$11,45	70
Empresa C	Hidratante	R\$9,00	85
Empresa D	Natural	R\$11,00	90
Empresa E	Natural	R\$19,90 – R\$22,40	130

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 2 – Valores de hidratantes corporais

	Valor	Conteúdo
Empresa A	R\$74,00	200 g
Empresa B	R\$11,45	200 mL
Empresa F	R\$32,50	240 mL

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 3 – Valores de óleos essenciais obtidos de ervas

	Valor	Conteúdo (mL)
Empresa C	R\$22,00 – R\$37,00	10
Empresa H	R\$99,90	5
Empresa E	R\$22,20	10

Fonte: Autoria própria (2018).

Tabela 4 – Valores de hidrolatos

	Valor	Conteúdo (mL)
Empresa G	R\$35,00	120
Empresa H	R\$45,90	100

Fonte: Autoria própria (2018).

5.5 PERSPECTIVAS FUTURAS

A ABIHPEC atribui o excelente desempenho da área de HPPC aos seguintes fatores: participação crescente da mulher brasileira no mercado de trabalho; utilização de tecnologia de ponta com o conseqüente aumento de produtividade, que favorece os preços praticados, com aumentos menores do que os índices de preços da economia em geral; lançamento constante de produtos; aumento da expectativa de vida da população, que está criando a necessidade do consumidor cuidar ainda mais do seu bem-estar; e a incorporação crescente do público masculino (QUÍMICA, 2017).

Nesse sentido, a empresa pretende se consolidar como uma indústria de cosméticos de ingredientes naturais no mercado brasileiro e, principalmente, no mercado sul.

Futuramente, os sócios formadores da Verde.Ser pretendem expandir a empresa, de forma que os produtos alcancem mais clientes, até mesmo no mercado internacional. Além disso, visa-se o aumento das linhas de cosméticos, produzindo

novos produtos, inclusive extraindo óleo essencial de outras matérias vegetais além da camomila. Em consequência à expansão da empresa, será possível que a Verde.Ser produza a própria base dos sabonetes, isto é, terá uma gama de produtos suficiente para tornar a saponificação economicamente viável.

Para a Euromonitor, líder em pesquisa estratégica para o mercado de consumo, o consumidor com o maior acesso a informações sobre o impacto dos ingredientes à saúde e também sobre a origem, o processo de produção e o impacto socioambiental dos produtos que consomem, vem impulsionando a busca por um estilo de vida mais natural e sustentável, o que abre diversas oportunidades de crescimento para novas formulações, benefícios e posicionamento dos produtos de beleza (MENDONÇA, 2018).

O crescente interesse dos consumidores por produtos naturais, orgânicos e éticos amplia o conceito de *green beauty*. Para definir o conceito, fabricantes e consumidores utilizam uma combinação de três abordagens: certificação, ingredientes e posicionamento ético (MENDONÇA, 2018).

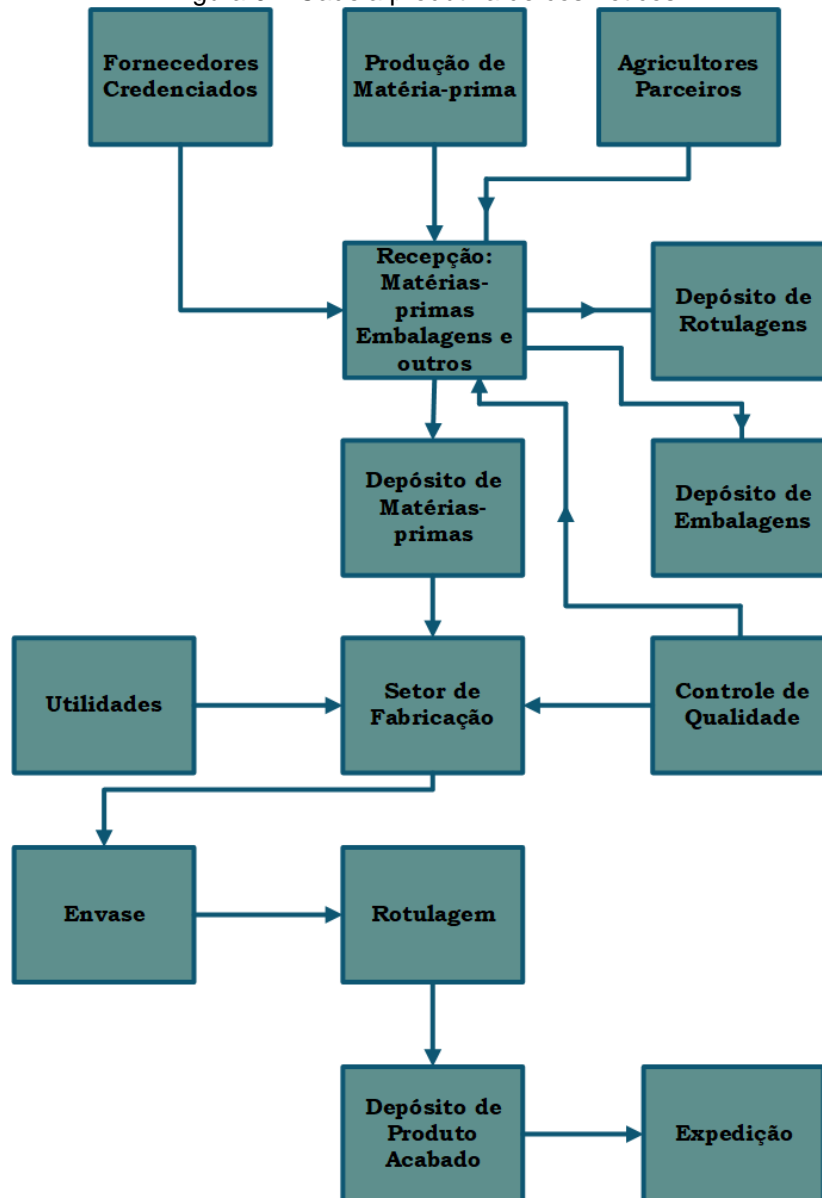
Visando satisfazer nossos clientes e manter nossos valores de sustentabilidade e valorização da terra, a Verde.Ser ambicionará alguns selos de certificação dos produtos oferecidos. Dentre as certificações desejadas, as principais são: Ingrediente Natural IBD – Cosméticos e Não OGM IBD.

Ainda com relação aos nossos valores, outro selo almejado é o *Cruelty Free* dado por organizações como a *People for the Ethical Treatment of Animals* (PETA), o qual certifica que os produtos não são testados em animais.

5.6 LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

Dentre os agentes envolvidos na cadeia de cosméticos à base de produtos naturais, as matérias-primas naturais são as que desempenham papel-chave no desenvolvimento e no sucesso de uma empresa desse segmento (Sebrae, 2008). Como apresentado pelo Sebrae Nacional (2015), a fim de se escolher um bom ponto para uma indústria, o empreendedor deve levar em conta a proximidade ou acesso fácil ao fornecedor da matéria-prima principal; a proximidade do mercado principal; condições ambientais da região (clima, temperatura, umidade, dentre outros) e a legislação urbana sobre o uso do solo (permissão para indústria). A Figura 9 mostra a cadeia produtiva de cosméticos.

Figura 9 – Cadeia produtiva de cosméticos

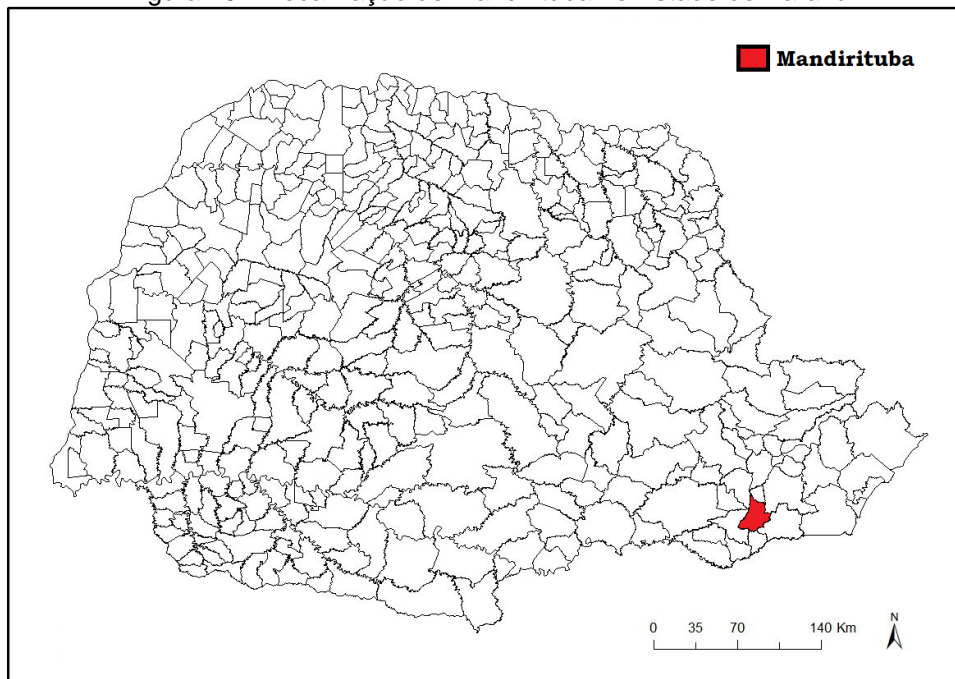


Fonte: Adaptado de Sebrae (2008).

Dessa maneira, a indústria será implantada na porção sul do território paranaense, no município de Mandirituba. A cidade é denominada a capital da camomila, devido à grande produção da planta no local. Segundo Corrêa Júnior (2013), o Paraná é o maior produtor de plantas medicinais do Brasil, respondendo por 90% de toda a produção nacional, em especial de camomila. Além disso, a movimentação financeira causada pela camomila atingiu R\$ 17,3 milhões no ano de 2016. Ao todo, foram produzidas 1,7 mil toneladas, metade em Mandirituba (GAZETA DO POVO, 2016).

A camomila é um dos destaques da economia de Mandirituba. Com pouco mais de 24 mil habitantes, a cidade é responsável por cerca de metade dos 3000 hectares da camomila do Paraná. A Figura 10 mostra a localização do município de Mandirituba no estado do Paraná.

Figura 10 – Localização de Mandirituba no Estado do Paraná



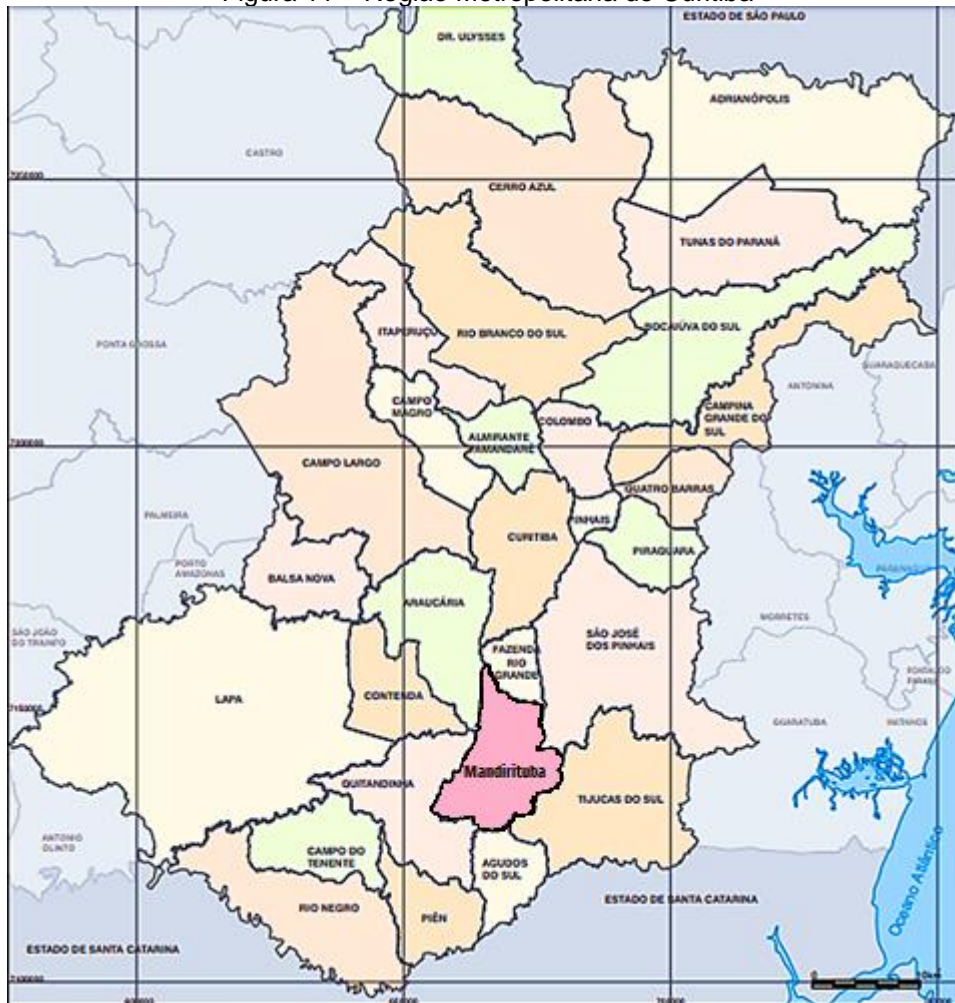
Fonte: Sacchi (2016).

Mandirituba é um município que pertence a Região Metropolitana de Curitiba (RMC). A região é o principal e mais desenvolvido centro econômico e financeiro do estado do Paraná e, pela sua estratégica localização geográfica, a RMC tem posição de relevância no contexto estadual e nacional, pois está próxima dos principais mercados produtores e consumidores brasileiros e dos países do Mercosul. Por essa razão, tem atraído novas indústrias em vários municípios. O potencial para empreendimentos, a boa infraestrutura, o constante desenvolvimento, a logística, a expansão industrial e o apoio do governo do Estado do Paraná podem transformar a RMC na sede do maior polo industrial do Sul do Brasil (COMEC, 2017).

Para atender o ensino técnico profissionalizante, a RMC também possui unidades do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Serviço Social do Comércio (SESC), Serviço Social da Indústria (SESI), Federação

das Indústrias do Paraná (FIEP), entre outras. Estas entidades mantêm programas de treinamento, aperfeiçoamento e especialização em todos os níveis, elevando o padrão tecnológico das indústrias paranaenses (COMEC, 2017). A Figura 11 representa a região metropolitana de Curitiba.

Figura 11 – Região Metropolitana de Curitiba



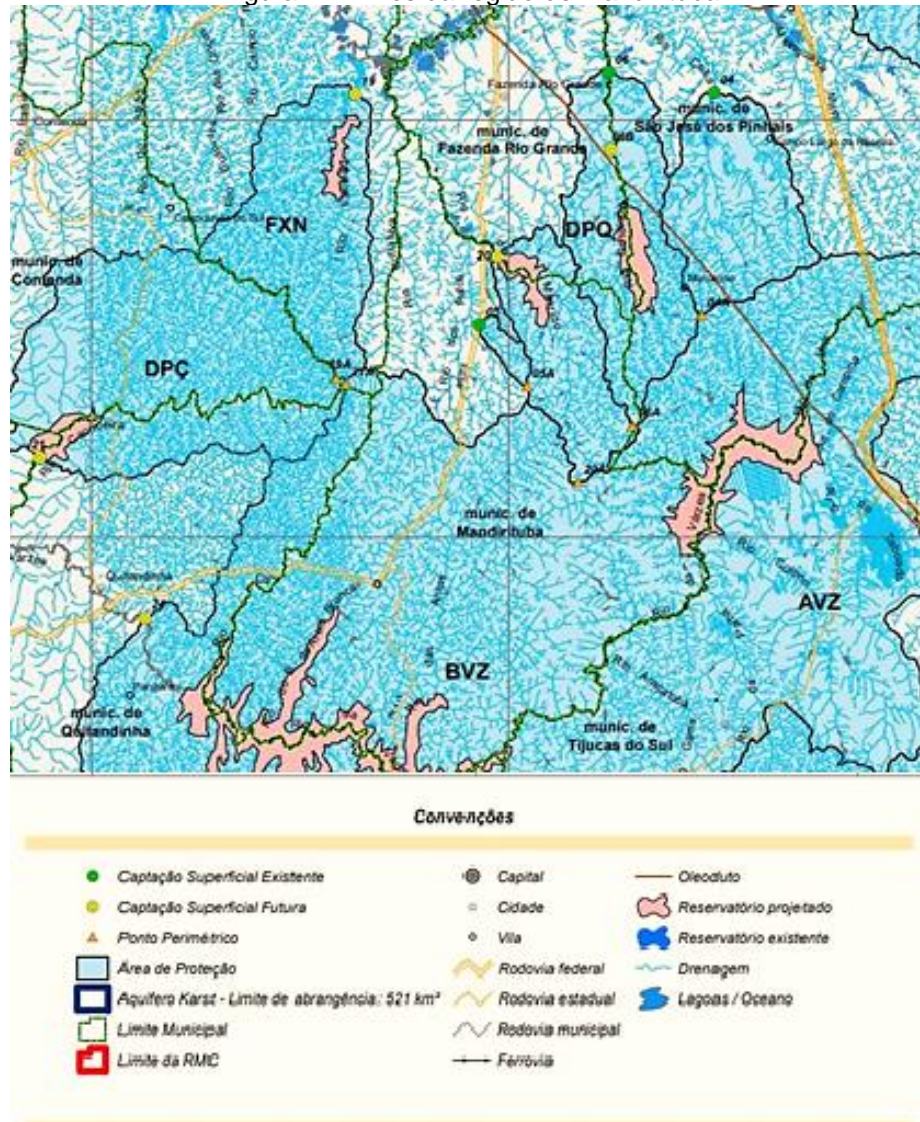
Fonte: Adaptado de Comec (2018).

Graças ao clima subtropical úmido mesotérmico com verões frescos, ausência de estação seca (IPARDES, 2015) e as condições do solo, Mandirituba apresenta condições ótimas para a produção de camomila (JÚNIOR, 2016). A camomila é uma cultura de inverno, ou seja, tem bom desenvolvimento em regiões de clima temperado, frio e úmido. O plantio é feito entre abril e maio e a colheita entre agosto e outubro (GALVAN, 2016).

Outro bom motivo para a escolha do local é a hidrografia da região. O município se localiza na bacia hidrográfica do rio Iguaçu. Os principais rios que

banham a cidade são o rio Iguçu, o rio Antas, rio Maurício, rio das Onças, rio dos Patos, rio da Várzea e rio dos Pintos (IPARDES, 2015). A Figura 12 representa os rios da região de Mandirituba.

Figura 12 – Rios da região de Mandirituba



Fonte: Comec (2018).

Como também apresentado por Sebrae (2012), para negócios sustentáveis, para configurações de pequenas fábricas, devem sempre ser observadas as questões de proximidade do mercado fornecedor e da oferta de mão de obra qualificada para a atividade proposta. Sendo assim, Mandirituba se encaixa em todos os aspectos desejados.

6 JUSTIFICATIVA

Visto que o Brasil é o quarto maior consumidor de produtos de HPPC e que nesse setor há uma crescente valorização de questões ambientais, sustentabilidade, bem-estar animal e produção mais amiga do planeta, definiu-se o projeto da empresa no ramo de cosméticos naturais.

A base de todos os produtos da Verde.Ser será o óleo essencial de camomila. Inicialmente, os itens comercializados serão: o óleo essencial, sabonete, sabonete esfoliante, hidratante e água floral. A partir das informações expostas na revisão bibliográfica, estabeleceu-se que o sabonete será produzido a partir da compra de uma base que atende todos os princípios de sustentabilidade da empresa. Futuramente, essa base poderá ser produzida nas instalações da Verde.Ser.

Em relação ao processo de extração do óleo essencial da camomila, optou-se pelo método de extração por micro-ondas sem solvente. Por ser uma técnica que não emprega solventes, não necessita da adição extra de água, possui alta reprodutibilidade e, comparada com outras técnicas convencionais, demanda menos tempo, rejeita menos dióxido de carbono na atmosfera, possui rendimento similar e origina óleos essenciais mais valiosos, enquadra-se satisfatoriamente nos conceitos sustentáveis da Verde.Ser.

Os principais canais de venda serão supermercados, lojas especializadas, farmácias e drogarias presentes nos estados do Sul e Sudeste. Para permitir o acesso de consumidores de outras regiões, serão implantados outros mecanismos de venda, como o *e-commerce* e o *social commerce*.

Com base nas análises de mercado, escolheu-se a cidade de Mandirituba – PR, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, como sede da indústria de cosméticos. Como a cidade é uma grande produtora de camomila e a RMC está próxima aos principais mercados produtores e consumidores do país, a região apresenta boa infraestrutura, constante desenvolvimento, logística e capacidade para expansão industrial.








7 DIAGRAMA DE BLOCOS E DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A Verde.Ser contará com quatro linhas de produção:

- Óleo essencial e água floral, a qual compreenderá oito etapas: recepção, estocagem, lavagem, extração, secagem, armazenamento, envase e expedição;
- Sabonete, que será composta por seis etapas: aquecimento e mistura, resfriamento, extrusão, corte, embalagem e expedição;
- Sabonete esfoliante, que semelhante a linha de sabonete, possuirá seis etapas: aquecimento e mistura, resfriamento, extrusão, corte, embalagem e expedição;
- Creme hidratante corporal, a qual ocorrerá mediante cinco etapas: aquecimento e mistura, resfriamento e homogeneização, envase e expedição.

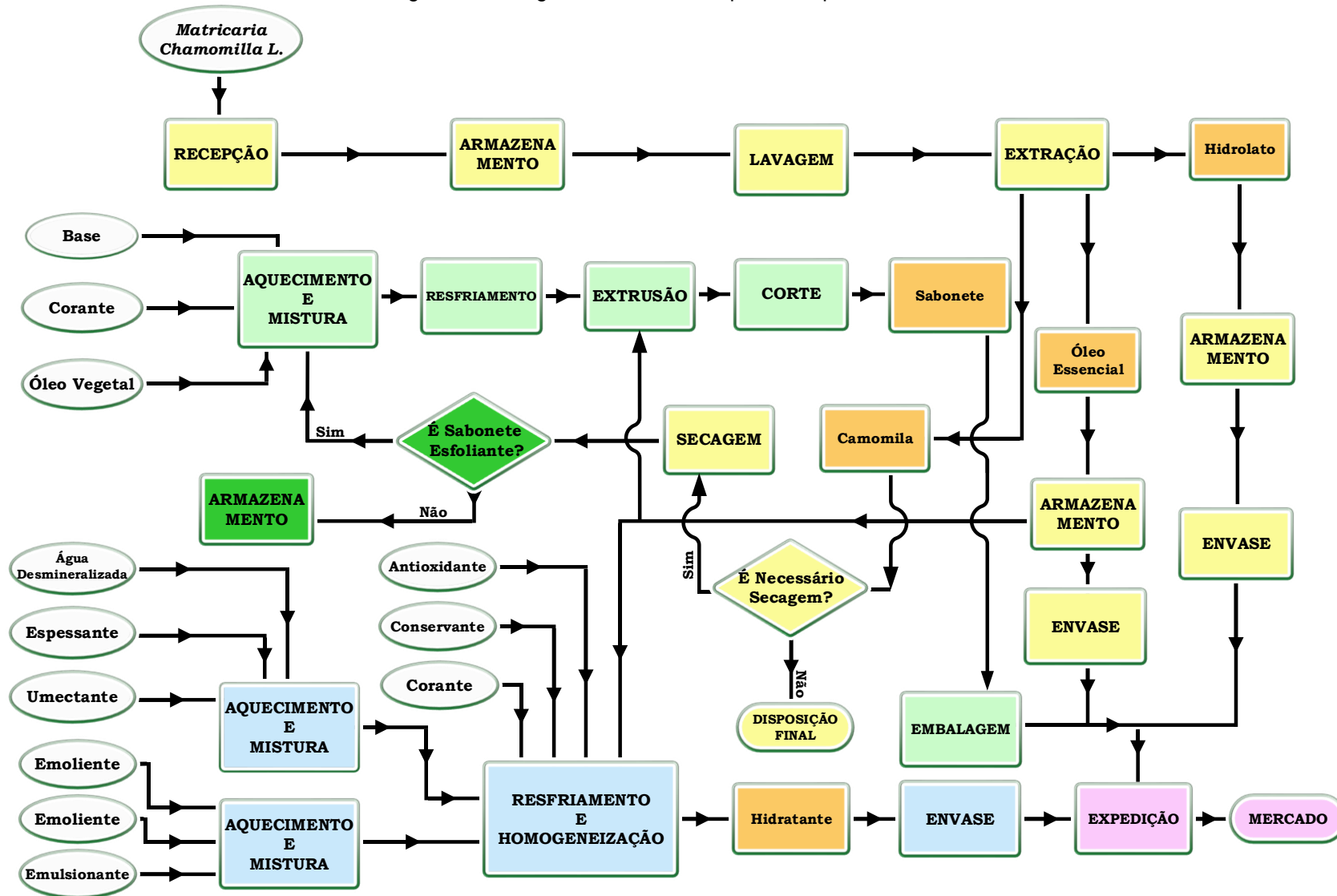
A Figura 13 apresenta o diagrama de blocos do processo produtivo da Verde.Ser. No Quadro 1, está elucidado a legenda do diagrama.

Quadro 1 – Legenda do fluxograma

Cor	Descrição
	Matéria-prima
	Produtos
	Linha do óleo essencial e água floral
	Linha do sabonete
	Linha do sabonete esfoliante
	Linha do creme hidratante corporal
	Processos comuns

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 13 – Diagrama de blocos do processo produtivo da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

7.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E DA ÁGUA FLORAL

7.1.1 Recepção

A *Matricaria chamomilla* L. que chegará as instalações da Verde. Ser seguirá para a recepção, onde será caracterizada. Nessa etapa, serão avaliados o teor de umidade da planta e a proporção em quantidade de caules e flores. Definiu-se que a camomila será aceita apenas de apresentar uma proporção média de 1:10 de caules e flores e uma umidade mínima de 80% em base úmida, já que o método tradicional de micro-ondas necessita que os materiais vegetais tenham uma umidade inicial mínima de 60% (FARHAT *et al.*, 2010).

7.1.2 Armazenamento

Durante essa fase, a camomila será acondicionada em um galpão com circulação de ar, para que a mesma não esteja exposta a chuva e possa-se garantir a saúde do material.

7.1.3 Lavagem

Nessa etapa, a camomila que seguirá para a extração será lavada com o intuito de remover impurezas. Esse processo ocorrerá em uma mesa própria para lavagem, exemplificada na Figura 14.

Figura 14 – Mesa de lavagem



Fonte: ALIBABA (2019).

7.1.4 Extração

A camomila que chegará a esse estágio será submetida ao processo de extração por micro-ondas sem solvente e, ao final, duas fases serão formadas, o óleo essencial e o vapor de água condensado, denominado hidrolato. Parte do hidrolato será destinada para o envase, parte será recirculado para o extrator, a fim de manter a umidade da matéria vegetal. O óleo essencial terá sua porção dividida em envase e armazenamento para posterior fabricação do sabonete e hidratante.

A Figura 15 apresenta um modelo do equipamento que será utilizado nessa etapa.

Figura 15 – Extrator de micro-ondas



Fonte: ALIBABA (2019).

7.1.5 Armazenagem do Óleo Essencial

Por se tratar de um processo batelada, será necessário armazenar o óleo que provém do extrator e que será utilizado como matéria-prima para produção dos demais produtos. Dessa forma, o óleo será enviado aos equipamentos conforme necessário para o processo.

7.1.6 Armazenagem do Hidrolato

Devido à presença de pequenas concentrações de óleo essencial na água de arraste, esta demonstra potencial para comercialização. Para garantir um controle de qualidade e atestar a presença de substâncias que compõem o óleo essencial nesse produto, antes do armazenamento, serão realizados alguns testes.

7.1.7 Envase do Hidrolato e do Óleo Essencial

O hidrolato e a porcentagem do óleo essencial destinada à comercialização serão então mensalmente envasados e seguirão para a expedição. O processo de envase ocorrerá com auxílio de uma envasadora semiautomática.

7.1.8 Secagem

Uma pequena quantidade da camomila que deixará a extração seguirá para uma estufa onde ocorrerá a secagem, com o objetivo de reduzir a umidade e, conseqüentemente, desfavorecer a ação microbiológica no material vegetal.

Uma umidade acima de 14% poderia favorecer a decomposição do material e proliferação de microrganismos, enquanto que, um material com umidade abaixo de 8% apresentaria dessecação excessiva (FALKOWSKI, JACOMASSI, TAKEMURA, 2009). Assim, a Verde.Ser desejará produzir uma camomila seca com 10% de umidade.

A Figura 16 apresenta um modelo da estufa que será utilizada nessa etapa.

Figura 16 – Estufa



Fonte: ALIBABA (2019).

7.1.9 Armazenamento

Por se tratar de um processo batelada, será necessário armazenar a camomila seca que será utilizada como matéria-prima para produção do sabonete esfoliante. Dessa forma, a camomila seca será armazenada em recipientes lacrados e enviada ao processo conforme necessário.

7.2 PRODUÇÃO DO SABONETE

Para elaboração da composição do sabonete, suas matérias-primas e respectivas quantidades, receitas já consolidadas e disponíveis foram analisadas, adaptando-as para o produto desejado pela Verde.Ser. A receita escolhida como referência para nossos produtos foi um sabonete cremoso hidratante segundo FazFácil Artesanato (2018). Os ingredientes foram alterados visando um produto mais natural e sustentável que traga bem-estar aos nossos clientes.

As matérias-primas para produção do sabonete estão expostas no Quadro 2. O corante escolhido foi a curcumina, composto natural encontrado nos rizomas de cúrcuma (açafrão), possui pigmentação amarela e apresenta propriedades antioxidantes e conservantes (PERES, VARGAS, SOUZA, 2015). O óleo vegetal escolhido foi óleo de jojoba. Produzido a partir da prensagem das sementes da planta jojoba (*Simmondsia chinensis*), possui propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antissépticas, antifúngicas e antienvelhecimento. Esse óleo demonstra alta capacidade de cicatrização de feridas, absorção transcutânea e hidratação da pele, podendo vir a evitar o ressecamento e melhorando a elasticidade da pele (ABIHPEC, 2018).

Quadro 2 – Matérias-primas do sabonete

Matéria-prima	Especificação
Óleo essencial Óleo Vegetal Base Corante	Óleo essencial de camomila Óleo vegetal de Jojoba Vegetal Curcumina

Fonte: Autoria própria (2018).

7.2.1 Aquecimento e Mistura

No início do processo de produção do sabonete em barra, a base glicerinada, que será adquirida em estado sólido por fornecedores, será sujeita a um processo de aquecimento e mistura. O equipamento a ser utilizado será um tanque com aquecimento elétrico equipado com agitação mecânica. A temperatura a ser atingida no tanque é de 70 °C, suficiente para liquefazer a base de modo a não prejudicar suas propriedades.

Nessa etapa, serão adicionados alguns dos insumos não voláteis, como o corante e o óleo vegetal. A camomila proveniente da extração e seca no processo de secagem pode atuar como agente esfoliante, dessa forma será incluída uma corrente adicional ao tanque para a fabricação do sabonete esfoliante.

A Figura 17 apresenta um modelo do equipamento que será utilizado nessa etapa.

Figura 17 – Tanque de mistura e aquecimento



Fonte: ALIBABA (2019).

7.2.2 Resfriamento

Após o aquecimento e adição dos compostos não voláteis, será necessário um trocador de calor para que a temperatura da massa seja reduzida à 50 °C, temperatura ideal da etapa de extrusão.

A Figura 18 apresenta um modelo do equipamento que será utilizado nessa etapa.

Figura 18 – Trocador de Calor



Fonte: ALIBABA (2019).

7.2.3 Extrusão

O processo de extrusão consiste na conformação termomecânica que ocorre devido à compressão do material sobre uma matriz pré-definida e pode ocorrer sobre efeito de temperatura e pressão (CAPASSO, 2015). Deste modo, será utilizado uma extrusora (Figura 19) que terá por objetivo a homogeneização do óleo essencial com a base, decorrente do processo de aquecimento e mistura, e a pré-moldagem do sabonete. Antes e depois do processo de extrusão, serão colhidas alíquotas da mistura para serem feitas análises a fim de garantir a qualidade do produto. Serão realizados testes de pH, cinzas, umidade, espuma, teor de glicerol e densidade.

A pele possui uma “camada ácida” de proteção contra fungos e bactérias, assim sendo, o sabonete com pH mais básico neutraliza essa camada resultando em uma sensação de limpeza e refrescância (MACHADO, 2018). Grande parte dos

sabonetes para o corpo comercializados possuem pH entre 8 e 10, portanto este será o intervalo de pH escolhido pela Verde.Ser para seus produtos.

Figura 19 – Extrusora



Fonte: ALIBABA (2019).

7.2.4 Corte

Após a pré-moldagem, os sabonetes serão separados individualmente por um processo de corte, o qual será realizado manualmente. Nessa etapa, o sabonete adquirirá o tamanho de venda e estará pronto para seguir para embalagem. Ao final desse processo serão realizados os testes de qualidade finais: visual, olfativo e biológico.

7.2.5 Embalagem

No procedimento de embalagem, os sabonetes serão embalados em um processo manual. A massa do produto embalado será aferida para garantir a padronização, seguindo pronto para a expedição.

7.3 PRODUÇÃO DO CREME HIDRATANTE CORPORAL

A formulação do hidratante foi escolhida a partir de receitas de cremes hidratantes manipulados e da fórmula sugerida pela Manking Skincare (2018) de creme hidratante natural. A formulação de cremes hidratantes naturais foi elaborada por meio de comparações e substituição de produtos não naturais por naturais.

O Quadro 3 apresenta uma formulação de hidratante manipulado, a qual não poderia ser utilizada pela Verde. Ser devido à presença de parabenos e BHT. Esses produtos, que atuam conservantes e antioxidantes nas formulações, podem apresentar ações nocivas à saúde humana, como aumento de incidência de câncer de mama, reações alérgicas e toxicidade ao sistema imunológico, pele, pulmões e fígado (Portal eCycle, 2019; GOMES, 2016).

Uma possível formulação de creme hidratante feita pela Making Skincare está exposta no Quadro 4.

Quadro 3 – Loção Hidratante manipulada

Componentes	Quantidade	Função
Mistura de Álcool Cetoestearílico e Alquil Sulfato de Sódio	5 g	Emulsionante aniônico
Adipato de Isobutila	3 g	Emoliente
Óleo de Semente de Uva	1 g	Emoliente
Butilhidroxitolueno (BHT)	0,05 g	Antioxidante
EDTA Dissódico	0,2 g	Quelante
Metilparabeno	0,18 g	Preservante
Propilparabeno	0,12 g	Preservante
Glicerina	5 g	Umectante
Água Deionizada	100 g	Solubilizante
Imidazolidinil	0,1 g	Preservante
Ácido Lático	2 g	Acidificante

Fonte: Adaptado de Batistuzzo *et al.* (2011).

Quadro 4 – Fórmula Creme Hidratante

Componentes	Fase	Função	Porcentagem
Água Destilada	Aquosa	Veículo	70
EDTA	Aquosa	Preservante	0,2
Mix de óleos: jojoba, macadâmia, outros.	Oleosa	Emoliente	15 a 20
Álcool Cetílico	Oleosa	Emoliente, estabilizante	3,5
Goma Xantana	Oleosa	Estabilizante	0,3
Estearato de Glicerila	Oleosa	Emulsificante	2
Cetareth-20	Oleosa	Emulsificante	3,5
Óleo essencial	Cool Down	Fragrância	0,3 a 0,8

Fonte: Adaptado de Making Skincare (2018).

As substâncias que serão utilizadas como ingredientes do hidratante estão expostas no Quadro 5.

Quadro 5 – Ingredientes do hidratante

Matéria-prima	Especificação
Água desmineralizada	-
Umectante	Glicerina vegetal
Espessante	Goma xantana
Óleo essencial	Óleo essencial de camomila
Emulsionante	Lecitina de soja
Emoliente (manteiga vegetal)	Manteiga de cupuaçu
Emoliente (óleo vegetal)	Óleo vegetal de jojoba
Conservante	Sorbato de potássio
Antioxidante	Ácido cítrico
Corante	Curcumina

Fonte: Autoria própria (2018).

7.3.1 Aquecimento e Mistura

Nessa etapa, serão utilizados dois tanques de aquecimento e mistura. No primeiro tanque, serão adicionados água desmineralizada, umectante e espessante. No segundo tanque, serão adicionados o emoliente e o agente emulsionante. Ambas as misturas deverão ser aquecidas até 80 °C.

Para esse processo, os tanques possuirão aquecimento elétrico e terão agitação mecânica, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Tanque de mistura e aquecimento



Fonte: ALIBABA (2019).

7.3.2 Homogeneização e Resfriamento

A princípio, em um tanque de resfriamento, ocorrerá a união das misturas que estavam presentes nos tanques de aquecimento para formação da emulsão. O início desse estágio será caracterizado por uma agitação de alta rotação durante um curto período de tempo. Em seguida, a rotação será ajustada para uma baixa velocidade e a temperatura será reduzida para 15 °C, sendo que simultaneamente a esse processo (por volta de 35 °C), ocorrerá a adição do conservante, antioxidante e óleo essencial.

Essa etapa será realizada em um tanque encamisado com agitação mecânica equipado com um sistema de refrigeração, conforme apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Tanque de resfriamento e homogeneização



Fonte: ALIBABA (2019).

7.3.3 Envase

O produto finalizado deverá ser submetido a testes visual e olfativo, de pH, viscosidade e, por fim, o teste biológico. Somente após a aprovação desses testes, ocorrerá o envasamento, processo que será realizado com o auxílio de uma envasadora semiautomática. Antes de realizar a expedição do produto, será necessário aferir a massa do conjunto “embalagem + produto”, a fim de garantir a padronização.

7.4 EXPEDIÇÃO

Todos os produtos após finalizados passarão pelo processo de expedição. A expedição consiste na separação dos itens prontos para a venda, com o intuito de enviá-los a um cliente. Segundo Giustina (2013), esse processo inclui as seguintes etapas:

- a) Verificação da mercadoria encomendada em estoque;
- b) Organização dos documentos e emissão de nota fiscal;

- c) Pesagem, a fim de estabelecer os custos do envio;
- d) Organização das encomendas;
- e) Carregamento do veículo de transporte.

8 BALANÇO DE MASSA

O balanço material da Verde.Ser foi realizado considerando a produção de estoque mensal de 30 mil itens, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Produção de estoque mensal da Verde.Ser

	Conteúdo	Unidade
Óleo essencial	10 mL	1.500
Água floral	120 mL	4.500
Sabonete	80 g	10.000
Sabonete esfoliante	80 g	6.000
Hidratante corporal	150 g	8.000

Fonte: Autoria própria (2018).

A produção na Verde.Ser ocorrerá em batelada, porém, para facilitar a visualização, os cálculos foram propostos com base em um processo contínuo.

Devido a não idealidade do processo, propôs-se algumas porcentagens de perda para as etapas, as quais estão representadas nos diagramas por correntes denotadas pela letra “P” seguidas do número da respectiva corrente de saída.

8.1 SABONETE

A Verde.Ser irá dispor de uma produção mensal de 10.000 sabonetes contendo 80 g (Tabela 5), operando todos os meses do ano, 20 dias por mês, 6 horas por dia. Diante disso, a linha de produção deverá fabricar 6,667 kg/h de sabonete.

A composição final do sabonete que será produzido está exposta na Tabela 6.

Tabela 6 – Frações desejadas para o sabonete

Componente	Fração mássica
Base	0,9631
Corante	0,0029
Óleo vegetal	0,0249
Óleo essencial	0,0090

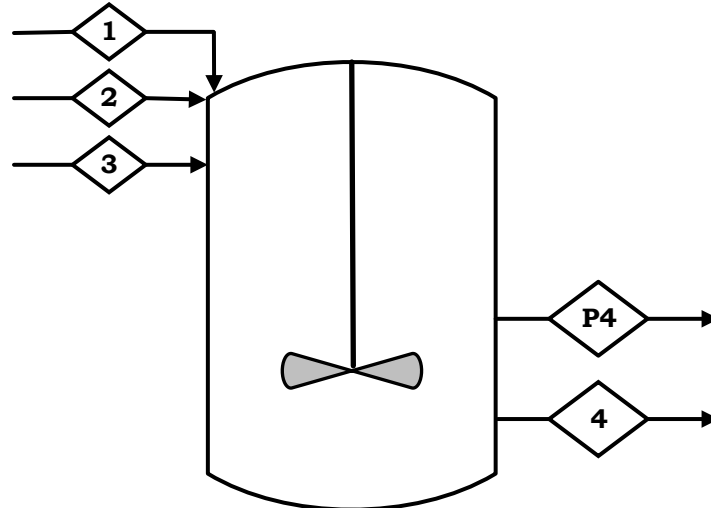
Fonte: Autoria própria (2018).

Todos os cálculos necessários para realização do balanço de massa estão apresentados no Apêndice B1.

8.1.1 Aquecimento e Mistura

A operação de aquecimento e mistura está esquematizada na Figura 22, em que as vazões de entrada estão representadas pela corrente 1, entrada da massa base, 2, entrada do corante e 3, do óleo vegetal.

Figura 22 – Diagrama de processo do tanque de aquecimento e mistura



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda em massa de 5% resultante da massa que ficará retida nas paredes do tanque. As vazões mássicas e suas respectivas composições estão expostas na Tabela 7.

Tabela 7 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura

Corrente	1	2	3	4	P4
Vazão mássica (kg/h)	7,883	0,024	0,204	7,705	0,406
Fração de base (m/m)	1,0000	-	-	0,9719	0,9719
Fração de corante (m/m)	-	1,0000	-	0,0029	0,0029
Fração de óleo vegetal (m/m)	-	-	1,0000	0,0252	0,0252

Fonte: Autoria própria (2018).

8.1.2 Resfriamento

A Figura 23 exemplifica o processo de resfriamento, no qual a vazão de mistura de entrada é representada pela corrente 4 e da de saída da mistura resfriada, a corrente 5.

Figura 23 – Diagrama de processo de resfriamento



Fonte: Autoria própria (2018).

Com a consideração de 5% de perda em massa no equipamento, as correntes com as respectivas vazões e composições estão expostas na Tabela 8.

Tabela 8 – Vazões e frações mássicas da etapa de resfriamento

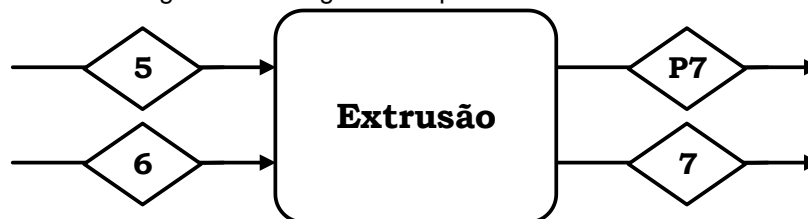
Corrente	4	5	P5
Vazão mássica (kg/h)	7,705	7,320	0,385
Fração de base (m/m)	0,9719	0,9719	0,9719
Fração de corante (m/m)	0,0029	0,0029	0,0029
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0252	0,0252	0,0252

Fonte: Autoria própria (2018).

8.1.3 Extrusão

O esquema do processo de extrusão está apresentado na Figura 24, consistindo na corrente de entrada da mistura (corrente 5), na entrada do óleo essencial (corrente 6) e saída da mistura pré-moldada (corrente 7).

Figura 24 – Diagrama de processo da extrusão



Fonte: Autoria própria (2018).

Supondo uma retenção de matéria no equipamento, considera-se uma perda de 5% de massa no processo. A Tabela 9 exhibe os valores das vazões mássicas e suas composições.

Tabela 9 – Vazões e frações mássicas da etapa de extrusão

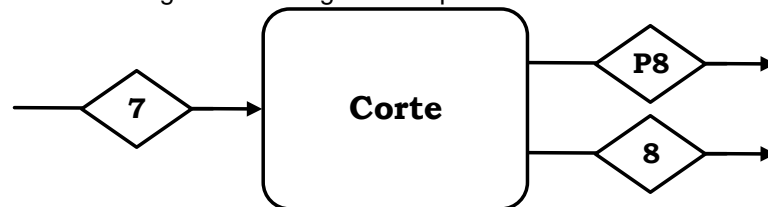
Corrente	5	6	7	P7
Vazão mássica (kg/h)	7,320	0,067	7,018	0,369
Fração de base (m/m)	0,9719	-	0,9631	0,9631
Fração de corante (m/m)	0,0029	-	0,0029	0,0029
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0252	-	0,0249	0,0249
Fração de óleo essencial (m/m)	-	1,0000	0,0090	0,0090

Fonte: Autoria própria (2018).

8.1.4 Corte

A operação de corte é representada pela Figura 25, com uma vazão de entrada da massa pré-moldada (corrente 7) e a vazão de saída (corrente 8), em que o sabonete apresenta o seu formato e tamanho finais.

Figura 25 – Diagrama de processo do corte



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de 5% de massa durante o processo. As vazões das correntes estão expostas na Tabela 10.

Tabela 10 – Vazões e frações mássicas da etapa de corte

Corrente	7	8	P8
Vazão mássica (kg/h)	7,018	6,667	0,351
Fração de base (m/m)	0,9631	0,9631	0,9631
Fração de corante (m/m)	0,0029	0,0029	0,0029
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0249	0,0249	0,0249
Fração de óleo essencial (m/m)	0,0090	0,0090	0,0090

Fonte: Autoria própria (2018).

A formulação do sabonete possuirá 3,69% de substâncias naturais (óleo essencial, óleo vegetal, corante e camomila seca), evidenciadas no Quadro 6. Logo, se enquadra nos requisitos do IBD para categoria de “cosméticos naturais”. Essa categoria estabelece um teor de mínimo de 1% de substâncias naturais com relação a sabonetes (IBD, 2013).

Quadro 6 – Porcentagem de substâncias naturais no sabonete

Componente	Porcentagem mássica
Óleo essencial	0,90 %
Óleo vegetal	2,49 %
Corante	0,29 %
Total	3,69 %

Fonte: Aatoria própria (2018).

8.2 SABONETE ESFOLIANTE

A produção de sabonetes esfoliantes consistirá em 6.000 sabonetes esfoliantes de 80 g por mês (Tabela 4), operando todos os meses do ano, 20 dias por mês, 6 horas por dia, resultando na produção de 4,000 kg/h de sabonete.

A composição final do sabonete esfoliante que será produzido está exposta na Tabela 11.

Tabela 11 – Frações desejadas para o sabonete esfoliante

Componente	Fração mássica
Base	0,9189
Corante	0,0028
Óleo vegetal	0,0238
Camomila seca	0,0459
Óleo essencial	0,0086

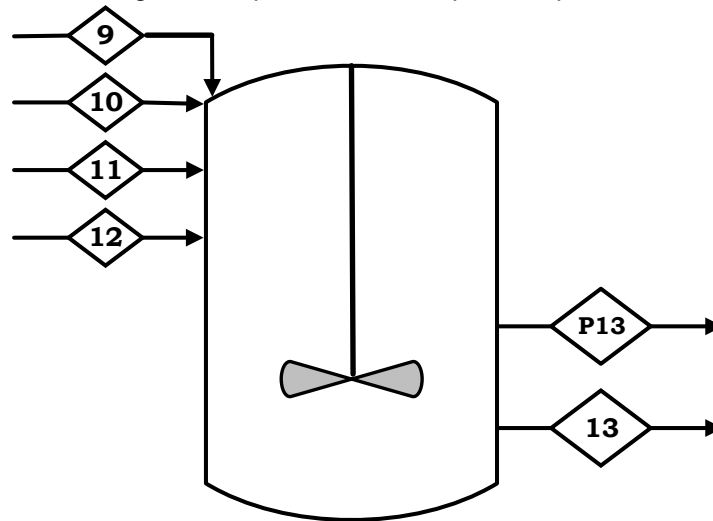
Fonte: Aatoria própria (2018).

Todos os cálculos necessários para realização do balanço de massa estão apresentados no Apêndice B2.

8.2.1 Aquecimento e Mistura

De forma análoga a operação de aquecimento e mistura do sabonete, o processo está esquematizado na Figura 26, em que as vazões estão representadas pelas entradas das correntes 9 (massa base), 10 (corante), 11 (óleo vegetal) e 12 (camomila seca).

Figura 26 – Diagrama de processo do tanque de aquecimento e mistura



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de 5% pela massa que ficará retida no tanque. As vazões mássicas e suas respectivas composições estão expostas na Tabela 12.

Tabela 12 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura

Corrente	9	10	11	12	13	P13
Vazão mássica (kg/h)	4,513	0,014	0,117	0,226	4,625	0,243
Fração de base (m/m)	1,0000	-	-	-	0,9269	0,9269
Fração de corante (m/m)	-	1,0000	-	-	0,0028	0,0028
Fração de óleo vegetal (m/m)	-	-	1,0000	-	0,0240	0,0240
Fração de camomila seca (m/m)	-	-	-	1,0000	0,0463	0,0463

Fonte: Autoria própria (2018).

8.2.2 Resfriamento

O processo de resfriamento é apresentado na Figura 27, com a corrente 13 representando a corrente de entrada e a 14 a vazão de saída.

Figura 27 – Diagrama de processo de resfriamento



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Tabela 13, são expostos os valores das vazões e composições das correntes, considerando uma perda em massa do processo de 5%.

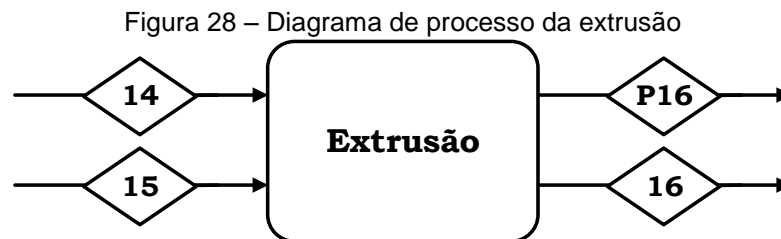
Tabela 13 – Vazões e frações mássicas da etapa de resfriamento

Corrente	13	14	P14
Vazão mássica (kg/h)	4,625	4,394	0,231
Fração de base (m/m)	0,9269	0,9269	0,9269
Fração de corante (m/m)	0,0028	0,0028	0,0028
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0240	0,0240	0,0240
Fração de camomila seca (m/m)	0,0463	0,0463	0,0463

Fonte: Autoria própria (2018).

8.2.3 Extrusão

O processo de extrusão ocorrerá de forma análoga a produção de sabonete e está esquematizado na Figura 28, consistindo na corrente de entrada da mistura (corrente 14), na entrada do óleo essencial (corrente 15) e saída da mistura pré-moldada (corrente 16).



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de 5% em massa durante o processo. A Tabela 14 exhibe os valores das vazões mássicas e suas composições.

Tabela 14 – Vazões e frações mássicas da etapa de extrusão

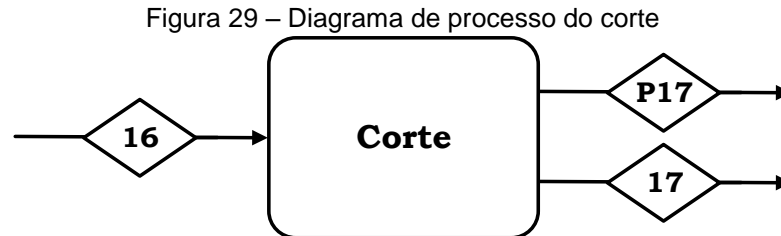
Corrente	14	15	16	P16
Vazão mássica (kg/h)	4,394	0,038	4,211	0,222
Fração de base (m/m)	0,9269	-	0,9189	0,9189
Fração de corante (m/m)	0,0028	-	0,0028	0,0028
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0240	-	0,0238	0,0238
Fração de camomila seca (m/m)	0,0463	-	0,0459	0,0459
Fração de óleo essencial (m/m)	-	1,0000	0,0086	0,0086

Fonte: Autoria própria (2018).

8.2.4 Corte

A Figura 29 apresenta o esquema da operação de corte semelhante à realizada para o sabonete comum, com uma vazão de entrada da massa pré-moldada

(corrente 16) e a vazão de saída (corrente 17), em que o sabonete apresenta o seu formato e tamanho finais.



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de 5% de massa durante o processo. As vazões e composições das correntes estão expostas na Tabela 15.

Tabela 15 – Vazões e frações mássicas da etapa de corte

Corrente	16	17	P17
Vazão mássica (kg/h)	4,211	4,000	0,211
Fração de base (m/m)	0,9189	0,9189	0,9189
Fração de corante (m/m)	0,0028	0,0028	0,0028
Fração de óleo vegetal (m/m)	0,0238	0,0238	0,0238
Fração de camomila seca (m/m)	0,0459	0,0459	0,0459
Fração de óleo essencial (m/m)	0,0086	0,0086	0,0086

Fonte: Autoria própria (2018).

A formulação do sabonete possuirá 8,11% de substâncias naturais (óleo essencial, óleo vegetal, corante e camomila seca), identificadas no Quadro 7. Logo, se enquadra nos requisitos do IBD para categoria de “cosméticos naturais”. Essa categoria estabelece um teor de mínimo de 1% de substâncias naturais com relação a sabonetes (IBD, 2013).

Quadro 7 – Porcentagem de substâncias naturais no sabonete esfoliante

Componente	Porcentagem mássica
Óleo essencial	0,86 %
Óleo vegetal	2,38 %
Camomila Seca	4,59 %
Corante	0,28 %
Total	8,11 %

Fonte: Autoria própria (2018).

8.3 CREME HIDRATANTE CORPORAL

Essa linha de produção atuará 12 meses por ano, 20 dias por mês e 6 h por dia. Visando a produção mensal detalhada na Tabela 5, a Verde.Ser deverá produzir 10,000 kg/h.

A composição final do hidratante que será produzido está exposta na Tabela 16.

Tabela 16 – Frações desejadas para o hidratante

Componente	Fração mássica
Água	0,6900
Umectante	0,0800
Espessante	0,0100
Manteiga vegetal	0,1000
Óleo vegetal	0,0500
Emulsionante	0,0400
Óleo essencial	0,0100
Conservante	0,0080
Antioxidante	0,0100
Corante	0,0020

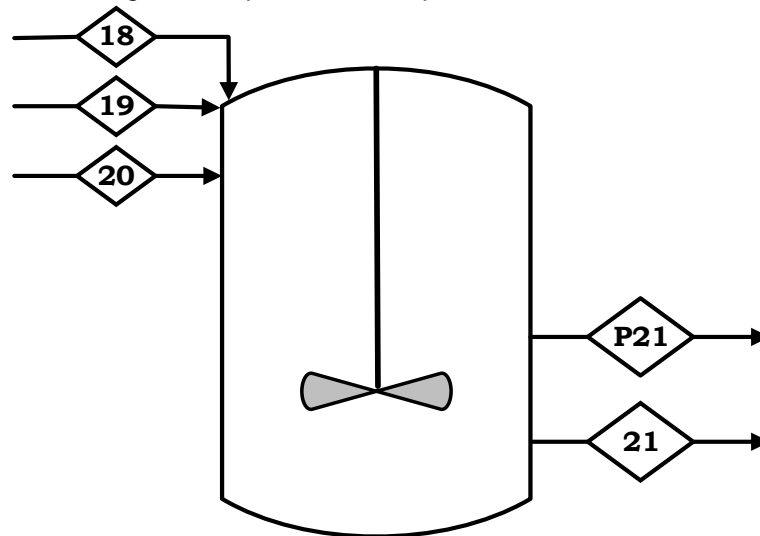
Fonte: Aatoria própria (2018).

Todos os cálculos necessários para realização do balanço de massa estão apresentados no Apêndice B3.

8.3.1 Aquecimento e Mistura da Fase Aquosa

A Figura 30 apresenta o esquema do aquecimento e mistura da fase aquosa da Verde.Ser, com entrada de água desmineralizada (corrente 18), umectante (corrente 19) e espessante (corrente 20) e saída de fase aquosa (corrente 21).

Figura 30 – Diagrama de processo do aquecimento e mistura da fase aquosa



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de massa de 2% devido à retenção de massa no equipamento.

Na Tabela 17 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 17 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura da fase aquosa

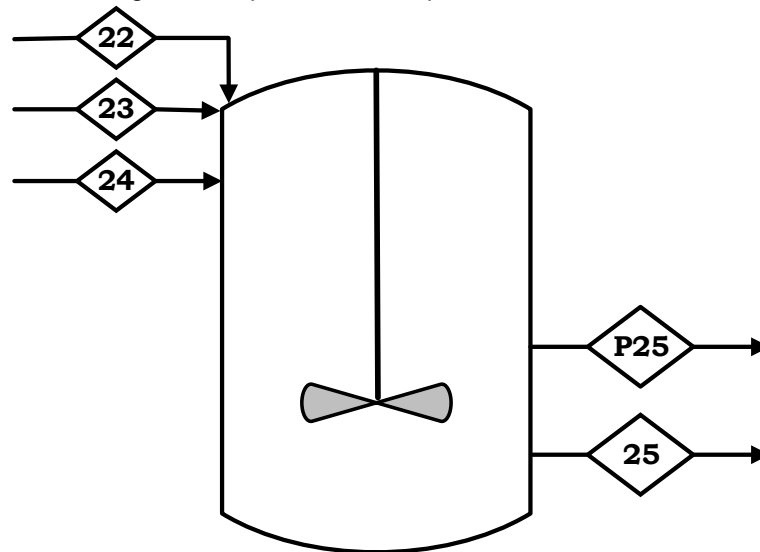
Corrente	18	19	20	21	P21
Vazão mássica (kg/h)	7,259	0,842	0,105	8,041	0,164
Fração de água (m/m)	1,0000	-	-	0,8846	0,8846
Fração de umectante (m/m)	-	1,0000	-	0,1026	0,1026
Fração de espessante (m/m)	-	-	1,0000	0,0128	0,0128

Fonte: Autoria própria (2018).

8.3.2 Aquecimento e Mistura da Fase Oleosa

A Figura 31 apresenta o esquema do aquecimento e mistura da fase oleosa da Verde.Ser, com entrada de manteiga vegetal (corrente 22), óleo vegetal (corrente 23) e emulsionante (corrente 24) e saída de fase oleosa (corrente 25).

Figura 31 – Diagrama de processo do aquecimento e mistura da fase oleosa



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de massa de 2% devido à retenção de massa no equipamento.

Na Tabela 18 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 18 – Vazões e frações mássicas da etapa de aquecimento e mistura da fase oleosa

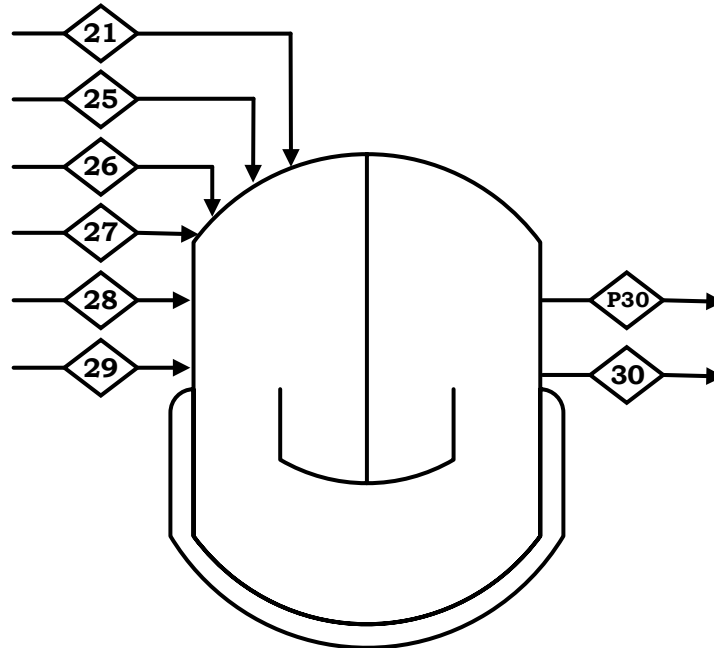
Corrente	22	23	24	25	P25
Vazão mássica (kg/h)	1,052	0,526	0,421	1,959	0,040
Fração de manteiga vegetal (m/m)	1,0000	-	-	0,5263	0,5263
Fração de óleo vegetal (m/m)	-	1,0000	-	0,2632	0,2632
Fração de emulsionante (m/m)	-	-	1,0000	0,2105	0,2105

Fonte: Autoria própria (2018).

8.3.3 Homogeneização e Resfriamento

A Figura 32 apresenta o esquema do aquecimento e mistura da fase oleosa da Verde.Ser, com entrada da fase aquosa (corrente 21), fase oleosa (corrente 25), óleo essencial (corrente 26), conservante (corrente 27), antioxidante (corrente 28), corante (corrente 29) e saída do hidratante (corrente 30).

Figura 32 – Diagrama de processo de homogeneização e resfriamento



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se uma perda de massa de 3% devido à retenção de massa no equipamento.

Na Tabela 19 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 19 – Vazões e frações mássicas da etapa de homogeneização e resfriamento

Corrente	21	25	26	27	28	29	30	P30
Vazão mássica (kg/h)	8,041	1,959	0,103	0,082	0,103	0,021	10,000	0,309
Fração de água (m/m)	0,8846	-	-	-	-	-	0,6900	0,6900
Fração de umectante (m/m)	0,1026	-	-	-	-	-	0,0800	0,0800
Fração de espessante (m/m)	0,0128	-	-	-	-	-	0,0100	0,0100
Fração de manteiga vegetal (m/m)	-	0,5263	-	-	-	-	0,1000	0,1000
Fração de óleo vegetal (m/m)	-	0,2632	-	-	-	-	0,0500	0,0500
Fração de emulsionante (m/m)	-	0,2105	-	-	-	-	0,0400	0,0400
Fração de óleo essencial (m/m)	-	-	1,0000	-	-	-	0,0100	0,0100
Fração de conservante (m/m)	-	-	-	1,0000	-	-	0,0080	0,0080
Fração de antioxidante (m/m)	-	-	-	-	1,0000	-	0,0100	0,0100
Fração de corante (m/m)	-	-	-	-	-	1,0000	0,0020	0,0020

Fonte: Autoria própria (2018).

Todas as substâncias que compõem o hidratante são naturais, ou derivadas de produtos naturais ou permitidas conforme estabelecido nos padrões do IBD (IBD, 2013).

A formulação do hidratante possuirá 17,20% de substâncias naturais (óleo essencial, manteiga vegetal, óleo vegetal, antioxidante e corante), como pode ser visto no Quadro 8. Logo, se enquadra nos requisitos do IBD para categoria de “cosméticos naturais”. Essa categoria estabelece um teor de mínimo de 10% de substâncias naturais com relação a emulsões para o cuidado da pele (O/W) e géis (IBD, 2013).

Quadro 8 – Porcentagem de substâncias naturais no creme hidratante

Componente	Porcentagem mássica
Óleo essencial	1,00 %
Manteiga vegetal	10,00 %
Óleo vegetal	5,00 %
Antioxidante	1,00 %
Corante	0,20 %
Total	17,20 %

Fonte: Autoria própria (2018).

8.4 ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL

Como a camomila é uma planta de ciclo anual e sua colheita é feita entre os meses de agosto e outubro, estima-se que a Verde.Ser terá matéria-prima vegetal fresca disponível somente nos meses de agosto a novembro (GALVAN, 2016). Portanto, o óleo essencial, que será usado durante o ano todo, será extraído apenas durante esses meses. Sendo assim, a linha de produção de óleo operará durante 4 meses por ano, 20 dias por mês e 16 horas por dia.

A produção de óleo essencial visará suprir as demandas de venda do produto isolado e das quantidades utilizadas na produção dos sabonetes e hidratantes. Logo, para atender essa demanda, a Verde.Ser deverá produzir 0,366 kg/h de óleo essencial.

A produção de água floral ocorrerá junto a produção de óleo essencial. Assim, para possuir estoque de venda de um ano todo, deverão ser produzidos 5,052 kg/h de água floral.

A secagem da camomila que será utilizada na produção de sabonete esfoliante também ocorrerá nesse período de 4 meses. Logo, para possuir a quantidade necessária para o ano todo, deverão ser produzidos 0,254 kg/h de camomila seca.

Todos os cálculos necessários para realização do balanço de massa estão apresentados no Apêndice B4.

8.4.1 Recepção

Nessa etapa, será aplicado um controle de qualidade para avaliar se as sacas de camomila recebidas estão em acordo com o padrão estabelecido pela empresa. A vazão mássica é igual a 340,410 kg/h de camomila.

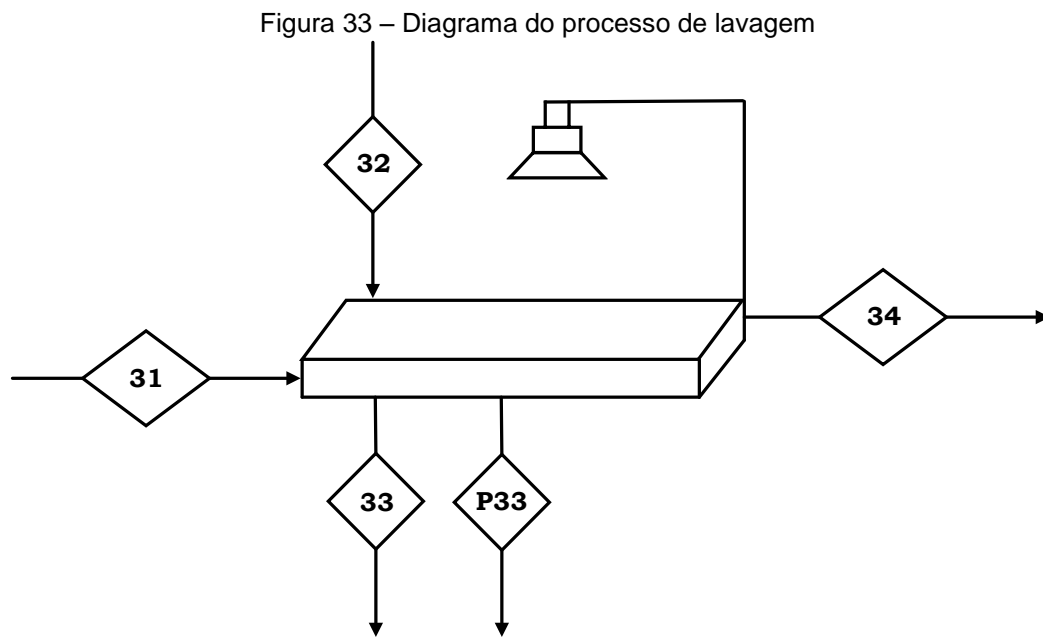
8.4.2 Armazenamento

Nesse estágio, ocorrerá apenas o armazenamento da camomila com o objetivo de manter sua qualidade. Com isso, considera-se que não ocorrerão perdas, ou seja, a vazão mássica não se alterará ao longo da etapa.

8.4.3 Lavagem

Adotou-se que a matéria vegetal apresentará, em média, 1% de impurezas e será lavada com uma quantidade de água 20% superior em relação a sua massa.

A Figura 33 apresenta o esquema da lavagem, com entrada da camomila e água (corrente 31 e 32, respectivamente), saída de água (corrente 33) e camomila limpa (corrente 34).



Fonte: Autoria própria (2018).

Considera-se que toda impureza será removida. Parte da água de lavagem ficará retida na superfície do material vegetal correspondendo a 2% (m/m) da corrente final, além de uma perda de 5% em massa de água e 1% em massa de camomila.

Na Tabela 20 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 20 – Vazões e frações mássicas da etapa de lavagem

Corrente	31	32	33	34	P33
Vazão mássica (kg/h)	340,410	408,492	388,033	340,445	20,425
Fração de camomila (m/m)	0,9900	-	0,0087	0,9800	-
Fração de água (m/m)	-	1,0000	0,9825	0,0200	1,0000
Fração de impureza (m/m)	0,0100	-	0,0088	-	-

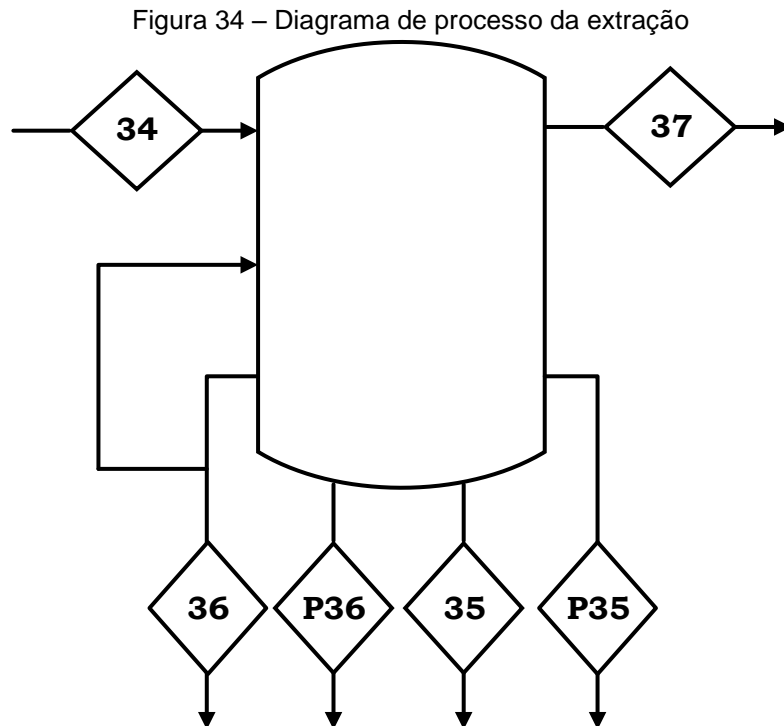
Fonte: Autoria própria (2018).

8.4.4 Extração

Segundo Chemat *et al.* (2015), comparado com a hidrodestilação convencional, os rendimentos de óleo essencial obtido por ambas as técnicas são iguais. Assim, com base nos resultados da extração do óleo essencial por hidrodestilação efetuados com camomilas colhidas no município de Campo Largo – PR, realizou-se o balanço material da extração por micro-ondas sem solvente que ocorrerá nas instalações da Verde.Ser. Assim, para uma camomila que possui uma

umidade inicial média de 86,5%, o rendimento do processo será 0,91% (b.s.) (BORSATO *et al.*, 2008).

A Figura 34 apresenta o esquema da extração por micro-ondas sem solvente, com entrada da camomila com água (corrente 34), saída de óleo essencial (corrente 35), água floral (corrente 36) e camomila (corrente 37).



Fonte: Autoria própria (2018).

Como a lavagem ocorrerá imediatamente antes do processo de extração, considera-se que não haverá tempo suficiente para o material absorver água. Ou seja, a umidade da camomila não se alterará de uma etapa a outra.

No processo de extração, a água condensada pode ser refluída para o recipiente de extração com o intuito de devolver a água *in situ* para a matriz (LUCCHESI, CHEMAT, SMADJA, 2004). Sendo assim, quase toda água retornará para o processo, exceto a parcela que será comercializada como água floral. Considera-se que essa água conterá cerca de 0,002% de óleo essencial (MIRELLE, 2017).

Ao longo da extração, a água externa a planta (remanescente da lavagem) se misturará com a água *in situ*. Assim, a camomila que saíra do processo terá reabsorvido toda a água que não for destinada a comercialização.

Considera-se que há uma perda de 2% de massa de óleo essencial e hidrolato, devido a uma retenção no equipamento. Como o óleo essencial proveniente das flores da camomila varia de 0,24% a 2%, supõe-se que a camomila utilizada possuirá, em média, 1,2% (m/m) de óleo essencial (HERNÁNDEZ-CERUELOS, MADRIGAL-BUJAIAR, LA CRUZ, 2002).

Esse processo de extração é utilizado para matérias vegetais com umidade inicial acima de 60% (FARHAT *et al.*, 2010). Assim, somente a água referente a uma umidade superior a essa porcentagem deixará planta e realizará a extração. No entanto, como a camomila possui elevada umidade, não será necessário evaporar toda essa quantidade de água para realização do processo. Considerou-se então que será evaporado somente a água superior a umidade de 70% (b.u.). Logo, 57,094 kg/h de água serão removidos da camomila. Como 5,155 kg/h de hidrolato serão encaminhados a comercialização (considerando que haverá uma perda de 2% posteriormente), a razão de refluxo desse processo será de 10,07.

Na Tabela 21 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 21 – Vazões e frações mássicas da etapa de extração

Corrente	34	35	36	37	P35	P36
Vazão mássica (kg/h)	340,445	0,366	5,052	334,916	0,007	0,103
Fração de matéria seca (m/m)	0,1205	-	-	0,1225	-	-
Fração de óleo essencial (m/m)	0,0118	1,0000	0,00002	0,0108	1,0000	0,00002
Fração água in situ (m/m)	0,8477	-	0,99998	0,8666	-	0,99998
Fração de água externa (m/m)	0,0200	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2018).

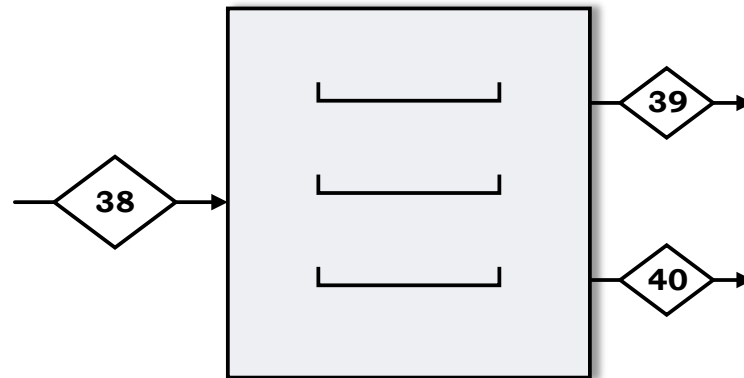
Segundo Chemat *et al.* (2015), comparado com a hidrodestilação, os óleos obtidos por meio da SFME apresentam maiores quantidade de compostos oxigenados. Esses compostos são altamente odoríferos, contribuindo para fragrância do óleo, e conseqüentemente, são mais valiosos (FILLY *et al.*, 2014). Assim, estima-se que o óleo extraído apresentará maiores quantidades de alfa-bisabol, óxidos de bisabol, flavonóis, glicosídeos flavonicos, colina, cumarinas e taninos do que óleos extraídos por outros métodos.

8.4.5 Secagem

Parte da camomila proveniente da extração passará por um processo de secagem, a fim de reduzir sua umidade, possibilitando sua utilização como agente esfoliante no sabonete. Não será necessária uma grande quantidade de matéria vegetal seca, logo, a camomila efluente da extração e que não passará pela secagem, será encaminhada para o seu respectivo tratamento (corrente de resíduo).

A Figura 35 apresenta o esquema da secagem com entrada da camomila proveniente do processo de extração (corrente 38), saída de vapor (corrente 39) e saída de camomila seca (corrente 40).

Figura 35 – Diagrama de processo da secagem



Fonte: Autoria própria (2018).

Por ser um processo de secagem, considera-se que não ocorrerão perdas em relação a camomila.

Na Tabela 22 são apresentados os valores das vazões mássicas das correntes e suas respectivas composições.

Tabela 22 – Vazões e frações mássicas da etapa de secagem

Corrente	Resíduo	38	39	40
Vazão mássica (kg/h)	333,052	1,864	1,611	0,254
Fração de matéria seca (m/m)	0,1225	0,1225	-	0,9000
Fração de óleo essencial (m/m)	0,0108	0,0108	0,0125	-
Fração de água <i>in situ</i> (m/m)	0,8666	0,8666	-	0,1000
Fração de vapor (m/m)	-	-	0,9875	-

Fonte: Autoria própria (2018).

8.4.6 Armazenamento

Nessa etapa, ocorrerá apenas o armazenamento do óleo essencial, do hidrolato e da camomila seca com o objetivo de manter suas qualidades até que sejam envasados ou, no caso do óleo e da camomila seca, utilizados em outro processo. Com isso, considera-se que não ocorrerão perdas.

9 BALANÇO DE ENERGIA

Com base na Tabela 23, é possível estimar tempos de batelada para os processos da Verde.Ser.

Tabela 23 – Tempos típicos para processo em batelada

Atividade	Tempo (h)
Carregamento da alimentação e agitação	1,5 – 3,0
Aquecimento	0,2 – 2,0
Esvaziamento e limpeza	0,5 – 1,0

Fonte: Adaptado de Fogler (2009).

Considerando a produção mensal, a Verde.Ser contará com apenas uma equipe para fabricação de sabonetes, sabonetes esfoliantes e hidratantes. A produção será alternada de forma a possibilitar a fabricação de toda demanda mensal ao longo das 6 h de trabalho diário durante 20 dias. Essa estrutura de trabalho permitirá um aumento das horas trabalhadas caso haja maior demanda de produção.

9.1 SABONETE

A Tabela 24 exibe os valores de tempo dos processos em batelada, definidos com base na Tabela 23, juntamente com o tempo total do processo de resfriamento.

Tabela 24 – Tempos de processo da produção de sabonete da Verde.Ser

Etapa	Tempo (h)		
	Carregamento e agitação	Aquecimento ou resfriamento	Esvaziamento e limpeza
Tanque de mistura	1,0	0,75	1,0
Resfriamento	-	0,5	0,5
Extrusão e corte	0,75	-	0,5

Fonte: Autoria própria (2019).

A partir da Tabela 24, observou-se que o tempo médio de batelada do processo de produção do sabonete desconsiderando a embalagem é de 5 h. Como essa linha operará durante 6 h por dia, definiu-se a realização de uma batelada diária, totalizando 8 bateladas mensais. Logo, a produção de sabonetes deverá ocorrer em 8 dias no decorrer do mês.

Os cálculos do balanço de energia da produção de sabonetes foram realizados considerando essa quantidade de bateladas estão apresentados no Apêndice C1.

9.1.1 Tanque de Aquecimento e Mistura

A etapa de aquecimento e mistura ocorrerá em um tanque de aquecimento elétrico, em que a massa base, o corante e o óleo vegetal de Jojoba serão aquecidos da temperatura ambiente (16,4 °C) a 70 °C (CLIMATE-DATA, 2019).

As propriedades termodinâmicas utilizadas para realização dos cálculos estão expostas na Tabela 25.

Tabela 25 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento e mistura

Substância	Estado	Calor específico (kJ/kg.K)	Temperatura de fusão (°C)	Entalpia de fusão (kJ/kg)	Referência
Óleo vegetal	Líquido	0,739	-	-	(WISNIAK, 1987)
Massa base	Sólido	2,288	50	210,199	Apêndice C1
	Líquido	2,288			

Fonte: Autoria própria (2019).

O corante corresponde a aproximadamente 0,29% (m/m), uma quantidade que pode ser considerada desprezível em questões energéticas quando comparada a energia associada aos demais componentes, sendo assim desprezada durante os cálculos. Dessa forma, o calor que deverá ser fornecido ao tanque durante os 45 minutos de aquecimento é de 14,662 kW.

9.1.2 Trocador de Calor

Nessa etapa, a corrente oriunda do tanque de aquecimento e mistura terá sua temperatura reduzida de 70 °C a 50 °C utilizando a água a temperatura ambiente como fluido refrigerante.

Para os cálculos dessa fase do processo, foram utilizadas as propriedades termodinâmicas representadas na Tabela 25 e o calor específico da água líquida, 4,184 kJ/kg.K (GREEN, PERRY, 2008). A Tabela 26 expressa as condições de entrada e saída das correntes do equipamento.

Tabela 26 – Condições de entrada e saída do processo

Corrente	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)
Mistura	70	50
Fluido refrigerante	16,4	40

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, considerando o tempo de operação igual a 30 minutos, a vazão de fluido refrigerante deve ser igual a 104,996 kg/h.

9.2 SABONETE ESFOLIANTE

Devido ao processo do sabonete esfoliante ser análogo ao do sabonete, o tempo de batelada média se mantém o mesmo, 5 h (Tabela 24), sendo operado também uma única batelada diária. Foi estabelecido que a linha de produção do sabonete esfoliante deverá operar durante 4 dias no mês, totalizando 4 bateladas mensais.

Os cálculos do balanço de energia da produção de sabonetes esfoliantes foram realizados considerando essa quantidade de bateladas estão apresentados no Apêndice C2.

9.2.1 Tanque de Aquecimento e Mistura

O processo será realizado em um tanque de aquecimento elétrico, na qual a massa base, o corante, o óleo vegetal de Jojoba e a camomila seca serão aquecidos de 16,5 °C (temperatura ambiente) a 70 °C (CLIMATE-DATA, 2019).

Os valores das propriedades termodinâmicas utilizadas nos cálculos do balanço de energia estão representados na Tabela 25.

A matéria vegetal de camomila adicionada para agir como agente esfoliante apresenta uma porcentagem menor que 5% (m/m). Dessa forma, assim como o corante que representa 0,28% (m/m), não apresenta impacto significativo na demanda de energia total do processo, podendo então serem ambos desconsiderados. Com isso, deverá ser fornecido 16,740 kW de potência considerando 45 minutos de processo.

9.2.2 Trocador de Calor

De forma similar ao trocador de calor do sabonete, a corrente proveniente do tanque de aquecimento e mistura será resfriada de 70 °C a 50 °C utilizando água a temperatura ambiente como fluido refrigerante, com calor específico igual a 4,184 kJ/kg.K (GREEN, PERRY, 2008). A Tabela 25 expressa as propriedades termodinâmicas utilizadas nos cálculos e a Tabela 27 as condições de entrada e saída dos fluidos do processo.

Tabela 27 – Condições de entrada e saída do processo

Corrente	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)
Mistura	70	50
Fluido refrigerante	16,4	40

Fonte: Autoria própria (2019).

Com o tempo do processo de resfriamento definido em 30 minutos será necessária uma vazão de água igual a 120,207 kg/h.

9.3 CREME HIDRATANTE CORPORAL

Utilizando as informações da Tabela 23, assumiu-se os tempos de batelada de cada etapa do processo, conforme apresentado na Tabela 28.

Tabela 28 – Tempos de processo da produção de creme hidratante corporal da Verde.Ser

Etapa	Tempo (h)		
	Carregamento e agitação	Aquecimento ou resfriamento	Esvaziamento e limpeza
Fase aquosa	1,0	0,75	0,5
Fase oleosa	0,3	0,25	0,25
Mistura final	0,25	1,5	1,0

Fonte: Autoria própria (2019).

O tempo médio de batelada de todo processo desconsiderando a etapa de envase é de 5 h. Como essa área da Verde.Ser operará durante 6 h diárias, optou-se por realizar uma batelada por dia. Logo, definiu-se que a produção mensal de hidratantes ocorrerá durante os 8 dias restantes de trabalho, totalizando 8 bateladas mensais.

Todos os cálculos do balanço de energia foram realizados considerando essa quantidade de bateladas e estão apresentados no Apêndice C3.

9.3.1 Tanque de Aquecimento da Fase Aquosa

Nessa etapa, em um tanque de aquecimento elétrico, ocorrerá o aquecimento da água, umectante (glicerina vegetal) e espessante (goma xantana) de 16,4 °C (temperatura ambiente) a 80°C (CLIMATE-DATA, 2019).

A Tabela 29 apresenta as propriedades termodinâmicas necessárias para realização dos cálculos.

Tabela 29 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento da fase aquosa

Substância	Estado	Calor específico (kJ/kg.K)	Temperatura de fusão (°C)	Entalpia de fusão (kJ/kg)	Referência
Água	Líquido	4,184	0	-	(GREEN, PERRY, 2008)
	Sólido	1,381			(GREEN, PERRY, 2008)
Glicerina	Líquido	2,377	18,07	198,698	(BASTOS <i>et al.</i> ,1998)

Fonte: Autoria própria (2019).

A quantidade de calor necessária para aquecer o espessante foi desprezada dos cálculos, pois é muito pequena comparada ao calor necessário para aquecer a água e a glicerina, já que o mesmo está presente na mistura em uma porcentagem menor que 2% (m/m). Assim, o calor que deverá ser fornecido durante o processo, considerando 45 minutos de aquecimento, é igual a 12,359 kW.

9.3.2 Tanque de Aquecimento da Fase Oleosa

Nessa etapa, em um tanque de aquecimento elétrico, ocorrerá o aquecimento dos emolientes (manteiga vegetal de cupuaçu e óleo vegetal de jojoba) e do emulsionante (lecitina de soja) de 16,4 °C (temperatura ambiente) a 80°C (CLIMATE-DATA, 2019).

A Tabela 30 apresenta as propriedades termodinâmicas necessárias para realização dos cálculos.

Tabela 30 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de aquecimento da fase oleosa

Substância	Estado	Calor específico (kJ/kg.K)	Temperatura de fusão (°C)	Entalpia de fusão (kJ/kg)	Referência
Manteiga vegetal	Sólido	2,380	30	157,000	(ENGMANN, MACKLEY, 2006)
	Líquido	2,010			
Óleo vegetal	Líquido	0,739	-	-	(WISNIAK, 1987)
Lecitina	Líquido	1,735	-	-	(FASINA, COLLEY, 2008)

Fonte: Autoria própria (2019).

Deverão ser fornecidos 6,268 kW durante o processo considerando 15 minutos de aquecimento.

9.3.3 Tanque de Resfriamento

Nesse estágio, a mistura da fase aquosa junto à fase oleosa, óleo essencial de camomila, conservante, antioxidante e corante deverá ser resfriada de 80°C a 15 °C por uma solução hidroalcoólica com 40% (m/m) de etanol.

As Tabelas 29, 30 e 31 apresentam as propriedades termodinâmicas necessárias para realização dos cálculos e a Tabela 32 apresenta as condições de entrada e saída das correntes no processo.

Tabela 31 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no tanque de resfriamento

Substância	Estado	Calor específico (kJ/kg.K)	Referência
Hidratante	-	3,525	Apêndice C3
Solução hidroalcoólica 40% (m/m)	Líquido	3,941	(GREEN, PERRY, 2008)

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 32 – Condições de entrada e saída do processo

Corrente	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)
Hidratante	80	15
Fluido refrigerante	-15	5

Fonte: Autoria própria (2019).

A quantidade de calor que deve ser retirada para resfriar o espessante, óleo essencial, conservante, antioxidante e corante foi desprezada dos cálculos, pois é muito pequena comparada ao calor referentes aos outros componentes, já que esses compostos juntos estão presentes na mistura em uma porcentagem menor que 5% (m/m). Assim, a vazão necessária de fluido refrigerante será de 299,698 kg/h para 1,5 h de operação.

9.4 ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL

Segundo Lucchesie, Chemat e Smadja (2004), as extrações de óleos essenciais de ervas aromáticas realizadas em laboratório apresentaram rendimentos semelhantes à hidrodestilação quando processadas durante 30 minutos. Assim, considerando o tempo de carregamento e esvaziamento do equipamento (15 minutos), além de um tempo extra de 15 minutos, já que o processo ocorrerá em grande escala, adotou-se um tempo de batelada da extração de 1 hora.

Como a unidade de extração operará durante 320 h por mês, serão realizadas 320 bateladas mensais. Todos os cálculos do balanço de energia foram realizados considerando essa quantidade de bateladas e estão apresentados no Apêndice C4.

9.4.1 Extrator

Como a extração possui duas etapas concomitantes, o balanço do extrator será dividido em duas zonas: extração e condensação. A zona de extração é responsável pelo aquecimento da água *in situ* e do óleo essencial, assim como a evaporação de parte da água. A zona de condensação, além de condensar a água evaporada, é responsável por reduzir a temperatura do óleo e da água condensada.

A Tabela 33 apresenta as propriedades termodinâmicas necessárias para realização dos cálculos.

Tabela 33 – Propriedades termodinâmicas para o balanço de energia no extrator

Substância	Estado	Calor específico (kJ/kg.K)	Entalpia de vaporização (kJ/kg)	Referência
Água	Líquido	4,184	2483,097	(GREEN, PERRY, 2008)
Óleo essencial	Líquido	1,148	-	(GHODKI, GOSWAMI, 2016)

Fonte: Autoria própria (2019).

9.4.1.1 Zona de extração

Nessa etapa, o extrator deve fornecer energia suficiente para aquecer toda água e óleo essencial a 100 °C e evaporar parte da umidade da matéria vegetal conforme especificado no balanço de massa. Como o calor necessário para aquecer a matéria vegetal é mínimo quando comparado ao calor necessário para evaporar a água, o mesmo foi desprezado nos cálculos.

Considerando que essa etapa ocorrerá durante o tempo efetivo de extração, ou seja, 45 minutos, a potência fornecida deverá ser de 90,918 kW.

9.4.1.2 Zona de condensação

Nesse estágio, a água evaporada deverá ser condensada e depois resfriada a 60 °C juntamente com o óleo essencial arrastado. Para realizar essa redução de temperatura, será utilizada água a temperatura ambiente (16,4 °C) como fluido refrigerante (CLIMATE-DATA, 2019). A Tabela 34 apresenta as condições de entrada e saída das correntes no processo.

Tabela 34 – Condições de entrada e saída do processo

Corrente	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de saída (°C)
Água e óleo essencial	100	60
Fluido refrigerante	16,4	50

Fonte: Autoria própria (2019).

Considerando que essa etapa ocorrerá durante o tempo efetivo de extração, ou seja, 45 minutos, a vazão necessária de fluido refrigerante será de 1435,350 kg/h.

10 INTREGRAÇÃO ENEGÉTICA

Como a Verde.Ser contará com um volume médio de produção, será empregado aquecimento elétrico nos tanques onde ocorrerá aumento de temperatura. Devido a isso, não será possível realizar uma integração energética na planta, já que serão usadas apenas utilidades frias.

11 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

De acordo com a legislação ambiental, os efluentes industriais devem ser tratados de modo a suas características físico-químicas estejam dentro dos padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução 430 de 2011 (ABIHPEC, 2018).

É possível citar alguns compostos que necessitam de tratamento prévio antes de serem lançados por estarem em concentrações acima das permitidas pela legislação específica e que estão presentes nos dejetos das indústrias de cosméticos: óleos e graxas, sulfetos, despejos amoniacais, tensoativos, fosfatos e polifosfatos, emulsificantes, corantes, pigmentos, solventes orgânicos, álcalis e conservantes. Entretanto, a composição desse resíduo varia com a diversidade de matérias-primas envolvidas nos processos, a quantidade de água utilizada e também o tipo do produto a ser feito, dessa forma, é necessária uma análise do efluente para escolha do melhor tratamento (ABIHPEC, 2018).

Os efluentes podem ser caracterizados através da demanda química de oxigênio (DQO) e da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A DQO, pode ser definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, enquanto a DBO é a quantidade de oxigênio para oxidar biologicamente a matéria, ou seja, na DQO são degradados também os compostos não biodegradáveis e inorgânicos (CONIN, 2017).

Os processos usados para o tratamento de efluentes podem ser classificados de acordo sua natureza e com a operação utilizada, podendo ser físicos, físico-químicos ou biológicos (GIORDANO, 2004). Assim, o tratamento físico-químico é utilizado para tratar efluentes com alta DQO, já o biológico, para elevada DBO. O tratamento físico é utilizado quando o rejeito possui uma grande concentração de sólidos em suspensão.

Em geral, a indústria de cosméticos contém quantidades consideráveis de materiais inorgânicos, que incluem corantes, por exemplo, e de materiais orgânicos, como essências e óleos essenciais (ALVES, 2009). Como a Verde.Ser visará utilizar produtos naturais ou menos sintéticos possíveis, é esperado que a carga de matéria orgânica (DBO) seja elevada, correspondendo a quase toda DQO. Sendo assim, o tratamento ideal seria o biológico.

Dentre os tratamentos biológicos, estão processos de lodos ativados, lagoas de estabilização, sistemas anaeróbios com alta eficiência, lagoas aeradas, filtros biológicos e precipitação química com alta eficiência (CONIN, 2017).

Para ser lançado nos corpos d'água, o efluente deve se apresentar dentro dos padrões de emissão e qualidade garantindo manter as características estipuladas no corpo d'água presentes na Resolução CONAMA nº 357/07, para águas doces, salinas e salobras (ABIHPEC, 2018).

Os resíduos da Verde.Ser serão constituídos, essencialmente, do resíduo de limpeza dos equipamentos, da água utilizada no processo de lavagem da matéria vegetal e da camomila residual proveniente do processo de extração do óleo essencial.

Visando a minimização do uso de água, a água utilizada na lavagem será tratada e recirculada no processo. A composição da corrente aquosa será basicamente sujeira, proveniente do solo durante a colheita, e partes da planta que podem vir a se desprender durante o processo de lavagem. Devido a granulometria e natureza das partículas, os processos escolhidos para o tratamento foram o gradeamento e a filtração. O gradeamento objetiva a remoção de sólidos grosseiros com espaçamento entre barras de, em média, 0,5 a 2 cm (GIORDANO, 2018). O processo de filtração tem por finalidade remover e reter as impurezas ainda presentes na água, como partículas em suspensão, coloidais e microrganismos. O filtro é formado por um leito poroso granular, podendo ser composto por uma ou mais camadas de areia com granulometrias diferentes, carvão ou ambos (COMUSA, 2017; SAAE, 2006).

A camomila retirada do processo de extração e que não será utilizada na produção, parte será utilizada no sistema de compostagem da empresa e parte será disponibilizada para doação, devido à ausência de contaminação. Se a quantidade de camomila gerada for muito elevada e o processo de doação não for suficiente, o excedente será encaminhado a um aterro sanitário.

O efluente oriundo da limpeza dos equipamentos, que contém, em sua maioria, compostos biodegradáveis, será encaminhado a uma empresa terceirizada para que sejam realizados o tratamento e a destinação final adequado, atendendo aos ideais da empresa de responsabilidade em todo ciclo de vida do produto.

12 DIMENSIONAMENTO

12.1 SABONETE

Admitiu-se a densidade do sabonete como 950 kg/m^3 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (AMÉRICA AROMAS, 2019) para o cálculo do volume do tanque de aquecimento e mistura e uma tensão de 220 V para o cálculo de resistência.

O coeficiente global de transferência de calor do trocador foi definido como $600 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, valor encontrado em uma faixa usual de coeficientes globais de transferência de calor em trocadores casco-tubo entre líquidos orgânicos e água (GEANKOPLIS, 1993; LUDWIG, 2001).

Os valores do projeto nominal dos equipamentos estão expostos na Tabela 35.

Tabela 35 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de sabonete

Equipamento	Volume (m^3)	Área de troca térmica (m^2)	Resistência (Ω)	Capacidade (kg/h)
Tanque aquecimento e mistura	0,128	-	3,310	-
Trocador de calor	-	0,151	-	-
Extrusora	-	-	-	147,738

Fonte: Autoria própria (2019).

Os cálculos do projeto nominal dos equipamentos estão detalhados no Apêndice D1.

12.2 SABONETE ESFOLIANTE

Devido à similaridade dos processos e a pequena diferença na composição do sabonete e sabonete esfoliante, considerou-se não haver variação nas propriedades, assim a densidade foi definida como 950 kg/m^3 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (AMÉRICA AROMAS, 2019), tensão igual a 220 V e o coeficiente global de transferência de calor, $600 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (GEANKOPLIS, 1993; LUDWIG, 2001).

A Tabela 36 expõe os dados provenientes do projeto nominal dos equipamentos para o processo de sabonete esfoliante.

Tabela 36 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de sabonete esfoliante

Equipamento	Volume (m³)	Área de troca térmica (m²)	Resistência (Ω)	Capacidade (kg/h)
Tanque aquecimento e mistura	0,154	-	2,891	-
Trocador de calor	-	0,173	-	-
Extrusora	-	-	-	177,285

Fonte: Autoria própria (2019).

Os cálculos do projeto nominal dos equipamentos estão detalhados no Apêndice D2.

12.3 CREME HIDRATANTE CORPORAL

Admitiu-se a densidade da água como 998,720 kg/m³ a 16,4 °C para o cálculo da capacidade do filtro de osmose inversa (FOX, MCDONALD, 2006).

Para o cálculo do volume do tanque de aquecimento da fase aquosa, considerou-se que a densidade da mistura é igual a 985,36 kg/m³, ou seja, a densidade da água a 48,2 °C (temperatura média entre 16,4 °C e 80°C) (FOX, MCDONALD, 2006); enquanto que, para o tanque de aquecimento da fase oleosa, considerou-se que a densidade da mistura é igual a 863,270 kg/m³, ou seja, a densidade do óleo de jojoba a 20 °C (FERQUIMA, 2018). Para o cálculo da resistência dos dois tanques, adotou-se a tensão de 220 V.

Com relação ao volume do tanque de resfriamento, considerou-se que a densidade do hidratante é igual a 1135 kg/m³ (GAZAL *et al.*, 2014). Adotou-se 700 W/m².K como coeficiente global de troca térmica, por ser um valor intermediário da faixa de coeficiente globais de troca térmica para trocador casco-tubo entre líquidos orgânicos e água (GEANKOPLIS, 1993; LUDWIG, 2001).

A Tabela 37 apresenta os valores para do projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de hidratante.

Tabela 37 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na produção de hidratante

Equipamento	Capacidade (m³/h)	Volume (m³)	Área de troca térmica (m²)	Resistência (Ω)
Filtro de osmose inversa	0,218	-	-	-
Tanque – Fase aquosa	-	0,125	-	3,92
Tanque – Fase oleosa	-	0,035	-	7,72
Tanque de resfriamento	-	0,136	0,191	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Os cálculos para o projeto nominal dos equipamentos estão descritos no Apêndice D3.

12.4 ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL

Em relação ao cálculo do volume da zona de extração do extrator, considerou-se que a saca de 60 L da planta possui 25 kg, informação provida por fornecedores do insumo.

Para o dimensionamento da área de troca térmica na zona de condensação do extrator, adotou-se $1400 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ como coeficiente global de troca térmica, por ser um valor intermediário da faixa de coeficiente globais de troca térmica para condensadores entre vapor d'água e água (GEANKOPLIS, 1993; LUDWIG, 2001).

Quanto ao cálculo do volume do tanque de armazenamento de óleo essencial de camomila, considerou-se a densidade de $938,120 \text{ kg/m}^3$, já que a densidade relativa a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ do óleo essencial de camomila e a densidade da água a 20°C são, respectivamente, 940 e 998 kg/m^3 (GUENTHER, 1952; FOX, MCDONALD, 2006).

Para o dimensionamento do volume do tanque de armazenamento da água floral, considerou-se a densidade da água a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ambos os tanques de armazenamento de óleo essencial e água floral estarão em sua capacidade máxima no mês de novembro. Nesse mês, estará acumulada toda demanda anual desses produtos (toda produção de agosto a novembro), exceto o que será destinado a comercialização e a utilização na fabricação de outros produtos referente aos três meses anteriores.

A Tabela 38 apresenta os valores para do projeto nominal dos equipamentos utilizados na obtenção de óleo essencial e água floral.

Tabela 38 – Projeto nominal dos equipamentos utilizados na obtenção de óleo essencial e água floral

Equipamento	Volume (m^3)	Área de troca térmica (m^2)
Extrator – Zona de extração	0,817	-
Extrator – Zona de condensação	-	0,857
Tanque de armazenamento de óleo essencial	0,333	-
Tanque de armazenamento de água floral	4,320	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Em relação ao projeto nominal da estufa, calculou-se a vazão volumétrica de ar necessária para reduzir a umidade da camomila até 10% (b.u.). Para tal processo,

considerou-se um tempo efetivo de secagem de 23 h e 20 bateladas mensais. A Tabela 39 apresenta as condições adotadas de entrada e saída do ar.

Tabela 39 – Condições de entrada e saída do ar da estufa de secagem

Propriedades	Entrada	Saída
Umidade relativa (%)	40	70
Temperatura (°C)	16,4	30

Fonte: Autoria própria (2019).

Para tais condições, será necessária uma estufa com uma vazão mínima de ar de 69,83 m³/h.

Os cálculos para o projeto nominal dos equipamentos estão descritos no Apêndice D4.

13 ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

13.1 SABONETE E SABONETE ESFOLIANTE

Para atender as necessidades de produção de sabonetes e sabonetes esfoliantes, serão adquiridos um tanque de mistura, um trocador de calor, uma extrusora e um cortador, cujas especificações estão explicitadas nos Quadros 9, 10, 11 e 12.

Quadro 9 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura

Nome do equipamento	Tanque de aquecimento e mistura
Capacidade máxima (L)	170
Dimensões (mm) (D x A)	600 x 600
Material interno	AISI 316L
Material externo	AISI 304
Sistema de agitação	Âncora com raspadores de impelidores fixos
Potência de mistura (kW)	0,735
Forma de aquecimento	Elétrico
Potência de aquecimento (kW)	18
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	28.000,00
Fornecedor	Empresa 1

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 10 – Especificações do trocador de calor

Nome do equipamento	Trocador de calor
Tipo	Bitubular
Material do tubo	SS304
Material do casco	Aço carbono
Área de troca térmica (m ²)	0,21
Custo unitário (US\$)	235,00
Fornecedor	Empresa 2

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 11 – Especificações da extrusora

Nome do equipamento	Extrusora
Capacidade máxima (kg/L)	200
Dimensões (mm) (C x L x A)	1400 x 700 x 1200
Material interno e acabamento	Inox
Potência de aquecimento (kW)	0,5
Custo unitário (R\$)	43.850,00
Fornecedor	Empresa 3

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 12 – Especificações do cortador

Nome do equipamento	Cortador para sabonete
Capacidade máxima (quantidade/vez)	200
Material	SS304
Custo unitário (R\$)	1.970,00
Fornecedor	Empresa 3

Fonte: Autoria própria (2019).

13.2 CREME HIDRATANTE CORPORAL

Para atender as necessidades de produção do creme hidratante, serão adquiridos um filtro de osmose inversa, um tanque de aquecimento e mistura para fase aquosa, um tanque de aquecimento e mistura para fase oleosa e um tanque de mistura encamisado, cujas especificações estão explicitadas nos Quadros 13, 14, 15 e 16.

Quadro 13 – Especificações do filtro de osmose inversa

Nome do equipamento	Filtro de osmose inversa
Capacidade máxima (L/h)	1000
Custo unitário (R\$)	35.000,00
Fornecedor	Empresa 4

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 14 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura da fase aquosa

Nome do equipamento	Tanque de aquecimento e mistura da FA
Capacidade máxima (L)	140
Dimensões (mm) (D x A)	550 x 600
Material interno	AISI 316L
Material externo	AISI 304
Sistema de agitação	Âncora com raspadores e impelidores fixos
Potência de mistura (kW)	0,735
Forma de aquecimento	Elétrico
Potência de aquecimento (kW)	15
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	26.000,00
Fornecedor	Empresa 1

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 15 – Especificações do tanque de aquecimento e mistura da fase oleosa

Nome do equipamento	Tanque de aquecimento e mistura da FO
Capacidade máxima (L)	50
Dimensões (mm) (D x A)	400 x 400
Material interno	AISI 316L
Material externo	AISI 304
Sistema de agitação	Âncora com raspadores e impelidores fixos
Potência de mistura (kW)	0,735
Forma de aquecimento	Elétrico
Potência de aquecimento (kW)	9
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	19.800,00
Fornecedor	Empresa 1

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 16 – Especificações do tanque de homogeneização e resfriamento

Nome do equipamento	Tanque de homogeneização e resfriamento
Capacidade máxima (L)	170
Dimensões (mm) (D x A)	600 x 600
Material interno	AISI 316L
Material externo	AISI 304
Sistema de agitação	Emulsificador
	Âncora com raspadores e impelidores fixos
Potência de mistura (kW)	1,47
	0,735
Forma de aquecimento	Elétrico
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	31.000,00
Fornecedor	Empresa 1

Fonte: Autoria própria (2019).

13.3 ÓLEO ESSENCIAL E ÁGUA FLORAL

Para atender as necessidades de obtenção do óleo essencial e da água floral, serão adquiridos uma mesa de lavagem, três extratores por micro-ondas equipados com condensador, uma estufa de secagem, um tanque de armazenamento para o óleo essencial e um tanque para o armazenamento da água floral, cujas especificações estão explicitadas nos Quadros 17, 18, 19, 20 e 21.

Quadro 17 – Especificações da mesa de lavagem

Nome do equipamento	Mesa de lavagem
Dimensões (mm) (C x L x A)	1200 x 600 x 1050
Material	SS304
Bomba	Centrífuga
Potência da bomba (kW)	0,37
Custo unitário (R\$)	15.411,85
Fornecedor	Empresa 5

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 18 – Especificações do extrator por micro-ondas

Nome do equipamento	Extrator por micro-ondas
Capacidade máxima (L)	300
Dimensões (mm) (D x A)	680 x 850
Material	SS304
Forma de aquecimento	Micro-ondas
Potência de aquecimento (kW)	35
Área de troca térmica (m ²)	0,5
Pressão de trabalho	Atmosférica
Capacidade do tanque de óleo (L)	15
Capacidade do tanque de água (L)	150
Custo unitário (US\$)	68.000,00
Fornecedor	Empresa 6

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 19 – Especificações da estufa de secagem

Nome do equipamento	Estufa de secagem e esterilização
Capacidade máxima (L)	81
Vazão de ar (m ³ /h)	80
Dimensões internas (mm) (C x L x A)	450 x 450 x 400
Dimensões externas (mm) (C x L x A)	600 x 720 x 550
Potência (kW)	1
Custo unitário (R\$)	5.280,00
Fornecedor	Empresa 7

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 20 – Especificações do tanque de armazenamento de óleo essencial

Nome do equipamento	Tanque de armazenamento de óleo essencial
Capacidade máxima (L)	350
Dimensões (mm) (D x A)	750 x 820
Material	AISI 316L
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	6.300,00
Fornecedor	Empresa 8

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 21 – Especificações do tanque de armazenamento de hidrolato

Nome do equipamento	Tanque de armazenamento de hidrolato
Capacidade máxima (L)	4350
Dimensões (mm) (D x A)	1000 x 1400
Material	AISI 316 L
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (R\$)	21.000,00
Fornecedor	Empresa 8

Fonte: Autoria própria (2019).

13.4 UTILIDADES

Para atender as necessidades de operação, a planta contará com uma área de utilidades. Para essa área, serão adquiridas três bombas, associadas a água do trocador de calor, a solução hidroalcoólica do tanque de resfriamento e ao sistema de tratamento da água de lavagem da camomila; um chiller para refrigeração da solução hidroalcoólica; uma torre de arrefecimento utilizada na redução da temperatura da água empregada no condensador; um tanque de armazenamento para água de condensação; uma caixa de gradeamento, um filtro de carvão e um tanque de armazenamento de água utilizados no tratamento da água de lavagem da camomila; e uma envasadora. As especificações desses equipamentos estão explicitadas nos Quadros 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29.

Quadro 22 – Especificações da bomba centrífuga

Nome do equipamento	Bomba centrífuga
Vazão máxima (m ³ /h)	2,4
Vazão mínima (m ³ /h)	0,1
Dimensões (mm) (C x L x A)	251 x 12 x 152
Rotação (rpm)	3500
Temperatura máxima de operação (°C)	80
Potência (kW)	0,37
Custo unitário (R\$)	517,08
Fornecedor	Empresa 9

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 23 – Especificações do chiller

Nome do equipamento	Chiller
Vazão máxima (m ³ /h)	5,5
Potência consumida (kW)	12,73
Custo unitário (R\$)	5.000,00
Fornecedor	Empresa 10

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 24 – Especificações da torre de arrefecimento

Nome do equipamento	Torre de arrefecimento
Vazão máxima (m ³ /h)	160
Dimensões (mm) (C x L x A)	5000 x 5000 x 12500
Custo unitário (R\$)	87.592,86
Fornecedor	Empresa 11

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 25 – Especificações do tanque de armazenamento da água de condensação

Nome do equipamento	Tanque de armazenamento de água de condensação
Capacidade máxima (L)	3000
Dimensões (mm) (D x A)	1500 x 1700
Material	SS304
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (US\$)	1.650,00
Fornecedor	Empresa 12

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 26 – Especificações da caixa de gradeamento

Nome do equipamento	Caixa de gradeamento
Capacidade máxima (L)	500
Custo unitário (R\$)	5.000,00
Fornecedor	Empresa 13

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 27 – Especificações do filtro de carvão e areia

Nome do equipamento	Filtro de carvão e areia
Vazão máxima (L/h)	570
Dimensões (mm) (D x A)	203 x 1118
Custo unitário (R\$)	1.939,66
Fornecedor	Empresa 14

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 28 – Especificações do tanque de armazenamento da água de lavagem da camomila

Nome do equipamento	Tanque de armazenamento da água de lavagem da camomila
Capacidade máxima (L)	7000
Dimensões (mm) (D x A)	2000 x 2250
Material	SS304
Pressão de trabalho	Atmosférica
Custo unitário (US\$)	3.800,00
Fornecedor	Empresa 12

Fonte: Autoria própria (2019).

Quadro 29 – Especificações da envasadora

Nome do equipamento	Envasadora
Faixa de enchimento (mL)	10 – 250
Velocidade de enchimento (recipientes/min)	30 – 35
Material	SS304
Modo operacional	Pneumático
Pressão de trabalho (MPa)	0,5
Custo unitário (US\$)	1.100,00
Fornecedor	Empresa 15

Fonte: Autoria própria (2019).

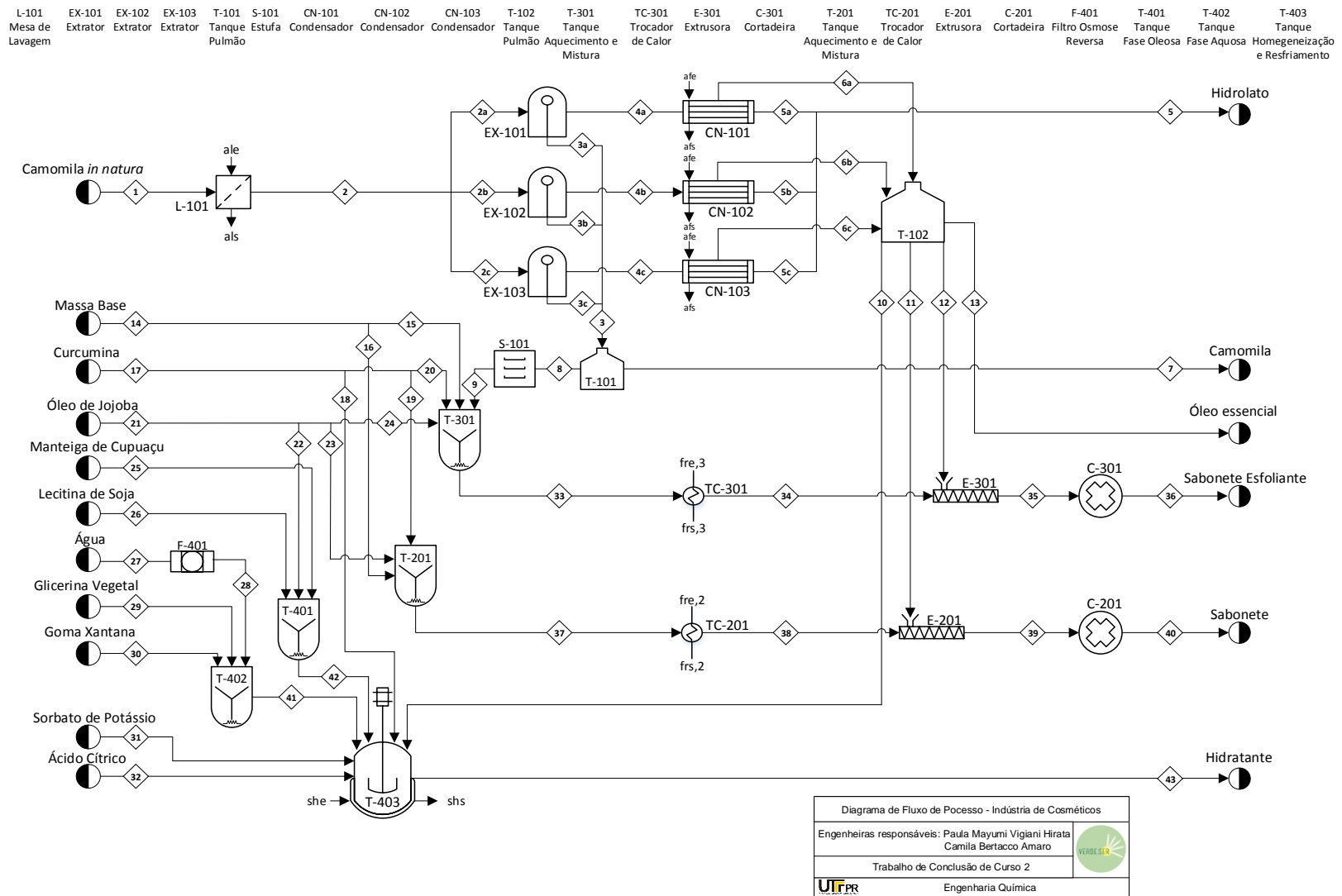
14 DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO

O Diagrama de Fluxo do Processo, em inglês *Process Flow Diagram* (PFD), é um modelo diagramático do processo que contém dados da produção, ou seja, uma maior quantidade de informações quando comparado ao diagrama de blocos. Ele engloba desde a disposição dos equipamentos para realização do processo até as condições de operação, conexão de fluxo e composição, ou seja, todas as informações necessárias para realização de um projeto de um processo químico (TURTON *et al.*, 2009; GAVIN, SINNOTT, 2012).

Devido a sua ampla utilização nas diferentes áreas industriais dentro do processo produtivo, foi desenvolvido o PFD da Verde.Ser, o qual foi dividido por áreas de produção, conforme a Figura 36. A área 100 representa a área de extração, a 200 o processo do sabonete, a 300 de sabonete esfoliante e a 400 a área de produção do creme hidratante corporal. Devido à grande capacidade de produção necessária para extração, serão utilizados 3 extratores iguais que operarão com as mesmas condições de vazão, temperatura e pressão, sendo denotadas no diagrama com as letras a, b e c posterior ao número das correntes.

Os valores e detalhamento das correntes do PFD estão expostos no Apêndice E.

Figura 36 – Diagrama de Fluxo de Processo da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2019).

15 LAYOUT

O terreno definido para instalação da Verde.Ser está localizado na zona industrial do município de Mandirituba no estado do Paraná (Figura 37). Possui aproximadamente 2.093 m², proximidade com um posto da Polícia Rodoviária Federal e acesso direto a principal rodovia que liga Mandirituba ao município de Curitiba, facilitando o escoamento da produção, sendo Curitiba o principal centro de distribuição dos produtos da empresa.

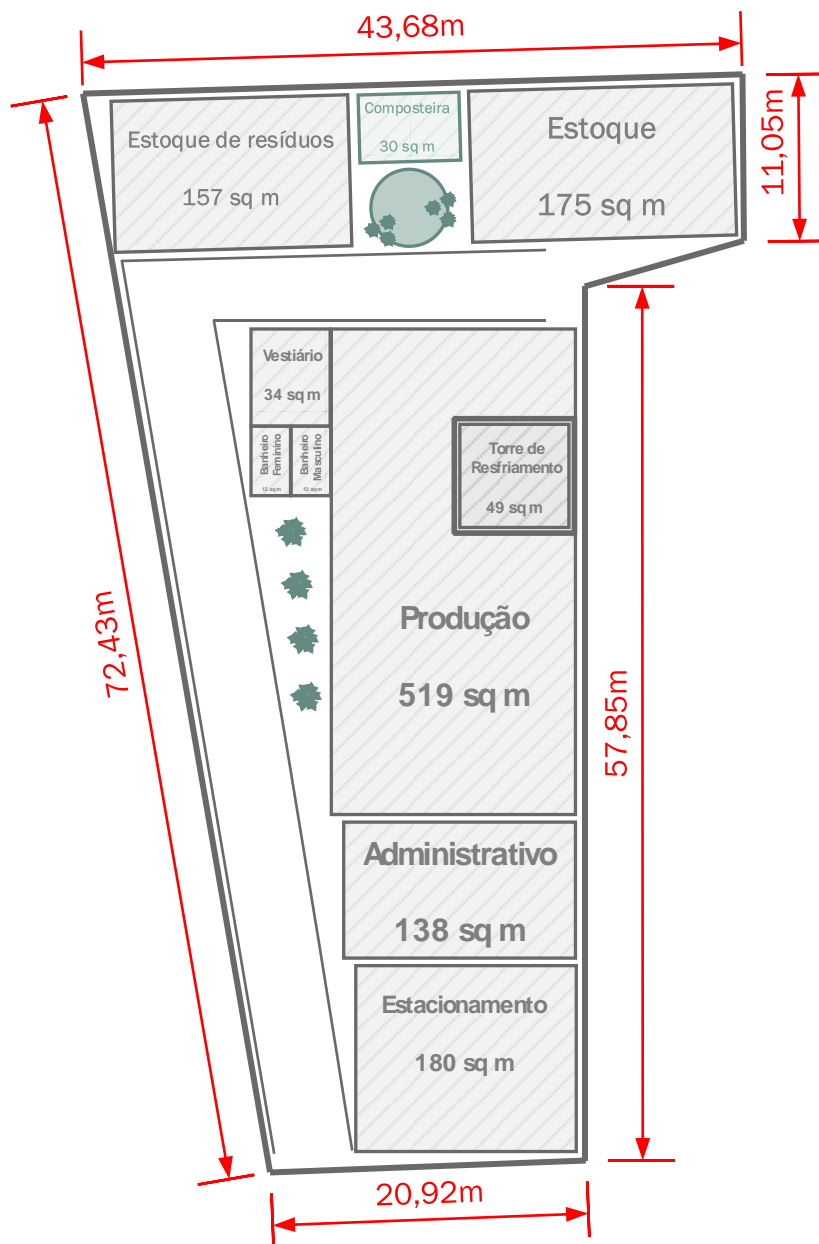
Figura 37 – Terreno para implantação da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 38 representa a disposição das principais áreas da companhia dentro do terreno. O layout foi desenvolvido de modo a simplificar o andamento da fábrica, facilitar a logística e satisfazer a demanda da empresa. Dessa forma, a Verde.Ser irá dispor de um estoque de resíduos, um estoque de matérias-primas e produtos acabados, uma composteira, um espaço de lazer ao ar livre, um vestiário, dois banheiros (feminino e masculino), um setor de produção, um setor para administração e um estacionamento.

Figura 38 – Layout do terreno



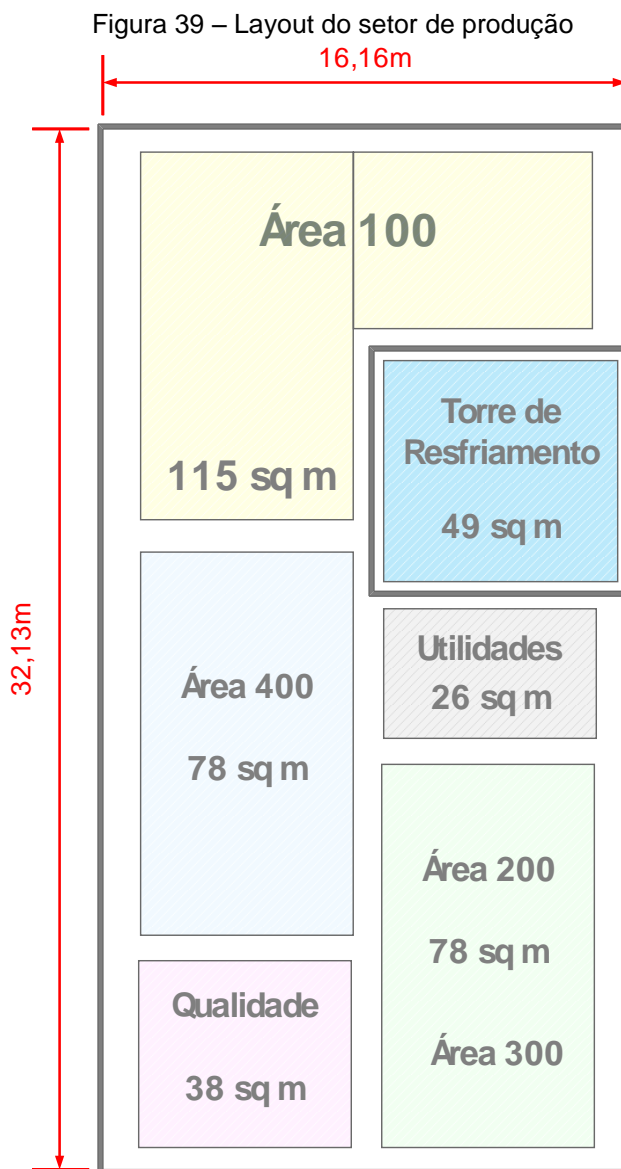
Fonte: Autoria própria (2019).

O estoque de resíduos acomodará os barris com a água resultante da lavagem dos equipamentos e a camomila proveniente do processo de extração. O estoque será dividido no armazenamento de matéria-prima e produto acabado e será setorizado com o objetivo de organizar e facilitar o trabalho, devendo possuir um fluxo de ar de modo a manter a matéria vegetal dentro dos padrões de uso.

Em vista dos valores ambientais da empresa, será disponibilizado uma composteira que utilizará o resíduo da camomila como matéria orgânica. Dessa forma,

os colaboradores poderão se beneficiar do adubo e parte do resíduo será reaproveitado.

A Figura 39 exemplifica a disposição dos espaços no setor de produção, que contará com a divisão das áreas de produção (área 100 – extração, 200 – sabonete, 300 – sabonete esfoliante e 400 – hidratante corporal); central de utilidades, que será um espaço separado para as utilidades empregadas no processo de produção, como o chiller e o sistema de tratamento da água de lavagem da camomila; área localizada fora dos limites da produção, na parte exterior, a qual estará localizada a torre de arrefecimento e uma sala de controle qualidade, onde será feito o acompanhamento da qualidade e das especificações durante todo processo.



Fonte: Autoria própria (2019).

As divisões do setor administrativo estão expostas na Figura 40 e compreendem: uma copa, uma área de lazer, três banheiros (masculino, especial e feminino), os escritórios, uma sala de reunião, uma recepção e um local para amostra e venda. A sala de lazer contará com um ambiente tranquilo e relaxante para o descanso dos colaboradores. A sala de amostra e vendas será um local ambientado com os ideais da empresa, sendo um espaço específico para receber clientes que desejam adquirir ou conhecer os produtos Verde.Ser.

Figura 40 – Layout do setor administrativo



Fonte: Autoria própria (2019).

16 ANÁLISE FINANCEIRA

A fim de verificar a viabilidade financeira da Verde.Ser, realizou-se uma análise financeira do projeto levando em consideração diversos fatores, como investimentos em terreno, obras civis, mão-de-obra, custos operacionais, receitas e carga tributária.

16.1 INVESTIMENTOS

Com relação aos investimentos, será necessário adquirir o terreno na cidade de Mantidituba – PR, bem como custear a construção da planta industrial. Além disso, deve-se considerar a aquisição de equipamentos, utilidades, mobília, itens de laboratório e Equipamentos de Proteção Individual (EPI); assim como, os custos administrativos, que incluem gastos com internet, papel, computadores e documentos/taxas para abrir a empresa.

Todos os custos de investimento estão explicitados na Tabela 40 e detalhados no Apêndice F1.

Tabela 40 – Investimento total

	Investimento
Administrativo	R\$ 60.000,00
Treinamento	R\$ 2.000,00
Laboratório	R\$ 50.000,00
EPI	R\$ 1.583,96
Mobília	R\$ 30.000,00
Equipamentos	R\$ 1.203.909,88
Terreno e obras	R\$ 1.414.264,56
Água de lavagem	R\$ 10,46
Solução hidroalcoólica	R\$ 523,40
Total	R\$ 2.762.292,26

Fonte: Autoria própria (2019).

16.2 CUSTOS FIXOS

Os custos fixos correspondem a parcela constante dos custos, ou seja, que será independente da variação de parâmetros operacionais, como volume de produção ou tamanho da equipe de trabalho (BLANK, TARQUIN, 2008). Os custos fixos da Verde.Ser compreenderão gastos com água e esgoto, energia, funcionários

e terceirizados, manutenção de equipamentos, materiais de laboratório e administrativo (internet, telefone, papel e produtos de limpeza).

A equipe de funcionários da Verde.Ser contará com um presidente, um gerente geral, um engenheiro químico, dois profissionais de marketing/vendas, dois encarregados, seis operadores dos extratores, um químico, três colaboradores, dois estoquistas, um recepcionista e dois profissionais de limpeza.

Nos meses em que ocorre a extração do óleo essencial de camomila, essa equipe se dividirá em dois turnos, dispondo também de um químico para o segundo turno e mais quatro colaboradores que serão terceirizados para auxiliar na área 100.

Com relação aos terceirizados, a empresa contará com um profissional de RH, dois contadores, um operador de TI e um advogado.

Os custos fixos foram divididos em dois períodos: época de colheita da camomila (4 meses) e entressafra (8 meses); e estão evidenciados na Tabela 41 e detalhados no Apêndice F2.

Tabela 41 – Custo fixo anual

	4 meses	8 meses	Anual
Administrativo	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 6.000,00
Água/esgoto	R\$ 1.889,66	R\$ 3.091,20	R\$ 4.980,86
Laboratório	R\$ 8.000,00	R\$ 12.000,00	R\$ 20.000,00
Energia	R\$ 4.194,19	R\$ 6.890,46	R\$ 11.084,66
Funcionários	R\$ 390.680,12	R\$ 745.089,92	R\$ 1.135.770,04
Terceirização	R\$ 119.051,68	R\$ 193.089,60	R\$ 312.141,28
Manutenção	-	-	R\$ 120.390,99
Total			R\$ 1.610.367,83

Fonte: Autoria própria (2019).

16.3 CUSTOS VARIÁVEIS

Os custos variáveis correspondem ao componente do custo que se altera com o volume de produção e tamanho da equipe de trabalho (BLANK, TARQUIN, 2008). Para Verde.Ser, esse valor englobará os gastos com energia e água da produção, matérias-primas, embalagens e tratamento de resíduos.

Os custos variáveis também foram divididos em dois períodos: época de colheita da camomila (4 meses) e entressafra (8 meses); e estão apresentados na Tabela 42 e detalhados no Apêndice F3.

Tabela 42 – Custo variável anual

	4 meses	8 meses	Anual
Água	R\$ 321,33	R\$ 642,66	R\$ 963,99
Energia	R\$ 76.349,75	R\$ 76.093,92	R\$ 152.443,67
Matérias primas	R\$ 3.023.139,11	R\$ 373.137,73	R\$ 3.396.276,83
Embalagens	R\$ 60.200,00	R\$ 120.400,00	R\$ 180.600,00
Tratamento de resíduos	R\$ 199,20	R\$ 398,40	R\$ 597,60
Total			R\$ 3.730.882,09

Fonte: Autoria própria (2019).

16.4 CAPITAL DE GIRO INICIAL

O capital de giro inicial é utilizado para custear a operação da empresa até que sejam recebidas as receitas das atividades produtivas, tratando-se de um investimento recuperável (SAMANEZ, 2002).

Para Verde.Ser, esse valor corresponderá ao capital necessário para financiar o funcionamento da empresa durante três meses de maior gasto, ou seja, os meses que compreendem a extração do óleo essencial de camomila.

Os cálculos estão demonstrados no Apêndice F4 e o capital de giro será igual a R\$2.794.616,53.

16.5 RECEITAS

A receita da Verde.Ser será composta pela venda de seus itens (óleo essencial, água floral, sabonete, sabonete esfoliante e creme hidratante corporal) e pela prestação de serviços no ramo de extração de óleos essenciais. Durante os oito meses do ano em que não há colheita de camomila, a Verde.Ser terceirizará o uso de seus extratores para outras empresas cobrando um valor pela hora de utilização dos mesmos.

Considerando a venda mensal de todos os 30 mil itens e que os serviços de terceirização da extração serão prestados utilizando os três extratores durante 8 meses, 20 dias por mês, 8 h por dia e custarão R\$200,00 por hora de uso, a receita anual será de R\$15.528.000,00.

O detalhamento da receita está apresentado nas Tabelas 43 e 44.

Tabela 43 – Receita proveniente da venda de produtos

	Quantidade/mês	Valor unitário	Receita mensal	Receita anual
Sabonete	10.000	R\$ 15,00	R\$ 150.000,00	R\$ 1.800.000,00
Sabonete esfoliante	6.000	R\$ 20,00	R\$ 120.000,00	R\$ 1.440.000,00
Hidratante	8.000	R\$ 60,00	R\$ 480.000,00	R\$ 5.760.000,00
Óleo essencial	1.500	R\$ 185,00	R\$ 277.500,00	R\$ 3.330.000,00
Total			R\$ 1.230.000,00	R\$ 14.760.000,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 44 – Receita proveniente da terceirização de serviços

Terceirização	Quantidade de Equipamentos	Ganho (R\$/h)	Tempo (h)	Receita mensal	Receita anual
Extrator	3	R\$ 200,00	160,00	R\$ 96.000,00	R\$ 768.000,00

Fonte: Autoria própria (2019).

16.6 CARGAS TRIBUTÁRIAS

Os impostos que incidem sobre os produtos e prestação de serviços da Verde.Ser são: Programa de Integração Social (PIS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) e Imposto sobre Serviço (ISS).

A Verde.Ser adotará o regime de imposto de Lucro Presumido, pois o faturamento bruto está entre R\$3,6 milhões e R\$78 milhões anuais. Esse regime calcula o IRPJ e CSL tomando como base uma margem de lucro pré-fixada. Assim, ainda que a empresa obtenha uma margem de lucro maior, a tributação incidirá somente sobre a margem pré-fixada (FERNANDES, 2016).

A Tabela 45 apresenta as alíquotas dos impostos que incidem sobre cada produto/serviço no regime de Lucro Presumido.

Tabela 45 – Impostos

Produto/Serviço	PIS	COFINS	IPI	ICMS	ISS
Sabonete	0,65%	3,00%	5,00%	18,00%	-
Sabonete esfoliante	0,65%	3,00%	5,00%	18,00%	-
Creme hidratante	0,65%	3,00%	22,00%	25,00%	-
Óleo essencial	0,65%	3,00%	5,00%	18,00%	-
Hidrolato	0,65%	3,00%	5,00%	18,00%	-
Extração	0,65%	3,00%	-	18,00%	2,00%

Fonte: Autoria própria (2019).

Para esse regime, as alíquotas do PIS e COFINS são as mesmas, independentemente do produto, já a do IPI, é definida pela TIPI (PORTAL

TRIBUTÁRIO, 2019; BRASIL, 2016). O ICMS é um imposto estadual, que no Paraná possui um valor médio de 18% (ABIHPEC, 2017). O ISS é municipal e incide apenas sobre prestação de serviços, sendo a alíquota de 2% para o município de Mandirituba – PR (MANDIRITUBA, 2017).

Com relação ao imposto de renda, para produtos industrializados, a alíquota de 15% do IRPJ é aplicada sobre 8% da receita bruta, assim como, a alíquota de 9% do CSLL é aplicada sobre 12% da receita bruta. No caso da prestação de serviços, a alíquota de 15% do IRPJ e 9% do CSLL são aplicadas sobre 32% da receita bruta (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2019). Ainda, como a receita da Verde.Ser ultrapassa R\$240.000,00 anuais, há um adicional do IRPJ, no qual uma alíquota de 10% é aplicada sobre esse valor (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2019).

No município de Mandirituba, o IPTU corresponde a 0,2% do valor venal do imóvel construído (MANDIRITUBA, 1994).

16.7 FINANCIAMENTO

Como o custo com o terreno será quitado pelos sócios da Verde.Ser, o valor a ser financiado engloba os investimentos (exceto terreno) e o capital de giro inicial, totalizando R\$5.106.908,79. Esse financiamento será realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) por meio do programa “BNDES Automático – Projetos de Investimento”. Como a Verde.Ser se enquadra na categoria de Micro, pequenas e médias empresas, esse financiamento será realizado a uma taxa de juros de 11,24% a.a., possibilitando um período de carência de até 3 anos e um prazo total de 20 anos (BNDES, 2019).

O financiamento é do tipo SAC, isto é, o valor financiado é pago em parcelas de amortização iguais. Logo, as prestações são decrescentes, visto que os juros diminuem a cada prestação (SAMANEZ, 2002).

Optou-se por carência de 1 ano, período esse destinado a construção da planta, e a quitação do financiamento dentro de 4 anos.

A Tabela 46 explicita o saldo devedor, amortização, juros e parcelas do financiamento.

Tabela 46 – Financiamento da Verde.Ser

Ano	Saldo devedor	Juros	Amortização	Prestação
0	R\$ 5.106.908,79	-	-	-
1	R\$ 5.681.038,85	R\$ 574.130,06	-	-
2	R\$ 4.260.779,13	R\$ 638.675,04	R\$ 1.420.259,71	R\$ 2.058.934,75
3	R\$ 2.840.519,42	R\$ 479.006,28	R\$ 1.420.259,71	R\$ 1.899.265,99
4	R\$ 1.420.259,71	R\$ 319.337,52	R\$ 1.420.259,71	R\$ 1.739.597,23
5	R\$ 0,00	R\$ 159.668,76	R\$ 1.420.259,71	R\$ 1.579.928,47

Fonte: Autoria própria (2019).

16.8 DEMONSTRATIVO DO RESULTADO DE EXERCÍCIO (DRE)

Segundo Torres (2018), “a Demonstração do Resultado de Exercício (DRE) é um relatório contábil que evidencia se as operações de uma empresa estão gerando um lucro ou prejuízo”.

No DRE, a entrada é dada pela receita bruta, enquanto as saídas são dadas pelos impostos diretos (PIS, COFINS, IPI, ICMS, ISS e IPTU), custos operacionais, depreciação, juros do financiamento, imposto de renda e amortização do financiamento.

O EBITDA (sigla em inglês para *Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization*) e o Lucro Antes do Imposto de Renda (LAIR) representam, respectivamente, o caixa baseado apenas nas atividades operacionais e o lucro antes de descontos dos impostos.

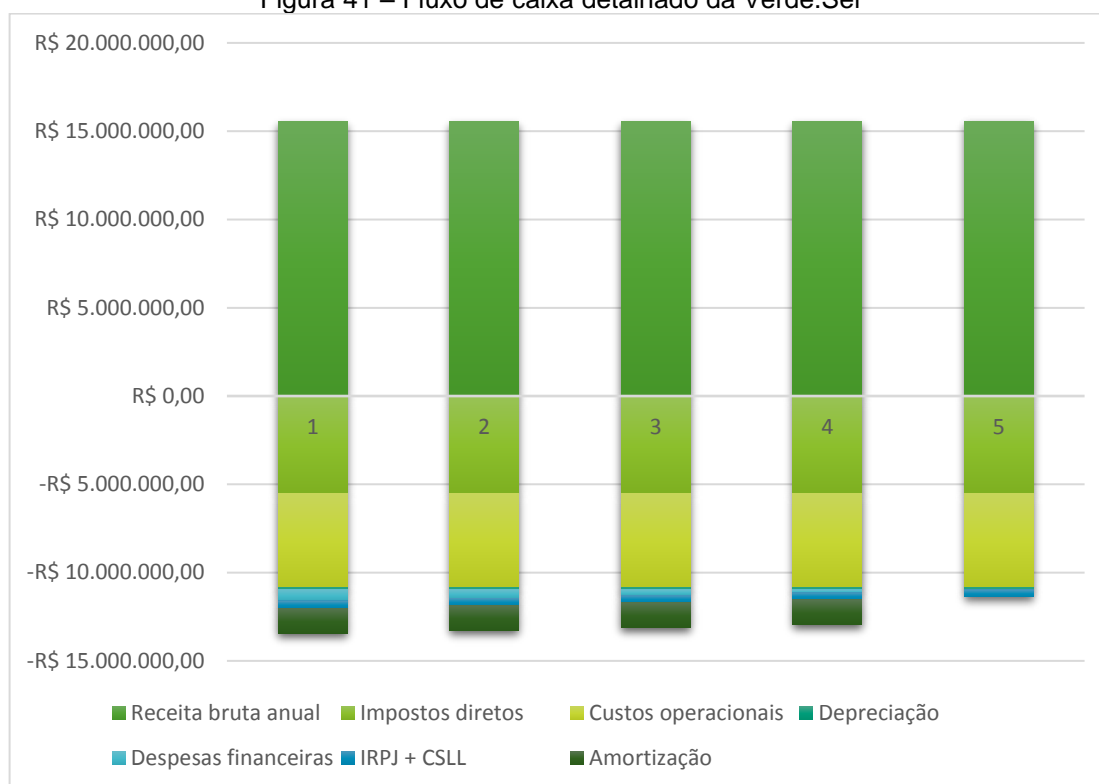
A Tabela 47 apresenta o detalhamento da DRE e a Figura 41 apresenta o fluxo de caixa detalhado da Verde.Ser a partir do primeiro ano de produção até um ano após a quitação do financiamento.

Tabela 47 – Demonstração do resultado de exercício da Verde.Ser

	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
(+) Receita bruta anual	R\$ 15.528.000,00	R\$ 15.528.000,00	R\$ 15.528.000,00	R\$ 15.528.000,00	R\$ 15.528.000,00
(-) Impostos diretos	-R\$ 5.500.400,53	-R\$ 5.500.400,53	-R\$ 5.500.400,53	-R\$ 5.500.400,53	-R\$ 5.500.400,53
(-) Custo operacionais	-R\$ 5.341.249,92	-R\$ 5.341.249,92	-R\$ 5.341.249,92	-R\$ 5.341.249,92	-R\$ 5.341.249,92
(=) EBITDA	R\$ 4.686.349,55	R\$ 4.686.349,55	R\$ 4.686.349,55	R\$ 4.686.349,55	R\$ 4.686.349,55
(-) Depreciação	-R\$ 120.390,99	-R\$ 120.390,99	-R\$ 120.390,99	-R\$ 120.390,99	-R\$ 120.390,99
(-) Despesas financeiras	-R\$ 638.675,04	-R\$ 479.006,28	-R\$ 319.337,52	-R\$ 159.668,76	R\$ 0,00
(=) LAIR	R\$ 3.927.283,52	R\$ 4.086.952,28	R\$ 4.246.621,04	R\$ 4.406.289,80	R\$ 4.565.958,56
(-) Imposto de renda	-R\$ 419.510,40	-R\$ 419.510,40	-R\$ 419.510,40	-R\$ 419.510,40	-R\$ 419.510,40
(=) Lucro líquido	R\$ 3.507.773,12	R\$ 3.667.441,88	R\$ 3.827.110,64	R\$ 3.986.779,40	R\$ 4.146.448,16
(-) Amortização	-R\$ 1.420.259,71	-R\$ 1.420.259,71	-R\$ 1.420.259,71	-R\$ 1.420.259,71	R\$ 0,00
(+) Depreciação	R\$ 120.390,99	R\$ 120.390,99	R\$ 120.390,99	R\$ 120.390,99	R\$ 120.390,99
Fluxo de caixa líquido	R\$ 2.207.904,39	R\$ 2.367.573,15	R\$ 2.527.241,91	R\$ 2.686.910,67	R\$ 4.266.839,15

Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 41 – Fluxo de caixa detalhado da Verde.Ser



16.9 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), TAXA INTERNA DE RETOR (TIR) E PAYBACK DESCONTADO

A Tabela 48 apresenta o fluxo de caixa da Verde.Ser, em que o ano 0 representa o tempo de construção e instalação da empresa tendo somente a saída do valor financiado. Os 4 anos seguintes são referentes ao período de pagamento do financiamento e o ano 5, com o financiamento já quitado, calculado apenas para visualização do fluxo de caixa sem a parcela de pagamento do financiamento.

Tabela 48 – Fluxo de caixa

Ano	Fluxo de caixa
0	-R\$ 5.106.908,79
1	R\$ 2.207.904,39
2	R\$ 2.367.573,15
3	R\$ 2.527.241,91
4	R\$ 2.686.910,67
5	R\$ 4.266.839,15

Fonte: Autoria própria (2019).

Segundo Blank e Tarquin (2008), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) representa a mínima taxa de retorno exigida em um investimento. Em outras palavras,

é a taxa máxima esperada de um banco ou de um investimento seguro, com o mínimo de risco. A TMA utilizada para a análise financeira da empresa foi de 18,37% e seu cálculo está detalhado no Apêndice F5.

O Valor Presente Líquido (VPL) é um método que demonstra se um investimento irá render um valor maior do que o capital investido, quantificando o impacto dos fluxos de caixa futuros em termos de valor presente (SAMANEZ, 2002). O critério de interpretação do VPL se baseia no sinal do valor encontrado. Se o valor for positivo o investimento é viável, ou seja, as entradas compensarão as saídas e o investimento dará lucro, de forma contrária, não é aconselhado investir.

Para o cálculo do VPL, foram utilizados o fluxo de caixa e a TMA, resultando em um valor de R\$2.683.624,63. Como o valor da empresa foi positivo, para o método do valor presente líquido, a Verde.Ser seria um investimento passível de aplicação de forma garantida.

Outro método de avaliação de um investimento é a Taxa Interna de Retorno (TIR), que é definida como a taxa de retorno que se é prevista para o investimento e representa a taxa em que são igualados os valores de entrada e saída do fluxo de caixa (SAMANEZ, 2002). Como a TMA representa a taxa de expectativa e a TIR a taxa de retorno do investimento, se a TIR for maior que a TMA, o projeto é viável.

Considerando o fluxo de caixa, obteve-se um valor para TIR de 41%. Dessa forma, como a TIR é um valor maior que 18,37% (TMA), o projeto Verde.Ser se mostra viável também pelo método da taxa interna de retorno.

Segundo Samanez (2002), o método do *pay-back* descontado representa o tempo necessário para recuperação do investimento, isto é, em qual período de tempo o valor presente de cada período do fluxo de caixa se igualará ao montante de investimento inicial. O *payback* descontado está apresentado na Tabela 49, tornando-se possível concluir que o retorno do investimento da empresa aconteceria entre o terceiro e o quarto ano, momento o qual o sinal muda de negativo para positivo.

Tabela 49 – *Payback* descontado

Ano	Fluxo de caixa	Valor presente	<i>Payback</i> descontado
0	-R\$ 5.106.908,79	-R\$ 5.106.908,79	
1	R\$ 2.207.904,39	R\$ 1.865.256,73	-R\$ 3.241.652,05
2	R\$ 2.367.573,15	R\$ 1.689.740,88	-R\$ 1.551.911,17
3	R\$ 2.527.241,91	R\$ 1.523.778,61	-R\$ 28.132,56
4	R\$ 2.686.910,67	R\$ 1.368.631,84	R\$ 1.340.499,28
5	R\$ 4.266.839,15	R\$ 1.836.107,20	R\$ 3.176.606,47

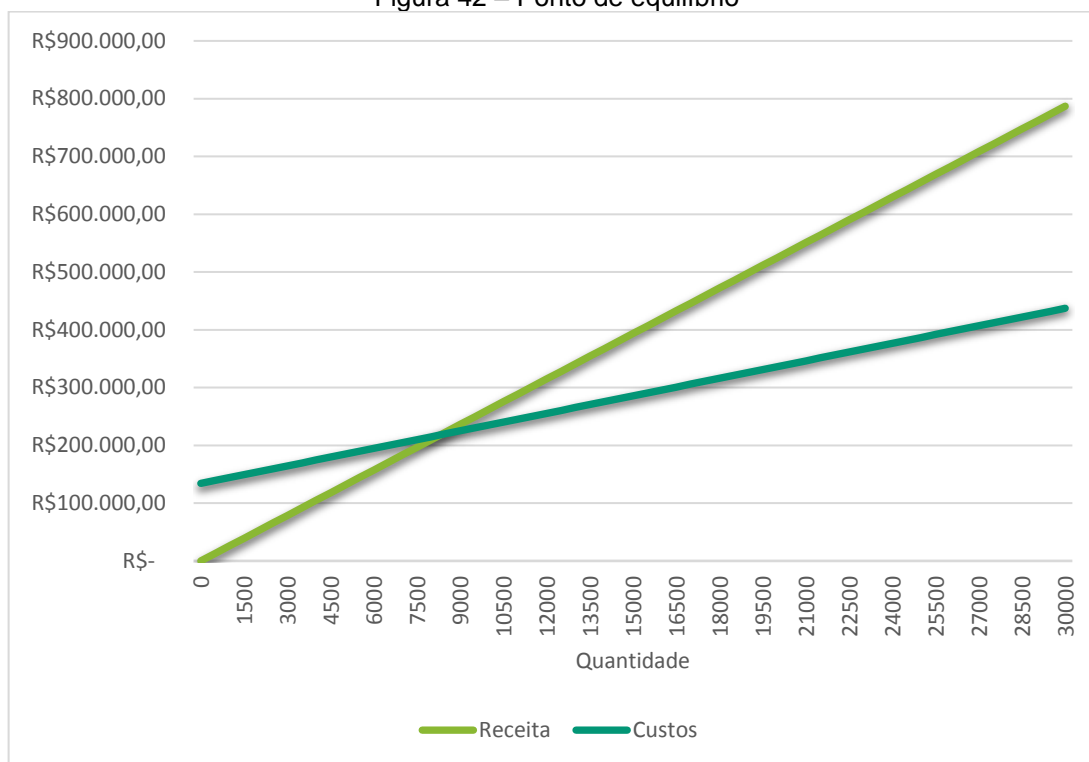
Fonte: Autoria própria (2019).

16.10 PONTO DE EQUILÍBRIO

O ponto de equilíbrio é uma ferramenta utilizada como um indicador de segurança para uma empresa, pois expressa a quantidade mínima de itens que são necessários para que as entradas e saídas se igualem e a partir desse ponto, o lucro começa a ser medido (SEBRAE, 2018). Para isso, é necessário a contabilização da receita e dos custos mensais da empresa, sendo os custos divididos entre custo fixo e variável.

A receita de engloba ponderadamente o preço de venda líquido de cada produto conforme apresentado no Apêndice F6. A Figura 42 ilustra o gráfico do ponto de equilíbrio, em que o número de produtos vendidos varia de 500 em 500 unidades até a demanda da empresa de 30.000 itens/mês.

Figura 42 – Ponto de equilíbrio



Fonte: Autoria própria (2019).

A partir da Figura 42 é possível estabelecer o ponto de equilíbrio entre 8.000 e 8.500 unidades de produtos vendidos.

17 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão apresentou a Verde.Ser, indústria de cosméticos naturais dedicada a práticas sustentáveis, e seu o processo produtivo. Esse processo englobará a produção de óleo essencial, água floral, sabonetes e creme hidratante corporal.

Além da apresentação da empresa, os seguintes tópicos também foram discutidos:

- história do setor de HPPC;
- análise de mercado;
- descrição do processo;
- balanço material e energético;
- proposta de tratamento dos resíduos;
- dimensionamento dos equipamentos;
- layout da planta; e
- análise de viabilidade econômica.

Desse modo, os objetivos previamente estabelecidos foram cumpridos.

O setor de cosméticos voltou a apresentar crescimento, principalmente o mercado de produtos para públicos específicos. É nesse contexto que a Verde.Ser estará inserida, pois sua comercialização será direcionada à Geração Y e Z, com produtos desenvolvidos de forma sustentável e com ingredientes naturais, valorizando a produção local e com foco em oferecer o melhor a nossos clientes. Tais características citadas colocam a empresa no centro das tendências para o mercado de HPPC.

A região Sul foi escolhida para instalação da Verde.Ser, pois é a localidade que mais valoriza a comercialização de produtos verdes. Além de ser uma cidade bem localizada e próxima a um grande centro de distribuição, Mandirituba, sede da indústria, é a capital da camomila, planta que é considerada a essência da empresa estando inserida na logo e em todos os produtos da Verde.Ser.

A partir do que foi exposto na análise financeira, conclui-se que o projeto industrial da Verde.Ser é economicamente viável, apresentando VPL positivo, TIR superior a TMA e a recuperação do investimento ocorrendo entre o terceiro e o quarto ano.

Por fim, o projeto esboçado no presente trabalho é de grande relevância para a cosmetologia verde, pois apresenta uma descrição objetiva dos processos relacionados a produção de cosméticos naturais por meio de práticas sustentáveis. Assim, visa-se incentivar empresas do setor de HPPC a implementarem técnicas de produção que minimizem os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ABC. Associação Brasileira de Cosmetologia. **Mercado mundial de cosméticos e artigos de higiene pessoal: principais tendências do comércio internacional.** 2017. Disponível em: <http://www.abc-cosmetologia.org.br/mercado-mundial-de-cosmeticos-e-artigos-de-higiene-pessoal-principais-tendencias-do-comercio-internacional/>. Acesso em: 16 nov. 2018.

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Alíquotas de ICMS por UF.** 2017. Disponível em: <https://abihpec.org.br/site2016/wp-content/uploads/2017/12/Al%C3%ADquotas-de-ICMS-por-UF-Vers%C3%A3o-23-de-14fev2017.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **As maravilhas do Jojoba.** Disponível em: <https://www.abihpec.org.br/novo/wp-content/uploads/JOJOBA-PORTUGU%C3%8AS-REVIS%C3%83O-4.pdf>. Acesso em: 1 out. 2018.

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria De Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Guia Técnico Ambiental.** Disponível em: <http://www.abihpec.org.br/novo/wp-content/uploads/2012/07/higiene.pdf>. Acesso em: 5 set. 2018.

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Panorama do Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos: Resultados 2016.** 2017. Disponível em: <https://www.abihpec.org.br/novo/wp-content/uploads/2016-PANORAMA-DO-SETOR-PORTUGU%C3%8AS-14jun2016.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Panorama do Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos: Resultados 2017.** 2018. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2018/>. Acesso em: 12 set. 2018.

ABIHPEC; Sebrae. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Caderno de Tendências 2019-2020.** 2018. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/>. Acesso em: 12 set. 2018.

ALIBABA. **500 L jacked steam heating mixing tank.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/500L-jacked-steam-heating-mixing-tank_60768834462.html?spm=a2700.7724838.2017115.114.bbfc4f76mmyDeD. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **Diffrent Capacity Hotal twinworms soap extruder/soap plodder/soap extruding machine.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Different-Capacity-Hotel-twin-worms-soap_60740410978.html?spm=a2700.7724838.2017115.74.72514037F7DQbZ. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **High Temperature Furnace/Stove/Muffle for Laboratory Heat treatment.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/High-Temperature-Furnace-Stove-Muffle-Furnace_60765917057.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.614d4cfbPBKReE&s=p. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **Stainless steel coil tubular heat exchanger price.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-steel-coil-tubular-heat-exchanger_60780314933.html?spm=a2700.7724838.2017115.86.3d2640fbd21P6a. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **Stainless steel food grade double jacketed mixing tank with bottom high shear micer on lockable wheels.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-steel-food-grade-double-jacketed_60841776853.html?spm=a2700.7724838.2017115.219.50f91655q2Ozu3. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **Tablet to process fresh fruit machine to process fresh fruit washing food.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Table-to-process-fresh-fruit-machine_60719319220.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.14.1ff1281d1QpmWJ. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALIBABA. **Ultrasonic/microwave plant essential oil machine/oil distillation machine.** Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/Ultrasonic-microwave-plant-essential-oil-machine_1927680409.html?spm=a2700.7724838.2017121.12.7de33088E26Jqe. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALMEIDA, H. **Perspectivas 2017 - Cosméticos: Inovação e diversificação de produtos estimulam vendas no país e também no exterior.** 2017. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/perspectivas-2017-cosmeticos-inovacao-e-diversificacao-de-produtos-estimulam-vendas-no-pais-e-tambem-no-exterior/>. Acesso em: 10 set. 2018.

ALVES, S. S. **Conservação e Reuso de Água em Indústria de Cosméticos - Estudo de Caso da Natura Cosméticos.** 2009. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: www.teses.usp.br/.../Dissertacao_PHD_Sebastiao_Sampaio_Alves_15JUN2009.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

AMÉRICA AROMAS. **Excipiente América Base Sabonete Transparente - 1,5Kg.** Disponível em: <https://www.americaaromas.com.br/produtos/307/Excipiente-America-Base-Sabonete-Transparente-1-5Kg>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 7 de 10/02/2015.** Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2867685/RDC_07_2015_.pdf/. Acesso em: 10 set. 2018.

ASHENBURG, K. **Passando a Limpo**. O banho: de Roma antiga até hoje. São Paulo: Larousse, 2007.

BABADOBULOS, T. **Brasil perde posição no consumo de cosmético, mas setor avança**. 2018. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/brasil-perde-posicao-no-consumo-de-cosmetico-mas-setor-avanca/>. Acesso em: 12 set. 2018.

BARBIZAN, F.; FERREIRA, E. C.; DIAS, I. L. T. Sabonete em barra produzido com óleo de oliva (*Olea europea* L.) como proposta para o desenvolvimento de cosméticos verdes. **Biofar Ver. Biol. Farm**, v.9, n.1, p1-6, 2013. Disponível em: [http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v9n1-2013/farm%C3%A1cia/SABONETE%20EM%20BARRA%20PRODUZIDO%20COM%20DE%20%C3%93LEO%20DE%20OLIVA%20\(1\).pdf](http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v9n1-2013/farm%C3%A1cia/SABONETE%20EM%20BARRA%20PRODUZIDO%20COM%20DE%20%C3%93LEO%20DE%20OLIVA%20(1).pdf). Acesso em: 07 set. 2018.

BASTOS, M et al. Thermodynamic properties of glycerol enthalpies of combustion and vaporization and the heat capacity at 298.15 K. Enthalpies of solution in water at 288.15, 298.15, and 308.15 K. **J. Chem. Thermodyn.**, p.1353-1359,1988.

BATISTUZZO, J. A. de O.; ITAYA, M.; ETO, Y. **Formulário Médico-Farmacêutico**. 4. Ed. Pharmabooks Editora, 2011. 785 p.

BAYRAMOGLU, B.; SAHIN, S.; SUMNU, G. Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 88, n. 4, p.535-540, out. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.03.015>.

BEZERRA, S. B. **Atividade Gastroprotetora e antimicrobiana do extrato seco de Matricaria Recutita (Camomila) e do alfa-bisabolol**: Possíveis Mecanismos de ação. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Farmácia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/4279/1/2009_dis_sbbezerra.pdf. Acesso em: 02 set. 2018.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico. **BNDES Automático – Projetos de Investimento**. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-automatico>. Acesso em: 27 maio 2019.

BOROS, T. **Trator anda de ré para colher camomila, exportada do Paraná para a Europa**. 2013. UOL Economia. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/agronegocio/noticias/redacao/2013/10/30/trator-anda-de-re-para-colher-camomila-exportada-do-parana-para-a-europa.htm#fotoNav=1>. Acesso em: 10 set. 2018.

BORSATO, Aurélio Vinicius et al. Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p.129-136, jan./mar. 2008.

BOUSBIA, N. et al. Comparison of two isolation methods for essential oil from rosemary leaves: Hydrodistillation and microwave hydrodiffusion and gravity. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 114, n. 1, p.355-362, maio 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.106>.

BOUTEKEDJIRET, C. et al. Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation. **Flavour and Fragrance Journal**, [s.l.], v. 18, n. 6, p.481-484, 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1226>.

BRASIL. Decreto nº 8950, de 29 de outubro de 2016.

BRT. Serviço Brasileiro De Respostas Técnicas. **Fabricação de produtos de higiene pessoal**. 2007. Disponível em: http://www.cdt.unb.br/telecentros/files/dossie_higiene.pdf. Acesso em: 07 set. 2018.

BRT. Serviço Brasileiro De Respostas Técnicas. **Fabricação de sabonete artesanal**. 2011. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY5NQ==>. Acesso em: 07 set. 2018.

BRT. Serviço Brasileiro De Respostas Técnicas. **Sabão**. Instituto de Tecnologia do Paraná. 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Nzk=>. Acesso em: 07 set. 2018..

CAPASSO, G. T. **Otimização do processo de extrusão de perfis de alumínio através de análise de não-conformidades**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5504/1/MD_COENP_2015_2_04.pdf. Acesso em: 19 set. 2018.

CARVALHO, José Carlos de. **Laboratórios DER/PR**. Curitiba, 2008. Disponível em: http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/RHTemp/CaractdosMateriaiseContrTecnologic o1_JoseCarlos.pdf?fbclid=IwAR1qAq-8l8NmXy_f32k3F5-WGH4gi5jACAruxqDcl4Kc9PLImacjDp5wXnU. Acesso em: 23 out. 2018.

CASARIN, R. **Mercado de higiene e beleza pode ter avanço de apenas 1,5% em 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.dci.com.br/industria/mercado-de-higiene-e-beleza-pode-ter-avanco-de- apenas-1-5-em-2018-1.734773>. Acesso em: 12 set. 2018.

CASTRO, H. F. de. **Sabão e Detergentes**. Processos Químicos Industriais II. 2009. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/apostila6Detergente s2009%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 07 set. 2018.

CHEMAT, F. et al. Microwave accelerated steam distillation of essential oil from lavender: A rapid, clean and environmentally friendly approach. **Analytica Chimica Acta**, [s.l.], v. 555, n. 1, p.157-160, jan. 2006. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2005.08.071>.

CHEMAT, F. et al. Solvent-free extraction of food and natural products. **Trac Trends In Analytical Chemistry**, [s.l.], v. 71, p.157-168, set. 2015. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.trac.2015.02.021>.

CHEMAT, Farid et al. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s.l.], v. 34, p.540-560, jan. 2017. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>.

CLIMATE-DATA. **Clima Mandirituba**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/mandirituba-43730/>. Acesso em: 19 abr. 2019.

COMEC. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **Mapas**. Disponível em: <http://www.comec.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=63>. Acesso em: 10 set. 2018.

COMIN, A. M. **Proposta de tratamento complementar ao efluente proveniente de uma indústria de cosméticos**. 2017. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/165595/001045936.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 set. 2018.

COMUSA. Companhia Municipal de Saneamento: serviços de água e esgoto de Novo Hamburgo. **Tratamento de Água**. 2017. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>. Acesso em: 28 maio 2019.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Resolução Homologatória nº 2.402, de 19 de junho de 2018**. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Faltatensao%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F56242463F0DFB7F403257F09007358CB>. Acesso em: 27 maio 2019.

Cosmetic Innovation. **Europa continua a ser o principal mercado de cosméticos do mundo**. 2018. Disponível em: <https://www.cosmeticinnovation.com.br/europa-continua-a-ser-o-principal-mercado-de-cosmeticos-do-mundo/>. Acesso em: 16 nov. 2018.

COSTA, S. T. V. **Produção de sabonete utilizando óleo de algodão**. 2015. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015. Disponível em: <http://dSPACE.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8620/1/PDF%20->

%20Sem%C3%ADramis%20Teodora%20Valen%C3%A7a%20Costa.pdf. Acesso em: 07 set. 2018.

DARRA, E. et al. Insight into the apoptosis-inducing action of α -bisabolol towards malignant tumor cells: Involvement of lipid rafts and Bid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, [s.l.], v. 476, n. 2, p.113-123, ago. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.abb.2008.02.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003986108000660?via%3Dihub>. Acesso em: 06 set. 2018.

DONELIAN, A. et al. Comparison of extraction of patchouli (*Pogostemon cablin*) essential oil with supercritical CO₂ and by steam distillation. **The Journal Of Supercritical Fluids**, [s.l.], v. 48, n. 1, p.15-20, fev. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2008.09.020>.

ECOCERT. **Referencial Ecocert: cosméticos orgânicos e naturais**. 2012. Disponível em: <http://brazil.ecocert.com/system/files/Referencial-Cosmeticos-Naturais-e-Organicos-Ecocert/index.pdf>. Acesso em: 4 set. 2018.

ENGEL, R. G.; KRIZ, G. S.; LAMPMAN, G.M.;PAVIA, D. L. Química Orgânica Experimental – Técnicas de pequena escala, Cengage Learning, 2011.

ENGMANN, J.; MACKLEY, M. R. Semi-Solid Processing of Chocolate and Cocoa Butter. **Food And Bioproducts Processing**, v. 84, n. 2, p.102-108, jun. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1205/fbp.05103>.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018**. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

ERWIN, D. **Industrial Chemical Process Design**. McGraw-Hill, 2002.

FALKOWSKI, Gislaine Janaína Sanchez; JACOMASSI, Ezilda; TAKEMURA, Orlando Seiko. Qualidade e autenticidade de amostras de chá de camomila (*Matricaria recutita* L. – Asteraceae). **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, p.64-72, 2009.

FARHAT, A. et al. A surprising method for green extraction of essential oil from dry spices: Microwave dry-diffusion and gravity. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 1217, n. 47, p.7345-7350, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2010.09.062>.

FASINA, O. O.; COLLEY, Z. Viscosity and Specific Heat of Vegetable Oils as a Function of Temperature: 35°C to 180°C. **International Journal Of Food Properties**, v. 11, n. 4, p.738-746, 17 nov. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10942910701586273>.

FERNANDES, R. **Qual a diferença entre Simples Nacional, Lucro Presumido e Lucro Real?** 2016. Disponível em: <https://capitalsocial.cnt.br/simples-nacional-lucro-presumido-lucro-real/>. Acesso em: 27 maio 2019.

FERQUIMA. **Laudo técnico de óleo de jojoba**. Disponível em: <https://www.ferquima.com.br/novo/produtos/pdf/JOJOBA.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2019.

FILIPPIS, F. M. de. **Extração com CO2 supercrítico de óleos essencial de Honsho e Ho-sho- experimentos e modelagem**. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FILLY, A. et al. Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: From laboratory to pilot and industrial scale. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 150, p.193-198, maio 2014. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.139>.

FLYCARPET. **Free Online Interactive Psychrometric Chart**. Disponível em: <http://www.flycarpet.net/en/PsyOnline>. Acesso em: 26 abr. 2019.

FOGLER, H. S. **Elementos de Engenharia das Reações Químicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

FOX, R. W; MCDONALD, T. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

FRANQUILINO, É. **Desde os primórdios: Maquiagem facial através dos tempos**. Revista Temática. Técnopress. N. 10, ano 4, jun. 2009.

GALEMBECK, F.; CSORDAS, Y. **Cosméticos: a química da beleza**. 2010. Disponível em: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_cosmeticos.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

TOWLER, G.; SINNOTT, R. **Chemical Engineering Design: Principles, practice and economics of plant and process design**. 2. ed. Butterworth-heinemann, 2012. 1320 p.

GAZAL, L. et al. Análises físico-químicas em função da temperatura em hidratantes para pele normal e seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 54., 2014, Natal. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/9/5096-19084.html>. Acesso em: 21 abr. 2019.

GBABODE, G. et al. Fatty acids polymorphism and solid-state miscibility. **Journal Of Alloys And Compounds**, [s.l.], v. 469, n. 1-2, p.539-551, fev. 2009. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2008.02.047>.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport Processes and Separation Process Principles**. 3. ed. Prentice-Hall Inc, 1993.

GHODKI, B. M.; GOSWAMI, T.K. Physico-thermal and Flavoring Characteristics of Essential Oil of Cassia. **Journal Of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n. 4, p.854-862, 18 maio 2016. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/0972060x.2016.1187091>.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35427518/Apostila_-_Tratamento_de_efluentes_industriais.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1540758211&Signature=tWcdwXEIEAKhrJFnrq9UWVJFgg0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRATAMENTO_E_CONTROLE_DE_EFLUENTES_INDUS.pdf. Acesso em: 20 out. 2018.

GIUSTINA, A. D. **O Processo de Expedição de um Centro de Distribuição de Produtos Acabados**. 2013. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

GOMES, L. **Em busca de cosméticos mais seguros**. 2016. Disponível em: https://istoe.com.br/91829_EM+BUSCA+DE+COSMETICOS+MAIS+SEGUROS/. Acesso em: 02 jun. 2019.

GREEN, D. W.; PERRY, R. H. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. 8. ed. Mcgraw-hill, 2008.

GUENTHER, E. **The essential oils: individual essential oils of the plant families**. v. 5. Princeton: D. Van Nostrand Company, 1952.

GUPTA, V. Chamomile: A herbal medicine of the past with a bright future (Review). **Molecular Medicine Reports**, [s.l.], v. 3, n. 6, p.895-901, 28 set. 2010. Spandidos Publications. <http://dx.doi.org/10.3892/mmr.2010.377>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2995283/>. Acesso em: 02 set. 2018.

HARTMANN, K. C.; ONOFRE, S. B. **Atividade antimicrobiana de óleos essenciais da camomila (*Matricaria chamomilla* L.)**. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280569830_Atividade_antimicrobiana_de_oleos_essenciais_da_Camomila_Matricaria_chamomilla_L. Acesso em: 05 set. 2018.

HEEMANN, A. C. W. et al. **Indústria de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes: Guia da Profissão Farmacêutica**. 2016. Comissão de Indústria Cosmética do CRF-PR. Disponível em: http://crf-pr.org.br/uploads/pagina/25872/Guia_Industria_de_Produtos_de_Higiene_Pessoal_Cosmeticos_e_Perfumes.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

HERNÁNDEZ-CERUELOS, A.; MADRIGAL-BUJAJIDAR, E.; LA CRUZ, C de. Inhibitory effect of chamomile essential oil on the sister chromatid exchanges induced by daunorubicin and methyl methanesulfonate in mouse bone marrow. **Toxicology Letters**, [s.l.], v. 135, n. 1-2, p.103-110, set. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4274\(02\)00253-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0378-4274(02)00253-9). Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378427402002539?via%3Dihub>. Acesso em: 06 set. 2018.

IBD Certificações. Instituto Biodinâmico De Desenvolvimento. **Certificações: Natrue Cosmetics**. Disponível em: <http://ibd.com.br/pt/Natrue.aspx>. Acesso em: 4 set. 2018.

IBD Certificações. Instituto Biodinâmico De Desenvolvimento. **Diretrizes para a certificação de produtos de saúde e beleza orgânicos e naturais e para ingredientes orgânicos e naturais**. 2013. Disponível em: http://ibd.com.br/Media/arquivo_digital/71292117-4c11-45de-a1ce-5885ef2149b8.pdf. Acesso em: 4 set. 2018.

KUNZLER, A. A.; SCHIRMANN, A. **Proposta de reciclagem para óleos residuais de cozinha a partir da fabricação de sabão**. 2011. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/524/1/MD_COGEA_2011_2_11.pdf. Acesso em: 07 set. 2018.

Laszlo Aromaterapia. Extração de Óleos Essenciais. **USJT**. São Paulo, 2001.

LEAL, P. F. **Estudo comparativo entre os custos de manufatura e as propriedades funcionais de óleos voláteis obtidos por extração supercrítica e destilação por arraste a vapor**. 2008. 307 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

LEITE, L. S. L. **Extração do pigmento natural da camomila**. 2012. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2012. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290904.pdf>. Acesso em: 03 set. 2018.

LUCCHESIE, M. E. et al. Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 79, n. 3, p.1079-1086, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.029>.

LUCCHESIE, M. E.; CHEMAT, F.; SMADJA, J. Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 1043, n. 2, p.323-327, jul. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2004.05.083>.

LUDWIG, E. E. **Applied Process Design: For Chemical and Pretochemical Plants**. 5. ed. Gulf Professional Publishing, 2001. 3 v.

LUPE, F. A. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da amazônia**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em:

<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtIs000432869.pdf>. Acesso em: 06 set. 2018.

LYNDE, C. W. **Moisturizers: What They Are And How They Work**. 2001. Disponível em: <https://www.skintherapyletter.com/dry-skin/how-moisturizers-work/>. Acesso em: 5 set. 2018.

LYRIO, E. S. et al. Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade. **Natureza On Line**, [s.i.], p.47-51, 2011.

MACHADO, Fabiana. **Seu sabonete é apto para ser usado?** Disponível em: <http://formuladesabaoartesanal.com.br/medir-o-ph-seu-sabonete-e-apto-para-ser-usado/>. Acesso em: 15 out. 2018.

MAKING SKINCARE. Learn from a renowned cosmetic scientist how to make a natural lotion, cream, moisturiser & body butter. 2018. Disponível em: <http://makingskincare.com/how-to-make-a-lotioncream-part-1-equipment-and-ingredients/>. Acesso em: 6 set. 2018.

MANDIRITUBA (Município). Lei complementar nº 27, de 19 de outubro de 2017. Mandirituba, PR.

MANDIRITUBA (Município). Lei nº 25, de 14 de dezembro de 1994. Mandirituba, PR.

MENDONÇA, E. **Crescimento dos cosméticos naturais, orgânicos, veganos e éticos é tendência irreversível**. 2018. Disponível em: <https://www.cosmeticinnovation.com.br/crescimento-dos-cosmeticos-naturais-organicos-veganos-e-eticos-e-tendencia-irreversivel/>. Acesso em: 20 out. 2018.

MERCADANTE, R.; ASSUMPÇÃO, L. **Massa base para sabonetes: fabricando sabonetes sólidos**. 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/174055-Massa-base-para-sabonetes-fabricando-sabonetes-solidos.html>. Acesso em: 10 set. 2018.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa**. 2018. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/verdecer/>. Acesso em: 10 out. 2018.

MIRELLE, A. **O poder das águas florais para a beleza e saúde**. 2017. Disponível em: <http://www.caule.com.br/2017/aguas-florais/>. Acesso em: 5 set. 2018.

MOREIRA, C. A. **Avaliação do tempo ótimo de decantação de glicerol no processo de produção de sabão**. 2011. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade São Francisco, Campinas, 2011. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2398.pdf>. Acesso em: 07 set. 2018.

MS. Ministério da Saúde. Monografia da espécie *Matricaria chamomilla* L. 2015. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/setembro/11/Monografia-Camomila.pdf>. Acesso em: 05 set. 2018.

MUSTAFA, A.; TURNER, C. Pressurized liquid extraction as a green approach in food and herbal plants extraction: A review. **Analytica Chimica Acta**, [s.l.], v. 703, n. 1, p.8-18, out. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2011.07.018>.

NAKAYAMA, S. K. **Cosméticos Naturais e Veganos como tendência de fórmulas minimalistas**. 2018. Disponível em: <https://www.cosmeticinnovation.com.br/cosmeticos-naturais-e-veganos-como-tendencia-de-formulas-minimalista/>. Acesso em: 20 out. 2018.

NEGRÃO, L. L. L.; SOUZA, P. H. L. Avaliação econômico-financeira de uma microindústria de cosméticos no estado do amapá. **Traços**, Belém, v. 11, n. 24, p.33-46, dez. 2009.

ONB. Organic News Brasil. **Cosméticos verdes devem crescer 10% nos próximos anos**. 2019. Disponível em: <https://organicsnewsbrasil.com.br/bem-estar/cosmeticos/cosmeticos-verdes-devem-crescer-10-nos-proximos-anos/>. Acesso em: 13 mai. 2019.

ONESPA. **Camomila – Conheça suas propriedades e benefícios**. Disponível em: <http://blog.onespa.com.br/camomila-conheca-suas-propriedades-e-beneficios/>. Acesso em: 6 nov. 2018.

ORTEGA, S. **Setor brasileiro de cosméticos em lenta recuperação retoma posições**. 2018. Disponível em: <http://www.cosmeticosbr.com.br/conteudo/setor-brasileiro-de-cosmeticos-em-lenta-recuperacao-retoma-posicoes/>. Acesso em: 12 set. 2018.

OSHADHI. **Hidrolato: O que é, e o que não é**. 2017. Disponível em: <https://www.oshadhi.com.br/hidrolato-o-que-e/>. Acesso em: 5 set. 2018.

PAVIA, D. et al. **Química Orgânica Experimental: Técnicas de pequena escala**. 2. ed. Bookman, 2009.

PEREIRA, N.P.; MIGUEL, O.Q.; MIGUEL, M.D. Composição química do óleo fixo obtido dos frutos secos da [Chamomilla recutita (L.) Rauschert] produzida no município de Mandirituba, PR. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 15, n. 4, p.334-337, dez. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2005000400014>.

PERES, A. S.; VARGAS, E. G. A.; SOUZA, V. R. S. de. Propriedades funcionais da cúrcuma na suplementação nutricional. **Reinpec**, [s.l.], v. 1, n. 2, p.218-229, 10 dez. 2015. Faculdade Redentor. <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v1n2a15>. Disponível em: <http://reinpec.srvroot.com:8686/reinpec/index.php/reinpec/article/download/105/41>. Acesso em: 15 out. 2018.

PEYREFITTE, G.; MARTINI, M.; CHIVOT, M. **Estética-Cosmética: cosmetologia, biologia geral, biologia da pele**. São Paulo: Organização Andrei, 1998. 507 p.

PHILIPPE, M.; DIDILLON, B.; GILBERT, L. Industrial commitment to green and sustainable chemistry: using renewable materials & developing eco-friendly processes and ingredients in cosmetics. **Green Chemistry**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.952-956, 2012. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c2gc16341a>.

Portal eCycle. **BHA e BHT: substâncias nocivas à saúde estão presentes em alimentos e cosméticos**. Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/2206-o-que-e-sao-onde-estao-bha-bht-substancias-nocivas-batom-sombra-olho-maquagem-cosmetico-desodorante-protetor-perfume-alimento-conservante-antioxidante-enlatado-industrializado-conservador-regulamentacao-o-que-fazer-alternativas.html>. Acesso em: 02 jun. 2019.

Portal eCycle. **Conheças as diferenças entre cosméticos naturais, orgânicos e convencionais**. Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/2099-cosmeticos-organicos-naturais-convencionais-deferencias-tipos-materia-prima-composicao-definicao-consumidor-como-fazer-receitas.html>. Acesso em: 20 out. 2018.

Portal Tributário. **IRPJ - LUCRO PRESUMIDO – CÁLCULO DO IMPOSTO**.

Disponível em: http://www.portaltributario.com.br/guia/lucro_presumido_irpj.html. Acesso em: 27 maio 2019.

Portal Tributário. **LUCRO PRESUMIDO – CÁLCULO DA CSLL**. Disponível em:

http://www.portaltributario.com.br/guia/lucro_presumido_csl.html. Acesso em: 27 maio 2019.

Portal Tributário. **LUCRO REAL, PRESUMIDO OU SIMPLES?** Disponível em:

http://www.portaltributario.com.br/noticias/lucroreal_presumido.htm. Acesso em: 27 maio 2019.

Portal Tributário. **PIS E COFINS – SÍNTESE DOS REGIMES DE INCIDÊNCIA**.

Disponível em: <http://www.portaltributario.com.br/artigos/pis-cofins-regimes.htm>. Acesso em: 27 maio 2019.

Prefeitura de Mandirituba. **Plano Municipal de Educação**. 2015. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/PR/MANDIRITUBA/LEI-854-2015-MANDIRITUBA-PR.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

QUIROGA, M.I.; GUILLOT, C.F. **Dermatologia Cosmética, Clínica y Terapêutica**.

Buenos Aires: El Ateneo, 1955.

RASCHE, W. D.; JUNQUEIRA, A. Ma. **Formulação e Análise de Gel-Creme**

Hidratante Facial. Artigo (Técnico) - Curso de Técnico em Química, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.

Receitas de Sabonetes Artesanais com Glicerina. **FazFácil Artesanato**. 2018.

Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/artesanato/receitas-sabonetes-artesanais/>. Acesso em: 3 out. 2018.

Receita Federal. **Depreciação – Anexo I**. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Lwr6U6Bku4cJ:normas.rec eita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/anexoOutros.action%3FidArquivoBinario%3D36085+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 27 maio 2019.

RIBEIRO JUNIOR, V. **Foco em nichos é caminho para empreender com cosméticos**. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/08/foco-em-nichos-e-caminho-para-empreender-com-cosmeticos.shtml>. Acesso em: 12 set. 2018.

RITTNER, H. **Sabão: tecnologia e utilização**. 2. ed. São Paulo: Câmara Brasileira do livro, 1995.

ROMDHANE, M.; TIZAOUI, C. The kinetic modelling of a steam distillation unit for the extraction of aniseed (*Pimpinella anisum*) essential oil. **Journal Of Chemical Technology & Biotechnology**, [s.l.], v. 80, n. 7, p.759-766, 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jctb.1221>.

SAEA. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Sistemas de Tratamento de Água**. 2006. Disponível em: https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dicas de economia**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=140>. Acesso em: 27 maio 2019.

SACCHI, L. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE: O Uso de Imagens para o Ensino de Geografia: Estudo do Meio na Cidade de Astorga-Pr**. Vol 2. Maringá: Governo do Paraná, 2016. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_geo_uem_luziamariabatistasacchi.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

SAMANEZ, C. P. **Matemática Financeira: Aplicações à análise de investimentos**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Resolução Homologatória nº 005, de 28 de março de 2018**. Disponível em: <https://www.documentador.pr.gov.br/documentador/pub.do?action=d&uuid=@gff-escriba-agepar@7d08b398-067d-4217-a13d-0701bc788244&emPg=true%3E>. Acesso em: 27 maio 2019.

SARTOR, R. B. **Modelagem, Simulação e Otimização de uma Unidade Industrial de Extração de óleos Essenciais por Arraste a Vapor**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SCHOPPAN, V. **Águas florais:** entenda o que são, pra que servem e como usar. 2016. Disponível em: <https://terra-flor.com/blog/o-que-sao-aguas-florais/>. Acesso em: 5 set. 2018.

Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Fábrica de Cosméticos.** 2010. Disponível em: <http://vix.sebraees.com.br/ideiasnegocios/arquivos/FabricadeCosmeticos.pdf>. Acesso em: 5 set. 2018.

Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Como escolher um bom ponto para comércio ou indústria:** estudo de localização é diferente quando se trata de comércio e serviço ou de indústria. 2015. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-escolher-um-bom-ponto-para-comercio-ou-industria,e1d89e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 10 set. 2018.

Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas. **Cosméticos à base de produtos naturais:** Estudos de Mercado Sebrae/Espm 2008. 2008. Disponível em: http://www.funcex.org.br/material/redemercosul_bibliografia/biblioteca/ESTUDOS_BRASIL/BRA_167.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas. **Fábrica de Cosméticos Ecológicos:** Ideia de Negócios Sustentáveis. Disponível em: <https://www.sebraepr.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/F%C3%A1brica%20de%20Cosm%C3%A9ticos%20Ecol%C3%B3gicos.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ponto de Equilíbrio.** 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/ponto-de-equilibrio,67ca5415e6433410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 27 maio 2019.

SENKOVSKI, A; AZEVEDO, G. **Conheça o Paraná que acalma o Brasil:** Principal produtor de plantas medicinais, aromáticas e condimentares do país, o estado produziu mais de 25 mil toneladas neste ano. 2016. Gazeta do Povo. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/conheca-o-parana-que-acalma-o-brasil-2t22uulbq85g9nfs9zn834c0z/>. Acesso em: 10 set. 2018.

SERAFINI, L. A. et al. **Óleos essenciais:** plantas aromáticas e medicinais. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.

SILVA, A. R. **Tudo sobre aromaterapia.** São Paulo: Roca, 1998. 624 p.

SILVEIRA, J. C. et al. Levantamento e Análises de Métodos de Extração de Óleos Essenciais. **Enciclopédia Biosfera:** Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 15, n. 8, p.2038-2052, 30 nov. 2012.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. (Orgs). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

SINDUSCON – PR. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Paraná. **Custos Unitários Básicos de Construção**. Disponível em: <https://sindusconpr.com.br/tabela-completa-370-p>. Acesso em: 27 maio 2019.

SINGH, O. et al. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, [s.l.], v. 5, n. 9, p.82-95, 2011. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0973-7847.79103>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210003/>. Acesso em: 02 set. 2018.

SOUZA, N. M.A **História da Beleza através dos Tempos**. 2008. Monografia – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K206393.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

SOUZA, R. C. V. de et al. Sabonete vegetal: Desenvolvimento, avaliação da qualidade e aceitabilidade sensorial. **Interfacehs: Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 12, n. 1, p.144-154, jul. 2017. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2017/06/InterfacEHS-V12-N1.compressed.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

STEFFANI, E. **Modelagem Matemática do Processo de Extração Supercrítica de Óleo Essencial de Ho-Sho (*Cinnamomum camphora* Nees & Eberm var. *linaloolifera* Fujita) Utilizando CO₂**. 2003. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

STEFFENS, A. H. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3155/1/423851.pdf>. Acesso em: 08 set. 2018.

SUFRAMA. Superintendência da Zona Franca De Manaus. **Plantas para uso medicinal e cosméticos**. 2003. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/plantas.pdf. Acesso em: 05 set. 2018.

TNAU. Tamil Nadu Agricultural University. **Extraction methods of natural essential oils**. Disponível em: http://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti_aromatic_crops.html. Acesso em: 3 set. 2018.

TORRES, Vitor. **O que é DRE e qual sua importância no sucesso de uma empresa?**. 2018. Disponível em: <<https://www.contabilizei.com.br/contabilidade-online/o-que-e-dre-para-que-serve/>>. Acesso em: 27 maio 2019.

TOZZO, M.; BARTONCELLO, L.; BENDER, S. Biocosméticos ou cosméticos orgânicos: revisão de literatura. **Revista Thêma et Scientia**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.122-130, 2012.

TRANCOSO, M. D. **Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano**. Disponível em: revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/download/609/560. Acesso em: 06 set. 2018.

TREVISAN, C. A. Conselho Regional de Química. **História dos Cosméticos**. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/historiadoscsmeticosquimicaviva>. Acesso em: 10 set. 2018.

TRINDADE, K. S. **Creme de massagem base: testes para a estabilidade de formulação**. Curso Técnico em Química, Centro Universitário Univantes, Lajeado, 2016.

TURTON, R. et al. **Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes**. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2009. 1088 p.

VARGAS, R. **Estrutura Organizacional**. 2018. Disponível em: <https://gestaoindustrial.com/estrutura-organizacional/>. Acesso em: 6 set. 2018.

VIGLIOGLIA, P. A.; RUBIN, J. **Cosmiatria II**. 2. ed. Buenos Aires: Americanas de Publicaciones S.A., 1991.

WENQIANG, G. et al. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 101, n. 4, p.1558-1564, 6 abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.009>.

WIRTH, H. E.; DROEGE, J. W.; WOOD, J. H. Heat capacities and thermodynamic functions for d- and w-sodium palmitate, **J. Phys. Chem.**, 1959, 63, 152-153.

WISNIAK, J. **The Chemistry and Technology of Jojoba Oil**. AOCs PRESS, 1987.

APÊNDICE A – Representação dos produtos da Verde.Ser

Figura 43 – Representação da embalagem do sabonete e sabonete esfoliante da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 44 – Representação da embalagem do creme hidratante corporal da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 45 – Representação da embalagem do óleo essencial e água floral da Verde.Ser



Fonte: Autoria própria (2018).

APÊNDICE B – Cálculos do balanço de massa

B1 – Sabonete

Para os processos na linha de produção de sabonete, considera-se que o processo ocorre em regime permanente, sem acúmulo e não há geração e nem consumo de componentes. Dessa forma:

$$\dot{m}_{entra} = \dot{m}_{sai}$$

1) Aquecimento e mistura

Nessa etapa:

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3 = \dot{m}_4 + \dot{m}_{perda}$$

Sabendo as frações mássicas finais desejadas, é possível calcular as frações da mistura resultante do aquecimento:

$$x_{base}^{final} = 0,9631$$

$$x_{corante}^{final} = 0,0029$$

$$x_{\text{óleo vegetal}}^{final} = 0,0249$$

$$x_{\text{óleo essencial}}^{final} = 0,0090$$

$$x_{base}^4 = \frac{x_{base}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\text{óleo vegetal}}^{final}}$$

$$x_{base}^4 = \frac{0,9631}{0,9631 + 0,0029 + 0,0249}$$

$$x_{base}^4 = 0,9719$$

$$x_{corante}^4 = \frac{x_{corante}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\text{óleo vegetal}}^{final}}$$

$$x_{corante}^4 = \frac{0,0029}{0,9631 + 0,0029 + 0,0249}$$

$$x_{corante}^4 = 0,0029$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 = \frac{x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final}}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 = \frac{0,0249}{0,9631 + 0,0029 + 0,0249}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 = 0,0252$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3)$$

O balanço para base, corante e óleo vegetal:

$$\dot{m}_1 * x_{base}^1 = \dot{m}_4 * x_{base}^4 + \dot{m}_{perda} * x_{base}^{perda}$$

$$\dot{m}_2 * x_{corante}^2 = \dot{m}_4 * x_{corante}^4 + \dot{m}_{perda} * x_{corante}^{perda}$$

$$\dot{m}_3 * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^3 = \dot{m}_4 * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$$

Assim, para $\dot{m}_1 = 7,883 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_2 = 0,024 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_3 = 0,204 \text{ kg/h}$, e $x_{base}^4 = x_{base}^{perda}$, $x_{corante}^4 = x_{corante}^{perda}$, $x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 = x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$, considerando os balanços para perda e base:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (7,883 + 0,024 + 0,204)$$

$$7,883 = 0,9719 * \dot{m}_4 + 0,9719 * \dot{m}_{perda}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{perda} = 0,406 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_4 = 7,705 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3 = \dot{m}_4 + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3 = 7,705 + 0,406$$

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3 = 8,111 \text{ kg/h}$$

2) Resfriamento

Nessa etapa:

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_5 + \dot{m}_{perda}$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) da massa de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_4$$

$$\dot{m}_5 = 0,9500 * \dot{m}_4$$

Assim, para $\dot{m}_4 = 7,705 \text{ kg/h}$:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * 7,705$$

$$\dot{m}_5 = 0,9500 * 7,705$$

Logo:

$$\dot{m}_{perda} = 0,385 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_5 = 7,320 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_4 = \dot{m}_5 + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_4 = 7,320 + 0,385$$

$$\dot{m}_4 = 7,705 \text{ kg/h}$$

3) Extrusão

Nessa etapa:

$$\dot{m}_5 + \dot{m}_6 = \dot{m}_7 + \dot{m}_{perda}$$

Sabendo as frações mássicas finais desejadas são alcançadas nessa etapa:

$$x_{base}^7 = 0,9631$$

$$x_{corante}^7 = 0,0029$$

$$x_{\text{óleo vegetal}}^7 = 0,0249$$

$$x_{\text{óleo essencial}}^7 = 0,0090$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (\dot{m}_5 + \dot{m}_6)$$

O balanço para base, corante, óleo vegetal e óleo essencial:

$$\dot{m}_5 * x_{base}^5 = \dot{m}_7 * x_{base}^7 + \dot{m}_{perda} * x_{base}^{perda}$$

$$\dot{m}_5 * x_{corante}^5 = \dot{m}_7 * x_{corante}^7 + \dot{m}_{perda} * x_{corante}^{perda}$$

$$\dot{m}_5 * x_{\text{óleo vegetal}}^5 = \dot{m}_7 * x_{\text{óleo vegetal}}^7 + \dot{m}_{perda} * x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}$$

$$\dot{m}_6 * x_{\text{óleo essencial}}^6 = \dot{m}_7 * x_{\text{óleo essencial}}^7 + \dot{m}_{perda} * x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}$$

Assim, para $\dot{m}_5 = 7,320 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_6 = 0,067 \text{ kg/h}$, e $x_{base}^7 = x_{base}^{perda}$, $x_{corante}^7 = x_{corante}^{perda}$, $x_{\text{óleo vegetal}}^7 = x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}$, $x_{\text{óleo essencial}}^7 = x_{\text{óleo essencial}}^{perda}$, considerando os balanços para perda e base:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (7,320 + 0,067)$$

$$0,9719 * \dot{m}_5 = 0,9631 * \dot{m}_7 + 0,9631 * \dot{m}_{perda}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{perda} = 0,369 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_7 = 7,018 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_5 + \dot{m}_6 = \dot{m}_7 + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_5 + \dot{m}_6 = 7,018 + 0,369$$

$$\dot{m}_5 + \dot{m}_6 = 7,387 \text{ kg/h}$$

4) Corte

Nessa etapa:

$$\dot{m}_7 = \dot{m}_8 + \dot{m}_{perda}$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) da massa de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_7$$

$$\dot{m}_5 = 0,9500 * \dot{m}_7$$

Assim, para $\dot{m}_7 = 7,018 \text{ kg/h}$:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * 7,018$$

$$\dot{m}_5 = 0,9500 * 7,018$$

Logo:

$$\dot{m}_{perda} = 0,351 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_8 = 6,667 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_7 = \dot{m}_8 + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_7 = 6,667 + 0,351$$

$$\dot{m}_7 = 7,018 \text{ kg/h}$$

A vazão encontrada de saída 6,667 kg/h representa a vazão necessária para produção mensal de sabonetes, confirmando-se assim, o balanço de massa.

B2 – Sabonete esfoliante

De forma análoga a produção de sabonete, a produção de sabonete esfoliante considera o processo em regime permanente, sem acúmulo e sem geração ou consumo de componentes. Assim:

$$\dot{m}_{entra} = \dot{m}_{sai}$$

1) Aquecimento e mistura

Nessa etapa:

$$\dot{m}_9 + \dot{m}_{10} + \dot{m}_{11} + \dot{m}_{12} = \dot{m}_{13} + \dot{m}_{perda}$$

Sabendo as frações mássicas finais desejadas, é possível calcular as frações da mistura resultante do aquecimento:

$$x_{base}^{final} = 0,9189$$

$$x_{corante}^{final} = 0,0028$$

$$x_{\text{óleo vegetal}}^{final} = 0,0238$$

$$x_{\text{camomila seca}}^{final} = 0,0459$$

$$x_{\text{óleo essencial}}^{final} = 0,0086$$

$$x_{base}^{13} = \frac{x_{base}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{camomila\ seca}^{final}}$$

$$x_{base}^{13} = \frac{0,9189}{0,9189 + 0,0028 + 0,0238 + 0,0459}$$

$$x_{base}^{13} = 0,9269$$

$$x_{corante}^{13} = \frac{x_{corante}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{camomila\ seca}^{final}}$$

$$x_{corante}^{13} = \frac{0,0028}{0,9189 + 0,0028 + 0,0238 + 0,0459}$$

$$x_{corante}^{13} = 0,0028$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{13} = \frac{x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{camomila\ seca}^{final}}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{13} = \frac{0,0238}{0,9189 + 0,0028 + 0,0238 + 0,0459}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{13} = 0,0240$$

$$x_{camomila\ seca}^{13} = \frac{x_{camomila\ seca}^{final}}{x_{base}^{final} + x_{corante}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{camomila\ seca}^{final}}$$

$$x_{camomila\ seca}^{13} = \frac{0,0459}{0,9189 + 0,0028 + 0,0238 + 0,0459}$$

$$x_{camomila\ seca}^{13} = 0,0463$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (\dot{m}_9 + \dot{m}_{10} + \dot{m}_{11} + \dot{m}_{12})$$

O balanço para base, corante, óleo vegetal e camomila seca:

$$\dot{m}_9 * x_{base}^9 = \dot{m}_{13} * x_{base}^{13} + \dot{m}_{perda} * x_{base}^{perda}$$

$$\dot{m}_{10} * x_{corante}^{10} = \dot{m}_{13} * x_{corante}^{13} + \dot{m}_{perda} * x_{corante}^{perda}$$

$$\dot{m}_{11} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{11} = \dot{m}_{13} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{13} + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$$

$$\dot{m}_{12} * x_{camomila\ seca}^{12} = \dot{m}_{13} * x_{camomila\ seca}^{13} + \dot{m}_{perda} * x_{camomila\ seca}^{perda}$$

Assim, para $\dot{m}_9 = 4,513\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{10} = 0,014\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{11} = 0,117\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{12} = 0,226\text{ kg/h}$ e $x_{base}^4 = x_{base}^{perda}$, $x_{corante}^4 = x_{corante}^{perda}$, $x_{\acute{o}leo\ vegetal}^4 = x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$, $x_{camomila\ seca}^{12} = x_{camomila\ seca}^{perda}$, considerando os balanços para perda e base:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (4,513 + 0,014 + 0,117 + 0,226)$$

$$4,513 = 0,9269 * \dot{m}_{13} + 0,9269 * \dot{m}_{perda}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{perda} = 0,243\text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{13} = 4,625\text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_9 + \dot{m}_{10} + \dot{m}_{11} + \dot{m}_{12} = \dot{m}_{13} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_9 + \dot{m}_{10} + \dot{m}_{11} + \dot{m}_{12} = 4,625 + 0,243$$

$$\dot{m}_9 + \dot{m}_{10} + \dot{m}_{11} + \dot{m}_{12} = 4,869$$

2) Resfriamento

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{13} = \dot{m}_{14} + \dot{m}_{perda}$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) da massa de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_{13}$$

$$\dot{m}_{14} = 0,9500 * \dot{m}_{13}$$

Assim, para $\dot{m}_{13} = 4,625 \text{ kg/h}$:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * 4,625$$

$$\dot{m}_{14} = 0,9500 * 4,625$$

Logo:

$$\dot{m}_{perda} = 0,231 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{14} = 4,394 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{13} = \dot{m}_{14} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_{13} = 4,394 + 0,231$$

$$\dot{m}_{13} = 4,625 \text{ kg/h}$$

3) Extrusão

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{14} + \dot{m}_{15} = \dot{m}_{16} + \dot{m}_{perda}$$

Sabendo as frações mássicas finais desejadas são alcançadas nessa etapa:

$$x_{base}^{16} = 0,9189$$

$$x_{corante}^{16} = 0,0028$$

$$x_{\text{óleo vegetal}}^{16} = 0,0238$$

$$x_{\text{camomila seca}}^{16} = 0,0459$$

$$x_{\text{óleo essencial}}^{16} = 0,0086$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * (\dot{m}_{14} + \dot{m}_{15})$$

O balanço para base, corante, óleo vegetal, camomila seca e óleo essencial:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{14} * x_{base}^{14} &= \dot{m}_{16} * x_{base}^{16} + \dot{m}_{perda} * x_{base}^{perda} \\ \dot{m}_{14} * x_{corante}^{14} &= \dot{m}_{16} * x_{corante}^{16} + \dot{m}_{perda} * x_{corante}^{perda} \\ \dot{m}_{14} * x_{\text{óleo vegetal}}^{14} &= \dot{m}_{16} * x_{\text{óleo vegetal}}^{16} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{óleo vegetal}}^{perda} \\ \dot{m}_{14} * x_{\text{camomila seca}}^{14} &= \dot{m}_{16} * x_{\text{camomila seca}}^{16} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{camomila seca}}^{perda} \\ \dot{m}_{15} * x_{\text{óleo essencial}}^{15} &= \dot{m}_{16} * x_{\text{óleo essencial}}^{16} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}\end{aligned}$$

Assim, para $\dot{m}_{14} = 4,394 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{15} = 0,038 \text{ kg/h}$, e $x_{base}^{16} = x_{base}^{perda}$, $x_{corante}^{16} = x_{corante}^{perda}$, $x_{\text{óleo vegetal}}^{16} = x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}$, $x_{\text{camomila seca}}^{16} = x_{\text{camomila seca}}^{perda}$, $x_{\text{óleo essencial}}^{16} = x_{\text{óleo essencial}}^{perda}$, considerando os balanços para perda e base:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{perda} &= 0,0500 * (4,394 + 0,038) \\ 0,9269 * \dot{m}_{14} &= 0,9189 * \dot{m}_{16} + 0,9189 * \dot{m}_{perda}\end{aligned}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{perda} &= 0,222 \text{ kg/h} \\ \dot{m}_{16} &= 4,211 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{14} + \dot{m}_{15} &= \dot{m}_{16} + \dot{m}_{perda} \\ \dot{m}_{14} + \dot{m}_{15} &= 4,211 + 0,222 \\ \dot{m}_5 + \dot{m}_6 &= 4,432 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

4) Corte

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{16} = \dot{m}_{17} + \dot{m}_{perda}$$

Considerando uma perda de 5% (m/m) da massa de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_{16}$$

$$\dot{m}_{17} = 0,9500 * \dot{m}_{16}$$

Assim, para $\dot{m}_{16} = 4,211 \text{ kg/h}$:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * 4,211$$

$$\dot{m}_{17} = 0,9500 * 4,211$$

Logo:

$$\dot{m}_{perda} = 0,211 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_8 = 4,000 \text{ kg/h}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{16} = \dot{m}_{17} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_7 = 4,000 + 0,211$$

$$\dot{m}_7 = 4,211 \text{ kg/h}$$

A vazão encontrada de saída 4,000 kg/h representa a vazão necessária para produção mensal de sabonetes esfoliantes, confirmando-se assim, o balanço de massa.

B3 – Creme hidratante corporal

Para os processos na linha de produção de creme hidratante, considera-se que o processo ocorre em regime permanente, sem acúmulo e não há geração e nem consumo de componentes. Dessa forma:

$$\dot{m}_{entra} = \dot{m}_{sai}$$

1) Aquecimento e mistura da fase aquosa

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{18} + \dot{m}_{19} + \dot{m}_{20} = \dot{m}_{21} + \dot{m}_{perda}$$

Tendo conhecimento das frações mássicas finais desejadas, é possível calcular as frações da mistura resultante do aquecimento da fase aquosa:

$$x_{\acute{a}gua}^{final} = 0,6900$$

$$x_{umectante}^{final} = 0,0800$$

$$x_{espessante}^{final} = 0,0100$$

$$x_{\acute{a}gua}^{21} = \frac{x_{\acute{a}gua}^{final}}{x_{\acute{a}gua}^{final} + x_{umectante}^{final} + x_{espessante}^{final}}$$

$$x_{\acute{a}gua}^{21} = \frac{0,6900}{0,6900 + 0,0800 + 0,0100}$$

$$x_{\acute{a}gua}^{21} = 0,8846$$

$$x_{umectante}^{21} = \frac{x_{umectante}^{final}}{x_{\acute{a}gua}^{final} + x_{umectante}^{final} + x_{espessante}^{final}}$$

$$x_{umectante}^{21} = \frac{0,0800}{0,6900 + 0,0800 + 0,0100}$$

$$x_{umectante}^{21} = 0,1026$$

$$x_{espessante}^{21} = \frac{x_{espessante}^{final}}{x_{\acute{a}gua}^{final} + x_{umectante}^{final} + x_{espessante}^{final}}$$

$$x_{espessante}^{21} = \frac{0,0100}{0,6900 + 0,0800 + 0,0100}$$

$$x_{espessante}^{21} = 0,0128$$

Considerando uma perda de 2% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0200 * (\dot{m}_{18} + \dot{m}_{19} + \dot{m}_{20})$$

O balanço para a água desmineralizada, umectante e espessante resulta em:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{18} * x_{\acute{a}gua}^{18} &= \dot{m}_{21} * x_{\acute{a}gua}^{21} + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{a}gua}^{perda} \\ \dot{m}_{19} * x_{umectante}^{19} &= \dot{m}_{21} * x_{umectante}^{21} + \dot{m}_{perda} * x_{umectante}^{perda} \\ \dot{m}_{20} * x_{espessante}^{20} &= \dot{m}_{21} * x_{espessante}^{21} + \dot{m}_{perda} * x_{espessante}^{perda}\end{aligned}$$

Assim, para $\dot{m}_{18} = 7,259 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{19} = 0,842 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{20} = 0,105 \text{ kg/h}$, e $x_{\acute{a}gua}^{21} = x_{\acute{a}gua}^{perda}$, $x_{umectante}^{21} = x_{umectante}^{perda}$, $x_{espessante}^{21} = x_{espessante}^{perda}$, considerando os balanços para perda e água:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{perda} &= 0,0200 * (7,259 + 0,842 + 0,105) \\ 7,259 &= 0,8846 * \dot{m}_{21} + 0,8846 * \dot{m}_{perda}\end{aligned}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{perda} &= 0,164 \text{ kg/h} \\ \dot{m}_{21} &= 8,041 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

Logo, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{18} + \dot{m}_{19} + \dot{m}_{20} &= \dot{m}_{21} + \dot{m}_{perda} \\ \dot{m}_{18} + \dot{m}_{19} + \dot{m}_{20} &= 8,041 + 0,164 \\ \dot{m}_{18} + \dot{m}_{19} + \dot{m}_{20} &= 8,205 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

2) Aquecimento e mistura da fase oleosa

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{22} + \dot{m}_{23} + \dot{m}_{24} = \dot{m}_{25} + \dot{m}_{perda}$$

Tendo conhecimento das frações mássicas finais desejadas, é possível calcular as frações da mistura resultante do aquecimento da fase oleosa:

$$x_{manteiga\ vegetal}^{final} = 0,100$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} = 0,0500$$

$$x_{emulsionante}^{final} = 0,0400$$

$$x_{manteiga\ vegetal}^{25} = \frac{x_{manteiga\ vegetal}^{final}}{x_{manteiga\ vegetal}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{emulsionante}^{final}}$$

$$x_{manteiga\ vegetal}^{25} = \frac{0,1000}{0,1000 + 0,1000 + 0,0400}$$

$$x_{manteiga\ vegetal}^{25} = 0,5263$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{25} = \frac{x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final}}{x_{manteiga\ vegetal}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{emulsionante}^{final}}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{25} = \frac{0,0500}{0,1000 + 0,0500 + 0,0400}$$

$$x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{25} = 0,2632$$

$$x_{emulsionante}^{25} = \frac{x_{emulsionante}^{final}}{x_{manteiga\ vegetal}^{final} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{final} + x_{emulsionante}^{final}}$$

$$x_{emulsionante}^{25} = \frac{0,0400}{0,1000 + 0,0500 + 0,0400}$$

$$x_{emulsionante}^{25} = 0,2105$$

Considerando uma perda de 2% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0200 * (\dot{m}_{22} + \dot{m}_{23} + \dot{m}_{24})$$

O balanço para amanteiga vegetal, o óleo vegetal e o emulsionante resulta em:

$$\dot{m}_{22} * x_{manteiga\ vegetal}^{22} = \dot{m}_{25} * x_{manteiga\ vegetal}^{25} + \dot{m}_{perda} * x_{manteiga\ vegetal}^{perda}$$

$$\dot{m}_{23} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{23} = \dot{m}_{25} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{25} + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$$

$$\dot{m}_{24} * x_{emulsionante}^{24} = \dot{m}_{25} * x_{emulsionante}^{25} + \dot{m}_{perda} * x_{emulsionante}^{perda}$$

Assim, para $\dot{m}_{22} = 1,052\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{23} = 0,526\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{24} = 0,421\text{ kg/h}$, e $x_{manteiga\ vegetal}^{25} = x_{manteiga\ vegetal}^{perda}$, $x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{25} = x_{\acute{o}leo}^{perda}$, $x_{emulsionante}^{25} = x_{emulsionante}^{perda}$, considerando os balanços para perda e manteiga vegetal:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0200 * (1,052 + 0,526 + 0,421)$$

$$1,052 = 0,5263 * \dot{m}_{25} + 0,5263 * \dot{m}_{perda}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{perda} = 0,040\text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{25} = 1,959\text{ kg/h}$$

Logo, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{22} + \dot{m}_{23} + \dot{m}_{24} = \dot{m}_{25} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_{22} + \dot{m}_{23} + \dot{m}_{24} = 1,959 + 0,040$$

$$\dot{m}_{22} + \dot{m}_{23} + \dot{m}_{24} = 1,999\text{ kg/h}$$

3) Homogeneização e resfriamento

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{21} + \dot{m}_{25} + \dot{m}_{26} + \dot{m}_{27} + \dot{m}_{28} + \dot{m}_{29} = \dot{m}_{30} + \dot{m}_{perda}$$

Sabendo as frações mássicas finais desejadas são alcançadas nessa etapa:

$$\begin{aligned}x_{\text{água}}^{30} &= 0,6900 \\x_{\text{umectante}}^{30} &= 0,0800 \\x_{\text{espessante}}^{30} &= 0,0100 \\x_{\text{manteiga vegetal}}^{30} &= 0,1000 \\x_{\text{óleo vegetal}}^{30} &= 0,0500 \\x_{\text{emulsionante}}^{30} &= 0,0400 \\x_{\text{óleo essencial}}^{30} &= 0,0100 \\x_{\text{conservante}}^{30} &= 0,0080 \\x_{\text{antioxidante}}^{30} &= 0,0100 \\x_{\text{corante}}^{30} &= 0,0020\end{aligned}$$

Considerando uma perda de 3% (m/m) das massas de entrada:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0300 * (\dot{m}_{21} + \dot{m}_{25} + \dot{m}_{26} + \dot{m}_{27} + \dot{m}_{28} + \dot{m}_{29})$$

O balanço para água, umectante, espessante, manteiga vegetal, óleo vegetal, emulsionante, óleo essencial, conservante, antioxidante e corante resulta em:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{21} * x_{\text{água}}^{21} &= \dot{m}_{30} * x_{\text{água}}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{água}}^{perda} \\ \dot{m}_{21} * x_{\text{umectante}}^{21} &= \dot{m}_{30} * x_{\text{umectante}}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{umectante}}^{perda} \\ \dot{m}_{21} * x_{\text{espessante}}^{21} &= \dot{m}_{30} * x_{\text{espessante}}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{espessante}}^{perda} \\ \dot{m}_{25} * x_{\text{manteiga vegetal}}^{25} &= \dot{m}_{30} * x_{\text{manteiga vegetal}}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{manteiga vegetal}}^{perda} \\ \dot{m}_{25} * x_{\text{óleo vegetal}}^{25} &= \dot{m}_{30} * x_{\text{óleo vegetal}}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\text{óleo vegetal}}^{perda}\end{aligned}$$

$$\dot{m}_{25} * x_{emulsionante}^{25} = \dot{m}_{30} * x_{emulsionante}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{emulsionante}^{perda}$$

$$\dot{m}_{26} * x_{\acute{o}leo\ essencial}^{26} = \dot{m}_{30} * x_{\acute{o}leo\ essencial}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{o}leo\ essencial}^{perda}$$

$$\dot{m}_{27} * x_{conservante}^{27} = \dot{m}_{30} * x_{conservante}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{conservante}^{perda}$$

$$\dot{m}_{28} * x_{antioxidante}^{28} = \dot{m}_{26} * x_{antioxidante}^{26} + \dot{m}_{perda} * x_{antioxidante}^{perda}$$

$$\dot{m}_{29} * x_{corante}^{29} = \dot{m}_{30} * x_{corante}^{30} + \dot{m}_{perda} * x_{corante}^{perda}$$

Assim, para $\dot{m}_{21} = 8,041\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{25} = 1,959\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{26} = 0,103\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{27} = 0,082\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{28} = 0,103\text{ kg/h}$, $\dot{m}_{29} = 0,021\text{ kg/h}$ e $x_{\acute{a}gua}^{30} = x_{\acute{a}gua}^{perda}$, $x_{umectante}^{30} = x_{umectante}^{perda}$, $x_{espessante}^{30} = x_{espessante}^{perda}$, $x_{manteiga\ vegetal}^{30} = x_{manteiga\ vegetal}^{perda}$, $x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{30} = x_{\acute{o}leo\ vegetal}^{perda}$, $x_{emulsionante}^{30} = x_{emulsionante}^{perda}$, $x_{\acute{o}leo\ essencial}^{30} = x_{\acute{o}leo\ essencial}^{perda}$, $x_{conservante}^{30} = x_{conservante}^{perda}$, $x_{antioxidante}^{30} = x_{antioxidante}^{perda}$, $x_{corante}^{30} = x_{corante}^{perda}$, considerando os balanços para perda e água:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0300 * (8,041 + 1,959 + 0,103 + 0,082 + 0,103 + 0,021)$$

$$8,041 * 0,8846 = 0,6900 * \dot{m}_{30} + 0,6900 * \dot{m}_{perda}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{perda} = 0,309\text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{28} = 10,000\text{ kg/h}$$

Logo, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{21} + \dot{m}_{25} + \dot{m}_{26} + \dot{m}_{27} + \dot{m}_{28} + \dot{m}_{29} = \dot{m}_{30} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_{21} + \dot{m}_{25} + \dot{m}_{26} + \dot{m}_{27} + \dot{m}_{28} + \dot{m}_{29} = 10,000 + 0,309$$

$$\dot{m}_{21} + \dot{m}_{25} + \dot{m}_{26} + \dot{m}_{27} + \dot{m}_{28} + \dot{m}_{29} = 10,309\text{ kg/h}$$

A vazão encontrada de saída 10,000 kg/h representa a vazão necessária para produção mensal de creme hidratante corporal, confirmando-se assim, o balanço de massa.

B4 – Óleo essencial e água floral

Para os processos na linha de produção de óleo essencial e água floral, considera-se que o processo ocorre em regime permanente, sem acúmulo e não há geração e nem consumo de componentes. Dessa forma:

$$\dot{m}_{entra} = \dot{m}_{sai}$$

1) Demanda de óleo essencial

Para produção mensal de sabonete, sabonete esfoliante e hidratante serão necessários, respectivamente, 0,067; 0,038 e 0,103 kg/h. Para atender essa demanda, considerando 20 dias com 6 h de operação, será preciso obter 24,965 kg de óleo essencial por mês, conforme mostrado.

$$m_{\text{óleo essencial},1} = (0,067 + 0,038 + 0,103) \frac{kg}{h} * 120 h$$

$$m_{\text{óleo essencial},1} = 24,965 kg$$

Por mês, serão envasadas 1500 unidades de 10 mL de óleo. Segundo Guenther (1952), a densidade relativa do óleo essencial de camomila varia de 0,917 a 0,957. Considerando a densidade da água a 20 °C igual a 0,998 g/mL (FOX, MCDONALD, 2006) e que o óleo possuirá uma densidade relativa média de 0,94, será preciso obter 14,072 kg de óleo essencial por mês.

$$m_{\text{óleo essencial},2} = 1500 * 10 mL * 0,94 * 0,998 \frac{g}{mL}$$

$$m_{\text{óleo essencial},2} = 14071,8 g$$

$$m_{\text{óleo essencial},2} = 14,072 kg$$

Logo, a produção anual deverá ser de 468,442 kg.

$$m_{\text{óleo essencial}} = (m_{\text{óleo essencial},1} + m_{\text{óleo essencial},2}) * 12$$

$$m_{\text{óleo essencial}} = (24,965 + 14,072) * 12$$

$$m_{\text{óleo essencial}} = 468,442 \text{ kg}$$

Assim, a produção que deverá ocorrer durante 4 meses, 20 dias por mês e 16 horas por dia será de 0,366 kg/h.

$$\dot{m}_{\text{óleo essencial}} = \frac{468,442 \text{ kg}}{4 * 20 * 16 \text{ h}}$$

$$\dot{m}_{\text{óleo essencial}} = 0,366 \text{ kg/h}$$

2) Demanda de água floral

Por mês, serão envasadas 4500 unidades de 120 mL de água floral. Considerando a densidade da água a 20 °C igual a 0,998 g/mL (FOX, MCDONALD, 2006), será preciso obter 538,920 kg de água floral por mês.

$$m_{\text{água floral}} = 4500 * 120 \text{ mL} * 0,998 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$m_{\text{água floral}} = 538920 \text{ g}$$

$$m_{\text{água floral}} = 538,920 \text{ kg}$$

Logo, a produção anual deverá ser de 6467,040 kg.

$$m_{\text{água floral}} = m_{\text{água floral}} * 12$$

$$m_{\text{água floral}} = 538,920 * 12$$

$$m_{\text{água floral}} = 6467,040 \text{ kg}$$

Assim, a produção que deverá ocorrer durante 4 meses, 20 dias por mês e 16 horas por dia será de 5,052 kg/h.

$$\dot{m}_{\text{água floral}} = \frac{6467,040 \text{ kg}}{4 * 20 * 16 \text{ h}}$$

$$\dot{m}_{\text{água floral}} = 5,052 \text{ kg/h}$$

3) Demanda de camomila seca

Para produção mensal de sabonete esfoliante, são necessárias 0,226 kg/h de camomila seca. Para atender essa demanda, considerando 20 dias com 6 h de operação, será preciso obter 27,075 kg de camomila seca por mês, conforme mostrado.

$$m_{camomila\ seca} = 0,226 \frac{kg}{h} * 120\ h$$

$$m_{camomila\ seca} = 27,075\ kg$$

Logo, a produção anual deverá ser de 324,906 kg.

$$m_{camomila\ seca} = m_{\acute{a}gua\ floral} * 12$$

$$m_{camomila\ seca} = 27,075 * 12$$

$$m_{camomila\ seca} = 324,906\ kg$$

Assim, a produção que deverá ocorrer durante 4 meses, 20 dias por mês e 16 horas por dia será de 0,254 kg/h.

$$\dot{m}_{camomila\ seca} = \frac{324,906\ kg}{4 * 20 * 16\ h}$$

$$\dot{m}_{camomila\ seca} = 0,254\ kg/h$$

4) Lavagem

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{31} + \dot{m}_{32} = \dot{m}_{33} + \dot{m}_{34} + \dot{m}_{perda}$$

Considerando uma retenção de água no material vegetal equivalente a 2% (m/m) da corrente 34 e que haverá uma perda de água:

$$x_{impureza}^{31} = 0,0100$$

$$x_{camomila}^{31} = 0,9900$$

$$x_{\acute{a}gua}^{32} = 1,0000$$

$$x_{camomila}^{34} = 0,9800$$

$$x_{\acute{a}gua}^{34} = 0,0200$$

$$x_{\acute{a}gua}^{perda} = 1,0000$$

Considerando que a camomila será lavada com uma quantidade de água 20% superior em relao a sua massa:

$$\dot{m}_{33} = 1,2000 * \dot{m}_{31}$$

Considerando uma perda de 5% da massa de água e 1% da massa de camomila:

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_{32}$$

$$\dot{m}_{33} * x_{camomila}^{33} = 0,0100 * \dot{m}_{31} * x_{camomila}^{31}$$

O balanço para camomila, impurezas e água:

$$\dot{m}_{31} * x_{camomila}^{31} = \dot{m}_{33} * x_{camomila}^{33} + \dot{m}_{34} * x_{camomila}^{34}$$

$$\dot{m}_{31} * x_{impureza}^{31} = \dot{m}_{33} * x_{impureza}^{33}$$

$$\dot{m}_{32} * x_{\acute{a}gua}^{32} = \dot{m}_{33} * x_{\acute{a}gua}^{33} + \dot{m}_{34} * x_{\acute{a}gua}^{34} + \dot{m}_{perda} * x_{\acute{a}gua}^{perda}$$

$$x_{camomila}^{33} + x_{impureza}^{33} + x_{\acute{a}gua}^{33} = 1$$

Assim, para $\dot{m}_{31} = 340,410 \text{ kg/h}$:

$$\dot{m}_{32} = 1,2000 * 340,410$$

$$\dot{m}_{perda} = 0,0500 * \dot{m}_{32}$$

$$\dot{m}_{33} * x_{camomila}^{33} = 0,0100 * 340,410 * 0,9900$$

$$0,9900 * 340,410 = \dot{m}_{33} * x_{camomila}^{33} + 0,9800 * \dot{m}_{34}$$

$$0,0100 * 340,410 = \dot{m}_{33} * x_{impureza}^{33}$$

$$\dot{m}_{32} = \dot{m}_{33} * x_{\acute{a}gua}^{33} + 0,0200 * \dot{m}_{34} + \dot{m}_{perda}$$

$$x_{camomila}^{33} + x_{impureza}^{33} + x_{\acute{a}gua}^{33} = 1$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{32} = 408,942 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{33} = 388,033 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{34} = 340,445 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{perda} = 20,425 \text{ kg/h}$$

$$x_{camomila}^{33} = 0,0087$$

$$x_{impureza}^{33} = 0,0088$$

$$x_{\acute{a}gua}^{33} = 0,9825$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{31} + \dot{m}_{32} = \dot{m}_{33} + \dot{m}_{34} + \dot{m}_{perda}$$

$$\dot{m}_{32} + 408,492 = 388,033 + 340,445 + 20,425$$

$$\dot{m}_{32} = 340,410 \text{ kg/h}$$

5) Extração

Como a camomila possuirá uma umidade inicial média de 86,5% e 1,2% (m/m) de óleo essencial, e a corrente 34 é composta de 98% de camomila e 2% de água:

$$x_{\acute{a}gua \text{ in situ}}^{34} = x_{camomila}^{34} * x_{\acute{a}gua \text{ in situ}}^{camomila}$$

$$x_{\acute{a}gua \text{ in situ}}^{34} = 0,9800 * 0,8650$$

$$x_{\acute{a}gua \text{ in situ}}^{34} = 0,8477$$

$$x_{\acute{o}leo \text{ essencial}}^{34} = x_{camomila}^{34} * x_{\acute{o}leo \text{ essencial}}^{camomila}$$

$$x_{\acute{o}leo \text{ essencial}}^{34} = 0,9800 * 0,0120$$

$$x_{\acute{o}leo \text{ essencial}}^{34} = 0,0118$$

$$x_{\acute{a}gua \text{ in situ}}^{34} + x_{\acute{o}leo \text{ essencial}}^{34} + x_{\acute{a}gua \text{ externa}}^{34} + x_{mat\acute{e}ria \text{ seca}}^{34} = 1$$

$$0,8477 + 0,0118 + 0,0200 + x_{matéria\ seca}^{34} = 1$$

$$x_{matéria\ seca}^{34} = 0,1205$$

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{34} = \dot{m}_{35} + \dot{m}_{36} + \dot{m}_{37} + \dot{m}_{perda\ de\ óleo} + \dot{m}_{perda\ de\ hidrolato}$$

$$x_{óleo\ essencial}^{35} = 1,000$$

$$x_{perda\ de\ óleo}^{perda\ de\ óleo} = 1,000$$

Considerando que o hidrolato possuirá 0,002% (m/m) de óleo essencial:

$$x_{óleo\ essencial}^{36} = 0,00002$$

$$x_{água}^{36} = 0,99998$$

$$x_{perda\ de\ hidrolato}^{perda\ de\ hidrolato} = 0,00002$$

$$x_{água}^{perda\ de\ hidrolato} = 0,99998$$

Sabendo que o método de extração possuirá um rendimento de 0,0091 kg de óleo essencial/kg de matéria seca:

$$\dot{m}_{35} + \dot{m}_{perda\ de\ óleo} = 0,0091 * \dot{m}_{34} * x_{matéria\ seca}^{34}$$

Considerando uma perda de 2% de massa de óleo essencial e hidrolato:

$$\dot{m}_{perda\ de\ óleo} = \frac{0,0200}{0,9800} * \dot{m}_{35}$$

$$\dot{m}_{perda\ de\ hidrolato} = \frac{0,0200}{0,9800} * \dot{m}_{36}$$

O balanço para matéria seca, água e óleo nessa etapa:

$$\dot{m}_{34} * x_{matéria\ seca}^{34} = \dot{m}_{37} * x_{matéria\ seca}^{37}$$

$$\begin{aligned}
\dot{m}_{34} * (x_{\text{água in situ}}^{34} + x_{\text{água externa}}^{34}) \\
&= \dot{m}_{36} * x_{\text{água}}^{36} + \dot{m}_{37} * x_{\text{água in situ}}^{37} + \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} * x_{\text{água}}^{\text{perda de hidrolato}} \\
\dot{m}_{34} * x_{\text{óleo essencial}}^{34} \\
&= \dot{m}_{35} * x_{\text{óleo essencial}}^{35} + \dot{m}_{36} * x_{\text{óleo essencial}}^{36} + \dot{m}_{37} * x_{\text{óleo essencial}}^{37} \\
&+ \dot{m}_{\text{perda de óleo}} * x_{\text{óleo essencial}}^{\text{perda de óleo}} + \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} * x_{\text{óleo essencial}}^{\text{perda de hidrolato}} \\
&x_{\text{matéria seca}}^{37} + x_{\text{água in situ}}^{37} + x_{\text{óleo essencial}}^{37} = 1
\end{aligned}$$

Assim, para $\dot{m}_{34} = 340,445 \text{ kg/h}$ e a quantidade desejada de hidrolato ($\dot{m}_{36} = 5,052 \text{ kg/h}$):

$$\begin{aligned}
\dot{m}_{35} + \dot{m}_{\text{perda de óleo}} &= 0,0091 * 340,445 * 0,1205 \\
\dot{m}_{\text{perda de óleo}} &= \frac{0,0200}{0,9800} * \dot{m}_{35} \\
\dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} &= \frac{0,0200}{0,9800} * 5,052 \\
340,445 * 0,1205 &= \dot{m}_{37} * x_{\text{matéria seca}}^{37} \\
340,445 * (0,8477 + 0,0200) \\
&= 5,052 * 0,99998 + \dot{m}_{37} * x_{\text{água in situ}}^{37} + 0,99998 * \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} \\
340,445 * 0,0118 \\
&= \dot{m}_{35} + 5,052 * 0,00002 + \dot{m}_{37} * x_{\text{óleo essencial}}^{37} + \dot{m}_{\text{perda de óleo}} \\
&+ 0,00002 * \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} \\
&x_{\text{matéria seca}}^{37} + x_{\text{água in situ}}^{37} + x_{\text{óleo essencial}}^{37} = 1
\end{aligned}$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\begin{aligned}
\dot{m}_{35} &= 0,366 \text{ kg/h} \\
\dot{m}_{37} &= 334,916 \text{ kg/h} \\
\dot{m}_{\text{perda de óleo}} &= 0,007 \text{ kg/h} \\
\dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} &= 0,103 \text{ kg/h} \\
x_{\text{matéria seca}}^{37} &= 0,1225 \\
x_{\text{água in situ}}^{37} &= 0,8666 \\
x_{\text{óleo essencial}}^{37} &= 0,0108
\end{aligned}$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\begin{aligned}\dot{m}_{34} &= \dot{m}_{35} + \dot{m}_{36} + \dot{m}_{37} + \dot{m}_{\text{perda de óleo}} + \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} \\ \dot{m}_{36} &= 0,366 + 5,052 + 334,916 + 0,007 + 0,103 \\ \dot{m}_{36} &= 340,445 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

A quantidade de hidrolato evaporado:

$$\begin{aligned}& (x_{\text{água in situ}}^{34} + x_{\text{água externa}}^{34} - 0,7) * \frac{\dot{m}_{36}}{x_{\text{água}}^{\text{hidrolato}}} \\ & (0,8477 + 0,0200 - 0,7) * \frac{340,445}{0,99998} \\ & 57,094 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

A quantidade de hidrolato perdido e destinado a comercialização:

$$\begin{aligned}& \dot{m}_{36} + \dot{m}_{\text{perda de hidrolato}} \\ & 5,052 + 0,103 \\ & 5,155 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

A quantidade de hidrolato recirculado:

$$\begin{aligned}& 57,094 - 5,155 \\ & 51,938 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

A razão de reciclo:

$$\frac{51,938}{5,155} = 10,07$$

6) Secagem

Nessa etapa:

$$\dot{m}_{39} = \dot{m}_{40} + \dot{m}_{41}$$

Considerando que a camomila deverá ser seca até possuir 10% de umidade em base úmida:

$$x_{matéria\ seca}^{39} = 0,1225$$

$$x_{água\ in\ situ}^{39} = 0,8666$$

$$x_{óleo\ essencial}^{39} = 0,0108$$

$$x_{matéria\ seca}^{40} = 0,9000$$

$$x_{água\ in\ situ}^{40} = 0,1000$$

Sabendo que parte da camomila resultante da extração seguirá para seu respectivo tratamento e parte para a secagem:

$$\dot{m}_{37} = \dot{m}_{38} + \dot{m}_{39}$$

O balanço para matéria seca, água e óleo essencial:

$$\dot{m}_{39} * x_{matéria\ seca}^{39} = \dot{m}_{40} * x_{matéria\ seca}^{40}$$

$$\dot{m}_{39} * x_{água\ in\ situ}^{39} = \dot{m}_{40} * x_{água\ in\ situ}^{40} + \dot{m}_{41} * x_{água}^{41}$$

$$\dot{m}_{39} * x_{óleo\ essencial}^{39} = \dot{m}_{41} * x_{óleo\ essencial}^{41}$$

$$x_{óleo\ essencial}^{41} + x_{água}^{41} = 1$$

Assim, para $\dot{m}_{37} = 334,916\ kg/h$ e $\dot{m}_{38} = 333,052\ kg/h$:

$$334,916 = 333,52 + \dot{m}_{39}$$

$$0,1225 * \dot{m}_{39} = 0,9000 * \dot{m}_{40}$$

$$0,8666 * \dot{m}_{39} = 0,1000 * \dot{m}_{40} + \dot{m}_{41} * x_{água}^{41}$$

$$0,0108 * \dot{m}_{39} = \dot{m}_{41} * x_{óleo\ essencial}^{41}$$

$$x_{óleo\ essencial}^{41} + x_{água}^{41} = 1$$

Resolvendo o sistema de equações acima, tem-se:

$$\dot{m}_{39} = 1,865 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{40} = 0,254 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{41} = 1,611 \text{ kg/h}$$

$$x_{\text{água}}^{41} = 0,9875$$

$$x_{\text{óleo essencial}}^{41} = 0,0125$$

Então, a equação do balanço global mostra-se verdadeira:

$$\dot{m}_{39} = \dot{m}_{40} + \dot{m}_{41}$$

$$\dot{m}_{41} = 0,254 + 1,611$$

$$\dot{m}_{41} = 1,865 \text{ kg/h}$$

APÊNDICE C – Cálculos do balanço de energia

A equação do balanço de energia (Equação 1):

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

Considerando regime permanente, que as vazões mássicas da entrada e da saída são as mesmas, que não há adição ou remoção de energia na forma de trabalho e que a energia cinética e potencial são desprezíveis, tem-se (Equação 2):

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

O balanço também pode ser escrito utilizando o calor específico (Equação 3):

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

No caso do calor de fusão (Equação 4):

$$\dot{Q} = \dot{m} * \lambda_f$$

Para o calor de vaporização (Equação 5):

$$\dot{Q} = \dot{m} * \lambda_v$$

C1 – Sabonete

1) Tanque de Aquecimento e Mistura

A partir do balanço de massa, são conhecidas as vazões de entrada no tanque $\dot{m}_1 = 7,883 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_2 = 0,024 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_3 = 0,204 \text{ kg/h}$. Logo, a quantidade necessária para cada batelada será de:

$$m_{base} = \frac{7,883 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{base} = 118,247 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{corante} = \frac{0,024 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{corante} = 0,355 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = \frac{0,204 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 3,062 \text{ kg/batelada}$$

- Calor específico da massa base:

O calor específico da massa base foi calculado baseado na composição de uma base fornecida por uma empresa consolidada no setor conforme mostrado (Tabela 45).

Tabela 50 – Composição da massa base

Componentes	Fração
Glicerina	0,080
Palmitato de sódio	0,440
Estearato de sódio	0,200
Quernalato de palma de sódio	0,140
Água	0,130
Outros	0,010

Fonte: Autoria própria (2019).

Tendo em vista as informações disponíveis na literatura do calor específico dos compostos presentes na base, foi definido a utilização do palmitato de sódio, da glicerina e da água para, a partir de uma média ponderada, representar o calor específico da massa base. O calor específico do palmitato de sódio empregado é igual a 1,712 kJ/kg K (WIRTH, DROEGE, WOOD, 1959).

$$Cp_{massa \text{ base}} = \frac{Cp_{s.palmitate} * x_{s.palmitate} + Cp_{\text{água}} * x_{\text{água}} + Cp_{glicerina} * x_{glicerina}}{x_{s.palmitate} + x_{\text{água}} + x_{glicerina}}$$

$$Cp_{massa \text{ base}} = \frac{1,712 * 0,44 + 4,184 * 0,13 + 2,377 * 0,08}{0,44 + 0,13 + 0,08}$$

$$Cp_{massa \text{ base}} = 2,288 \text{ kJ/kg K}$$

Devido à ausência de dados a respeito do valor da entalpia de fusão do palmitato de sódio, o valor utilizado de 210,199 kJ/kg (GBABODE *et al.*, 2009), foi aproximado para o do ácido palmítico, aproximação admissível devido à similaridade molecular entre os compostos. As propriedades da massa base estão apresentadas na Tabela 25.

Utilizando as Equações 3 e 4 e empregando os dados termodinâmicos de calor específico e entalpia de fusão representados na Tabela 25, obtêm-se:

- Calor para aquecer a base até a temperatura de fusão:

$$Q_1 = 118,247 * 2,288 * (50 - 16,4)$$

$$Q_1 = 9091,120 \text{ kJ}$$

- Calor para fundir a base:

$$Q_2 = 118,247 * 210,199$$

$$Q_2 = 24855,432 \text{ kJ}$$

- Calor para aquecer a base até a temperatura final desejada:

$$Q_3 = 118,247 * 2,288 * (70 - 50)$$

$$Q_3 = 5411,381 \text{ kJ}$$

- Calor para aquecer o óleo vegetal até a temperatura final desejada:

$$Q_4 = 3,062 * 0,739 * (70 - 16,4)$$

$$Q_4 = 121,250 \text{ kJ}$$

Assim, o calor total:

$$Q_{total} = 9091,120 + 24855,432 + 5411,381 + 121,250$$

$$Q_{total} = 39479,183 \text{ kJ}$$

Com o tempo de processo definido em 45 minutos, a taxa de transferência de calor será 14,622 kW.

$$\dot{Q} = \frac{39479,183}{45 * 60}$$

$$\dot{Q} = 14,622 \text{ kW}$$

2) Trocador de Calor

Do balanço de massa, têm-se a vazão de entrada no tanque $\dot{m}_4 = 7,705 \text{ kg/h}$, em que $x_{base}^4 = 0,9719$, $x_{corante}^4 = 0,0029$ e $x_{\text{óleo vegetal}}^4 = 0,0252$. A corrente de entrada por batelada é dada por:

$$m_{base} = 0,9719 * \frac{7,705 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{base} = 112,335 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{corante} = 0,0029 * \frac{7,705 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{corante} = 0,337 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 0,0252 * \frac{7,705 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 2,909 \text{ kg/batelada}$$

Em posse dos dados das propriedades termodinâmicas expostos na Tabela 25 e substituindo na Equação 3:

- Calor retirado para resfriar a massa base:

$$Q_1 = 112,335 * 2,288 * (50 - 70)$$

$$Q_1 = -5140,812 \text{ kJ}$$

- Calor retirado para resfriar o óleo vegetal:

$$Q_2 = 2,909 * 0,739 * (50 - 70)$$

$$Q_2 = -42,981 \text{ kJ}$$

Dessa forma, para resfriar a mistura total:

$$Q_{total} = (-5140,812) + (-42,981)$$

$$Q_{total} = -5183,792 \text{ kJ}$$

Com o tempo de 30 minutos de operação, a taxa de resfriamento será -2,880 kW.

$$\dot{Q} = \frac{-5183,792}{30 * 60}$$

$$\dot{Q} = -2,880 \text{ kW}$$

Conhecendo-se a taxa da perda de calor, a vazão mássica do fluido refrigerante deverá ser de 104,996 kg/h.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * C_p * \Delta T$$

$$2,880 = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * 4,184 * (40 - 16,4)$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 0,029 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 104,996 \text{ kg/h}$$

C2 – Sabonete esfoliante

1) Tanque de Aquecimento e Mistura

As vazões de entrada no tanque conhecidas a partir do balanço de massa são $\dot{m}_9 = 4,513 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{10} = 0,014 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{11} = 0,117 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{12} = 0,226 \text{ kg/h}$. Logo, a quantidade necessária para cada batelada será de:

$$m_{base} = \frac{4,513 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{base} = 135,377 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{corante} = \frac{0,014 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{corante} = 0,406 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = \frac{0,117 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 3,506 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{camomila seca}} = \frac{0,226 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 6,769 \text{ kg/batelada}$$

A partir das Equações 3 e 4 e dos dados termodinâmicos da Tabela 25, obtêm-se:

- Calor para aquecer a base até a temperatura de fusão:

$$Q_1 = 135,377 * 2,288 * (50 - 16,4)$$

$$Q_1 = 10408,124 \text{ kJ}$$

- Calor para fundir a base:

$$Q_2 = 135,377 * 210,199$$

$$Q_2 = 28456,166 \text{ kJ}$$

- Calor para aquecer a base até a temperatura final desejada:

$$Q_3 = 135,377 * 2,288 * (70 - 50)$$

$$Q_3 = 6195,312 \text{ kJ}$$

- Calor para aquecer o óleo vegetal até a temperatura final desejada:

$$Q_4 = 3,506 * 0,739 * (70 - 16,4)$$

$$Q_4 = 138,816 \text{ kJ}$$

Assim, o calor total:

$$Q_{total} = 10408,124 + 28456,166 + 6195,312 + 138,816$$

$$Q_{total} = 45198,417 \text{ kJ}$$

Será necessária uma taxa de aquecimento de 16,740 kW considerando 45 minutos de funcionamento.

$$\dot{Q} = \frac{45198,417}{45 * 60}$$

$$\dot{Q} = 16,740 \text{ kW}$$

2) Trocador de Calor

Do balanço de massa, têm-se a vazão de entrada no tanque $\dot{m}_{13} = 4,625 \text{ kg/h}$, em que $x_{base}^{13} = 0,9269$, $x_{corante}^{13} = 0,0028$, $x_{\text{óleo vegetal}}^{13} = 0,0240$ e $x_{\text{camomila seca}}^{13} = 0,0463$. A corrente de entrada por batelada é dada por:

$$m_{base} = 0,9269 * \frac{4,625 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{base} = 128,609 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{corante} = 0,0028 * \frac{4,625 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{corante} = 0,386 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 0,0240 * \frac{4,625 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 3,331 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{camomila seca}} = 0,0463 * \frac{4,625 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 6,430 \text{ kg/batelada}$$

3: Substituindo os valores das propriedades expostas na Tabela 25 na Equação

- Calor retirado para resfriar a massa base:

$$Q_1 = 128,609 * 2,288 * (50 - 70)$$

$$Q_1 = -5885,546 \text{ kJ}$$

- Calor retirado para resfriar do óleo vegetal:

$$Q_2 = 3,331 * 0,739 * (50 - 70)$$

$$Q_2 = -49,207 \text{ kJ}$$

Deste modo, para resfriar a mistura total:

$$Q_{\text{total}} = (-5885,546) + (-49,207)$$

$$Q_{\text{total}} = -5934,753 \text{ kJ}$$

A taxa de retirada de calor considerando 30 minutos de operação:

$$\dot{Q} = \frac{-5934,753}{30 * 60}$$

$$\dot{Q} = -3,297 \text{ kW}$$

Logo, será necessária uma vazão de fluido refrigerante igual a 120,207 kg/h.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * C_p * \Delta T$$

$$3,297 = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * 4,184 * (40 - 16,4)$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 0,033 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 120,207 \text{ kg/h}$$

C3 – Creme hidratante corporal

1) Tanque de aquecimento da fase aquosa

Por meio do balanço de massa, sabe-se que a carga do tanque é $\dot{m}_{18} = 7,259 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{19} = 0,842 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{20} = 0,105 \text{ kg/h}$. Assim, a carga por batelada será de:

$$m_{\text{água}} = \frac{7,259 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{água}} = 108,879 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{umectante}} = \frac{0,842 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{umectante}} = 12,624 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{espessante}} = \frac{0,105 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{espessante}} = 1,578 \text{ kg/batelada}$$

Logo, utilizando as Equações 3 e 4 e as propriedades termodinâmicas expostas na Tabela 29:

- Calor para aquecer a água:

$$Q_1 = 108,879 * 4,184 * (80 - 16,4)$$

$$Q_1 = 28972,858 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer o umectante até a temperatura de fusão:

$$Q_2 = 12,624 * 2,377 * (18,07 - 16,4)$$

$$Q_2 = 29,108 \text{ kJ}$$

- O calor para fundir o umectante:

$$Q_3 = 12,624 * 198,698$$

$$Q_3 = 2508,287 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer o umectante até a temperatura final:

$$Q_4 = 12,624 * 2,377 * (80 - 18,07)$$

$$Q_4 = 1858,232 \text{ kJ}$$

O calor total:

$$Q_{total} = 28972,858 + 29,108 + 2508,287 + 1858,232$$

$$Q_{total} = 33368,484 \text{ kJ}$$

A taxa de adição de calor necessária nessa etapa considerando 45 minutos de aquecimento será 12,359 kW.

$$\dot{Q} = \frac{33368,484}{45 * 60}$$

$$\dot{Q} = 12,359 \text{ kW}$$

2) Tanque de aquecimento da fase oleosa

Por meio do balanço de massa, sabe-se que a carga do tanque é $\dot{m}_{22} = 1,052 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{23} = 0,526 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{24} = 0,421 \text{ kg/h}$. Assim, a carga por batelada será de:

$$m_{manteiga\ vegetal} = \frac{1,052 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{manteiga\ vegetal} = 15,780 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\acute{o}leo\ vegetal} = \frac{0,526 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 7,890 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{emulsionante}} = \frac{0,421 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{emulsionante}} = 6,312 \text{ kg/batelada}$$

Logo, utilizando as Equações 3 e 4 e as propriedades termodinâmicas expostas na Tabela 30:

- O calor para aquecer a manteiga até a temperatura de fusão:

$$Q_1 = 15,780 * 2,380 * (30 - 16,4)$$

$$Q_1 = 510,751 \text{ kJ}$$

- O calor para fundir a manteiga:

$$Q_2 = 15,780 * 157,000$$

$$Q_2 = 2477,383 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer a manteiga até a temperatura final:

$$Q_3 = 15,780 * 2,010 * (80 - 30)$$

$$Q_3 = 1585,841 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer o óleo vegetal:

$$Q_4 = 7,89 * 0,739 * (80 - 16,4)$$

$$Q_4 = 370,664 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer o emulsionante:

$$Q_5 = 6,312 * 1,735 * (80 - 16,4)$$

$$Q_5 = 696,322 \text{ kJ}$$

O calor total:

$$Q_{total} = 510,751 + 2477,383 + 1585,841 + 370,664 + 696,322$$

$$Q_{total} = 5640,960 \text{ kJ}$$

A taxa de adição de calor necessária nessa etapa considerando 15 minutos de aquecimento será 6,268 kW.

$$\dot{Q} = \frac{5640,960}{15 * 60}$$

$$\dot{Q} = 6,268 \text{ kW}$$

3) Tanque de resfriamento

Por meio do balanço de massa, sabe-se que a carga do tanque é $\dot{m}_{21} = 8,041 \text{ kg/h}$, contendo $x_{\text{água}}^{21} = 0,8846$, $x_{\text{umectante}}^{21} = 0,1026$ e $x_{\text{espessante}}^{21} = 0,0128$, $\dot{m}_{25} = 1,959 \text{ kg/h}$, contendo $x_{\text{manteiga vegetal}}^{25} = 0,5263$, $x_{\text{óleo vegetal}}^{25} = 0,2632$ e $x_{\text{emulsionante}}^{25} = 0,2105$, $\dot{m}_{26} = 0,103 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{27} = 0,082 \text{ kg/h}$, $\dot{m}_{28} = 0,103 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{29} = 0,021 \text{ kg/h}$. Assim, a carga por batelada será de:

$$m_{\text{água}} = 0,8846 * \frac{8,041 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{água}} = 106,701 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{umectante}} = 0,1026 * \frac{8,041 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{umectante}} = 12,371 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{espessante}} = 0,0128 * \frac{8,041 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{espessante}} = 1,546 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{manteiga vegetal}} = 0,5263 * \frac{1,959 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{manteiga vegetal}} = 15,464 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 0,2632 * \frac{1,959 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 7,732 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{emulsionante}} = 0,2105 * \frac{1,959 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{emulsionante}} = 6,186 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo essencial}} = \frac{0,103 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo essencial}} = 1,546 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{conservante}} = \frac{0,082 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{conservante}} = 1,237 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{antioxidante}} = \frac{0,103 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{antioxidante}} = 1,546 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{corante}} = \frac{0,021 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{corante}} = 0,309 \text{ kg/batelada}$$

Logo, utilizando a Equação 3 e as propriedades termodinâmicas expostas nas Tabelas 29, 30 e 31:

- Calor específico do hidratante:

O calor específico do hidratante foi calculado por meio da média ponderada dos calores específicos das substâncias que compõem o hidratante. Para o cálculo, foram consideradas apenas as substâncias presentes acima de 1% (m/m) da composição final, pressupondo-se que as substâncias em menor quantidade não afetariam significativamente o valor do Cp. A porcentagem de cada componente na mistura final está descrita na Tabela 15.

$$C_{p_{hidratante}} = \frac{C_{p_{\acute{a}gua}} * x_{\acute{a}gua} + C_{p_{glicerina}} * x_{glicerina} + C_{p_{lecitina}} * x_{lecitina}}{x_{\acute{a}gua} + x_{glicerina} + x_{lecitina} + x_{manteiga\ vegetal} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}} + \frac{C_{p_{manteiga\ vegetal}} * x_{manteiga\ vegetal} + C_{p_{\acute{o}leo\ vegetal}} * x_{\acute{o}leo\ vegetal}}{x_{\acute{a}gua} + x_{glicerina} + x_{lecitina} + x_{manteiga\ vegetal} + x_{\acute{o}leo\ vegetal}}$$

$$C_{p_{hidratante}} = \frac{0,69 * 4,184 + 0,08 * 2,377 + 0,04 * 1,735 + 0,10 * 2,010 + 0,05 * 0,739}{0,65 + 0,08 + 0,04 + 0,10 + 0,05}$$

$$C_{p_{hidratante}} = 3,525 \text{ kJ/kg K}$$

- Retirada de calor para resfriar o hidratante:

$$Q = (1086,701 + 12,371 + 1,546 + 15,464 + 7,732 + 6,186 + 1,546 + 1,237 + 1,546 + 0,309) * 3,525 * (15 - 80)$$

$$Q = -35436,226 \text{ kJ}$$

Considerando 1,5 h de operação:

$$\dot{Q} = \frac{-35436,226}{1,5 * 3600}$$

$$\dot{Q} = -6,562 \text{ kW}$$

A vazão mássica requerida de fluido refrigerante:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * C_p * \Delta T$$

$$6,562 = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * 3,941 * (5 - (-15))$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 0,083 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 299,698 \text{ kg/h}$$

C4 – Óleo essencial e água floral

1) Número de bateladas

$$n = \frac{1 \text{ batelada}}{1 \text{ h}} * \frac{320 \text{ h de operação}}{\text{mês}}$$

$$n = 320 \text{ bateladas/mês}$$

2) Quantidade de material por batelada

Por meio do balanço de massa, sabe-se que a carga do extrator é $\dot{m}_{34} = 340,445 \text{ kg/h}$. Assim, a carga por batelada será de 340,445 kg de camomila.

$$m_{\text{camomila}} = \frac{340,445 \text{ kg}}{h} * \frac{320 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{320 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{camomila}} = 340,445 \text{ kg/batelada}$$

3) Quantidade de óleo essencial obtida por batelada

Por meio do balanço de massa, sabemos que a saída e perda de óleo no extrator são $\dot{m}_{35} = 0,366 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{\text{perda de óleo}} = 0,007 \text{ kg/h}$. Assim, o produto por batelada será de 0,373 kg de óleo essencial.

$$m_{\text{óleo essencial}} = \frac{(0,366 + 0,007) \text{ kg}}{h} * \frac{320 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{320 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo essencial}} = 0,373 \text{ kg/batelada}$$

4) Zona de extração

Na corrente de carga, com base no balanço de massa, tem-se:

$$m_{\text{camomila}} = 340,445 \text{ kg}$$

$$x_{\text{água in situ}} = 0,8477$$

$$x_{\text{água externa}} = 0,0200$$

$$x_{\text{óleo essencial}} = 0,0118$$

Logo, substituindo as propriedades termodinâmicas expostas na Tabela 33 nas Equações 3 e 5:

- Calor para aquecer toda a água até o ponto de ebulição:

$$Q_1 = 340,445 * (0,8477 + 0,0200) * 4,184 * (100 - 16,4)$$

$$Q_1 = 103327,150 \text{ kJ}$$

- O calor para aquecer todo o óleo até o ponto de ebulição da água:

$$Q_2 = 340,445 * 0,0118 * 1,148 * (100 - 16,4)$$

$$Q_2 = 384,240 \text{ kJ}$$

- Sabendo que apenas a parcela de água superior a umidade de 70% é evaporada, o calor para evaporação:

$$Q_3 = 340,445 * (0,8477 + 0,0200 - 0,7) * 2483,097$$

$$Q_3 = 141766,533 \text{ kJ}$$

O calor total:

$$Q_{total} = 103327,150 + 384,240 + 141766,533$$

$$Q_{total} = 245477,923 \text{ kJ}$$

A taxa de adição de calor necessária nessa etapa considerando 45 minutos de operação será 90,918 kW.

$$\dot{Q} = \frac{245477,923}{45 * 60}$$

$$\dot{Q} = 90,918 \text{ kW}$$

5) Zona de condensação

Em posse dos valores de calor específico e entalpia de condensação expostos na Tabela 34 e utilizando as Equações 3 e 5:

- Calor para condensar a água:

$$Q_1 = 340,445 * (0,8477 + 0,0200 - 0,6) * (-2483,097)$$

$$Q_1 = -141766,533 \text{ kJ}$$

- Calor para resfriar a água condensada:

$$Q_2 = 340,445 * (0,8477 + 0,0200 - 0,7) * 4,184 * (60 - 100)$$

$$Q_2 = -9555,021 \text{ kJ}$$

- Calor para esfriar o óleo extraído:

$$Q_3 = 0,373 * 1,148 * (60 - 100)$$

$$Q_3 = -17,148 \text{ kJ}$$

O calor total:

$$Q_{total} = -141766,533 - 9555,021 - 17,148$$

$$Q_{total} = -151338,702 \text{ kJ}$$

A taxa de retirada de calor necessária nessa etapa considerando 45 minutos de operação será

$$\dot{Q} = \frac{-151338,702}{45 * 60}$$

$$\dot{Q} = -56,051 \text{ kW}$$

A vazão mássica requerida de fluido refrigerante:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * C_p * \Delta T$$

$$56,051 = \dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} * 4,184 * (50 - 16,4)$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 0,399 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{fluido refrigerante}} = 1435,350 \text{ kg/h}$$

APÊNDICE D – Cálculos do dimensionamento

Volume de tanque (Equação 6):

$$V = \frac{m}{\rho}$$

V: volume (m³);

m: massa contido no tanque (kg);

ρ : densidade do material contido no tanque (kg/m³).

Cálculo da resistência em tanques de aquecimento elétrico (Equação 7):

$$R = \frac{U^2}{P}$$

R: resistência (Ω);

U: tensão (V);

P: potência (W).

Segundo Erwin (2002), o dimensionamento em trocadores de calor (Equação 8):

$$A = \frac{\dot{Q}}{U * LMTD}$$

A: área de troca térmica (m²);

Q: calor total transferido (W);

U: coeficiente global de transferência de calor (W/m² K);

LMTD: log médio da diferença de temperatura (K) (Equação 9).

$$LMTD = \frac{(GTD - LTD)}{\ln(GTD/LTD)}$$

GTD: diferença entre as maiores temperaturas;

LTD: diferença entre as menores temperaturas.

Capacidade de equipamento (Equação 10):

$$C = \frac{m}{t}$$

C: capacidade (kg/h);

m: massa que será processada (kg);

t: tempo de processamento (h).

Capacidade de equipamento (Equação 11):

$$C = \frac{V}{t}$$

C: capacidade (m³/h);

V: volume que será processado (m³);

t: tempo de processamento (h).

D1 – Sabonete

1) Tanque de aquecimento e mistura

A massa total que é adicionada no tanque, é a soma da $m_{base} = 118,247 \text{ kg}$, $m_{corante} = 0,355 \text{ kg}$ e $m_{\text{óleo vegetal}} = 3,062 \text{ kg}$ encontradas nos cálculos do balanço de energia no Apêndice C1. A partir da Equação 6, o volume do tanque deverá ser de:

$$V = \frac{118,247 + 0,355 + 3,062}{950,00}$$

$$V = 0,128 \text{ m}^3$$

De acordo com o balanço de energia (Apêndice C1), a taxa de transferência de calor é de 14,622 kW. Admitindo-se a resistência 220 V e utilizando a Equação 7, o tanque deverá possuir uma resistência de 3,31 Ω .

$$R = \frac{220^2}{14622}$$

$$R = 3,31 \Omega$$

2) Trocador de calor

Utilizando a Equação 9 e os dados da Tabela 26, calcula-se:

$$LMTD = \frac{(70 - 40) - (50 - 16,4)}{\ln((70 - 40)/(50 - 16,4))}$$

$$LMTD = 31,766 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Em posse da taxa de calor de 2,880 kW que deve ser removida, apresentada no Apêndice C1, e da Equação 8, área de troca térmica será de 0,151 m^2 .

$$A = \frac{2880}{600 * 31,766}$$

$$A = 0,151 \text{ m}^2$$

3) Extrusora

Os valores das vazões de entrada da extrusora são conhecidos a partir do balanço de massa, $\dot{m}_5 = 7,320 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_6 = 0,067 \text{ kg/h}$, dessa forma a massa na entrada do processo por batelada deverá ser de:

$$m_{mistura} = \frac{7,320 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{mistura} = 109,802 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = \frac{0,067 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{8 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 1,001 \text{ kg/batelada}$$

Dessa maneira, utilizando a Equação 10, a capacidade da extrusora será de 147,738 kg/h considerando um tempo de extrusão de 0,75 h exposto na Tabela 24.

$$\text{Capacidade} = \frac{109,802 + 1,001}{0,75}$$

$$\text{Capacidade} = 147,738 \text{ kg/h}$$

D2 – Sabonete esfoliante

1) Tanque de aquecimento e mistura

A soma da $m_{\text{base}} = 135,377 \text{ kg}$, $m_{\text{corante}} = 0,406 \text{ kg}$, $m_{\text{óleo vegetal}} = 3,506 \text{ kg}$ e $m_{\text{camomila seca}} = 6,769 \text{ kg}$ encontradas nos cálculos do balanço de energia, Apêndice C2, resultará na massa total que estará presente no tanque de aquecimento e mistura. Assim, a partir da Equação 6, o volume do tanque deverá ser de:

$$V = \frac{135,377 + 0,406 + 3,506 + 6,769}{950,00}$$

$$V = 0,154 \text{ m}^3$$

A taxa de aquecimento nesse processo é de 16,740 kW, valor encontrado no Apêndice C2, balanço de energia. Admitindo-se a resistência 220 V e utilizando a Equação 7, obtém-se a resistência do tanque de 2,891 Ω .

$$R = \frac{220^2}{16740}$$

$$R = 2,891 \Omega$$

2) Trocador de calor

Utilizando a Equação 9 e os dados da Tabela 27, têm-se:

$$LMTD = \frac{(70 - 40) - (50 - 16,4)}{\ln((70 - 40)/(50 - 16,4))}$$

$$LMTD = 31,766 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Resultado do cálculo no balanço de energia, a taxa que deverá ser retirada é igual a 3,297 kW. Desse modo, aplicando a Equação 9, a área de troca térmica será de 0,173 m².

$$A = \frac{3297}{600 * 31,766}$$

$$A = 0,173 \text{ m}^2$$

3) Extrusora

Com os valores das vazões de entrada provenientes do balanço de massa, $\dot{m}_{14} = 4,394 \text{ kg/h}$ e $\dot{m}_{15} = 0,0380 \text{ kg/h}$, a quantidade de massa por batelada será:

$$m_{mistura} = \frac{4,394 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{mistura} = 131,818 \text{ kg/batelada}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = \frac{0,038 \text{ kg}}{h} * \frac{120 \text{ h de operação}}{\text{mês}} * \frac{\text{mês}}{4 \text{ bateladas}}$$

$$m_{\text{óleo vegetal}} = 1,146 \text{ kg/batelada}$$

Assim, a partir da Equação 10, para um tempo de processo de 0,75 h (Tabela 24), a capacidade da extrusora será de 177,285 kg/h.

$$Capacidade = \frac{131,818 + 1,146}{0,75}$$

$$Capacidade = 177,285 \text{ kg/h}$$

D3 – Creme hidratante corporal

1) Filtro de osmose inversa

Por meio dos cálculos realizados no balanço de energia e expostos no Apêndice C3, sabe-se que a massa de água que será adicionada ao tanque durante cada batelada será igual a $m_{\text{água}} = 108,879 \text{ kg}$.

Assim, a partir da Equação 11, para um tempo de processo de 0,5 h, a capacidade do filtro será de $0,218 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$\text{Capacidade} = \frac{108,879 / 998,720}{0,5}$$

$$\text{Capacidade} = 0,218 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Tanque da fase aquosa

Por meio dos cálculos realizados no balanço de energia e expostos no Apêndice C3, sabe-se que a massa presente nesse tanque durante cada batelada será igual a soma da $m_{\text{água}} = 108,879 \text{ kg}$, $m_{\text{umectante}} = 12,624 \text{ kg}$ e $m_{\text{espessante}} = 1,578 \text{ kg}$. Assim, com base na Equação 6, o volume necessário do tanque será de:

$$V = \frac{108,879 + 12,624 + 1,578}{985,36}$$

$$V = 0,125 \text{ m}^3$$

Como descrito no Apêndice C3, sabe-se também que a taxa de calor necessária nessa etapa é de $12,359 \text{ kW}$. Assim, utilizando a Equação 7, a resistência do tanque deverá ser de $3,92 \Omega$.

$$R = \frac{220^2}{12359}$$

$$R = 3,92 \Omega$$

3) Tanque da fase oleosa

Por meio dos cálculos realizados no balanço de energia e expostos no Apêndice C3, sabe-se que a massa presente nesse tanque durante cada batelada será igual a soma da $m_{manteiga\ vegetal} = 15,780\ kg$, $m_{óleo\ vegetal} = 7,890\ kg$ e $m_{emulsionante} = 6,312\ kg$. Assim, aplicando a Equação 6, o volume necessário do tanque será de:

$$V = \frac{15,780 + 7,890 + 6,312}{863,270}$$

$$V = 0,035\ m^3$$

Como descrito no Apêndice C3, sabe-se também que a taxa de calor necessária nessa etapa é de 6,268 kW. Dessa forma, utilizando a Equação 7, a resistência do tanque deverá ser de 7,33 Ω .

$$R = \frac{220^2}{6268}$$

$$R = 7,72\ \Omega$$

4) Tanque de resfriamento

Por meio dos cálculos realizados no balanço de energia e expostos no Apêndice C3, sabe-se que a massa presente nesse tanque durante cada batelada será igual a soma da $m_{\acute{a}gua} = 106,701\ kg$, $m_{umectante} = 12,371\ kg$, $m_{espessante} = 1,546\ kg$, $m_{manteiga\ vegetal} = 15,464\ kg$, $m_{óleo\ vegetal} = 7,732\ kg$, $m_{emulsionante} = 6,186\ kg$, $m_{óleo\ essencial} = 1,546\ kg$, $m_{conservante} = 1,237\ kg$, $m_{antioxidante} = 1,546\ kg$ e $m_{corante} = 0,309\ kg$. Assim, aplicando a Equação 6, o volume necessário do tanque será de:

$$V = \frac{106,701 + 12,371 + 1,546 + 15,464 + 7,732 + 6,186 + 1,546 + 1,237 + 1,546 + 0,309}{1135}$$

$$V = 0,136 \text{ m}^3$$

Utilizando a Equação 9 e os dados da Tabela 32, tem-se:

$$LMTD = \frac{(80 - 5) - (15 - (-15))}{\ln((80 - 5)/(15 - (-15)))}$$

$$LMTD = 49,111 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Como descrito no Apêndice C3, sabe-se também que a taxa de calor que deve ser removida nessa etapa é de 6,562 kW. Dessa forma, utilizando a Equação 8, a área de troca térmica deverá ser de:

$$A = \frac{6562}{700 * 49,111}$$

$$A = 0,191 \text{ m}^2$$

D4 – Óleo essencial e água floral

1) Extrator: zona de extração

Como calculado no Apêndice C4, a carga no extrator será $m_{\text{camomila}} = 340,445 \text{ kg/batelada}$. Assim, aplicando a Equação 6, o volume necessário do tanque será:

$$V = \frac{340,445}{25/0,06}$$

$$V = 0,817 \text{ m}^3$$

2) Extrator: zona de condensação

Utilizando a Equação 9 e os dados da Tabela 34, tem-se:

$$LMTD = \frac{(100 - 50) - (60 - 16,4)}{\ln((100 - 50)/(60 - 16,4))}$$

$$LMTD = 46,727 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Como descrito no Apêndice C4, sabe-se também que a taxa de calor que deve ser removida nessa etapa é de 56,051 kW. Assim, aplicando a Equação 8, a área de troca térmica deverá ser de:

$$A = \frac{56051}{1400 * 46,727}$$

$$A = 0,857 \text{ m}^2$$

3) Tanque de armazenamento de óleo essencial

Como demonstrado no Apêndice B4, a demanda mensal de óleo essencial para venda do produto isolado e para produção de sabonete, sabonete esfoliante e hidratante:

$$m_{\text{óleo essencial,demanda}} = 24,965 + 14,072$$

$$m_{\text{óleo essencial,demanda}} = 39,037 \text{ kg}$$

Como demonstrado no balanço de massa, a produção mensal de óleo essencial:

$$\dot{m}_{35} = 0,366 \text{ kg/h}$$

Assim, no último mês de obtenção de óleo essencial, o tanque deverá armazenar:

$$m = 4 * \frac{0,366 \text{ kg}}{h} * 320 \text{ h} - 4 * 39,037 \text{ kg}$$

$$m = 312,394 \text{ kg}$$

Assim, por meio da Equação 6, o volume necessário do tanque será de:

$$V = \frac{312,394}{938,120}$$

$$V = 0,333 \text{ m}^3$$

4) Tanque de armazenamento de água floral

Como demonstrado no Apêndice B4, a demanda mensal de água floral:

$$m_{\text{água floral,demanda}} = 538,920 \text{ kg}$$

Como demonstrado no balanço de massa, a produção mensal de água floral:

$$\dot{m}_{36} = 5,052 \text{ kg/h}$$

Assim, no último mês de obtenção de água floral, o tanque deverá armazenar:

$$m = 4 * \frac{5,052 \text{ kg}}{h} * 320 \text{ h} - 4 * 538,920 \text{ kg}$$

$$m = 4311,360 \text{ kg}$$

Assim, por meio da Equação 6, o volume necessário do tanque será de:

$$V = \frac{4311,360}{998}$$

$$V = 4,320 \text{ m}^3$$

5) Estufa de secagem

Por meio do balanço de massa, sabe-se que a corrente de vapor da saída da estufa é igual a $\dot{m}_{41} = 1,611 \text{ kg/h}$ contendo $x_{\text{água}}^{43} = 0,9875$ e $x_{\text{óleo essencial}}^{43} = 0,0125$. Para fins de cálculo e devido à baixa porcentagem de óleo essencial na corrente, a massa toda será tratada como água. Assim, a massa de água evaporada por batelada será de:

$$m = \frac{1,611 \text{ kg}}{h} * \frac{320 \text{ h}}{20 \text{ bateladas}}$$

$$m = 25,770 \text{ kg/batelada}$$

Utilizando uma carta psicrométrica (FLYCARPET, 2019), sabe-se que a umidade absoluta nas condições inicial e final são, respectivamente, 4,656 e 18,856 g água/kg ar seco. Sabe-se também que o volume específico na condição de saída é 0,885 m³/kg ar seco.

Assim, o volume de ar necessário para retirar a massa de água contida na camomila:

$$V = \frac{m}{(H_f - H_i)} * \hat{V}_f$$

$$V = \frac{25770}{(18,856 - 4,656)} * 0,885$$

$$V = 1606,069 \text{ m}^3$$

Considerando, 23 h de secagem, a estufa deverá ter uma vazão de ar mínima de 69,83 m³/h.

$$\dot{V} = \frac{1606,069}{23}$$

$$\dot{V} = 69,83 \text{ m}^3/\text{h}$$

APÊNDICE E – Diagrama de fluxo do processo

Tabela 51 – Correntes da Área 100 (Parte 1)

Corrente	1	2	2a, 2b, 2c	3	3a, 3b, 3c	4a, 4b, 4c	5
T (°C)	16,4	16,4	16,4	100	100	100	60
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	340,410	340,445	113,482	334,916	111,639	19,155	5,052
F (kg/bat)	340,410	340,445	113,482	334,916	111,639	19,155	5,052
Componente (kg/bat)							
Camomila <i>in natura</i>	337,006	333,636	111,212	-	-	-	-
Impureza	3,404	-	-	-	-	-	-
Matéria seca	41,452	41,037	13,679	41,037	13,679	-	-
Água <i>in situ</i>	291,510	288,595	96,198	290,249	96,750	-	-
Água externa	-	6,809	2,270	-	-	19,031	0,0523
Camomila seca	-	-	-	-	-	-	-
Óleo essencial	4,044	4,004	1,335	3,630	1,210	0,124	0,0001

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 52 – Correntes da Área 100 (Parte 2)

Corrente	6a, 6b, 6c	7	8	9	10	11	12
T (°C)	60	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	0,122	333,052	1,864	0,226	0,103	0,067	0,038
F (kg/bat)	0,122	333,052	29,831	6,769	1,546	1,001	1,146
Componente (kg/bat)							
Camomila	-	333,052	29,831	-	-	-	-
Impureza	-	-	-	-	-	-	-
Matéria seca	-	40,809	3,655	6,092	-	-	-
Água <i>in situ</i>	-	288,633	25,852	0,677	-	-	-
Água externa	-	-	-	-	-	-	-
Camomila seca	-	-	-	-	-	-	-
Óleo essencial	0,122	3,610	0,323	-	1,546	1,001	1,146

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 53 – Correntes da Área 200 (Parte 1)

Corrente	14	16	17	19	21	23
T (°C)	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	12,396	7,883	0,058	0,024	0,847	0,204
F (kg/bat)	304,183	118,247	1,070	0,355	14,458	3,062
Componente (kg/bat)						
Massa base	304,183	118,247	-	-	-	-
Óleo de Jojoba	-	-	-	-	14,458	3,062
Curcumina	-	-	1,070	0,355	-	-
Óleo essencial	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 54 – Correntes da Área 200 (Parte 2)

Corrente	11	37	38	39	40
T (°C)	16,4	70,0	50,0	50,0	40,0
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	0,067	7,705	7,320	7,018	6,667
F (kg/bat)	1,001	115,581	109,802	105,263	100,000
Componente (kg/bat)					
Massa base	-	112,335	106,718	101,382	96,313
Óleo de Jojoba	-	2,909	2,764	2,626	2,494
Curcumina	-	0,337	0,320	0,304	0,289
Óleo essencial	1,001	-	-	0,951	0,904

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 55 – Correntes da Área 300 (Parte 1)

Corrente	14	15	17	20	21	24
T (°C)	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	12,396	4,513	0,058	0,014	0,847	0,117
F (kg/bat)	304,183	135,377	1,070	0,406	14,458	3,506
Componente (kg/bat)						
Massa base	304,183	135,377	-	-	-	-
Óleo de Jojoba	-	-	-	-	14,458	3,506
Curcumina	-	-	1,070	0,406	-	-
Óleo essencial	-	-	-	-	-	-
Camomila seca	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 56 – Correntes da Área 300 (Parte 2)

Corrente	9	33	34	12	35	36
T (°C)	16,4	70,0	50,0	16,4	50,0	40,0
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	0,226	4,625	4,394	0,038	4,211	4,000
F (kg/bat)	6,769	138,756	131,818	1,146	126,316	120,000
Componente (kg/bat)						
Massa base	-	128,609	122,178	-	116,069	110,266
Óleo de Jojoba	-	3,331	3,164	-	3,006	2,856
Curcumina	-	0,386	0,367	-	0,348	0,331
Óleo essencial	-	-	-	1,146	1,089	1,034
Camomila seca	6,769	6,430	6,109	-	5,803	5,513

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 57 – Correntes da Área 400 (Parte 1)

Corrente	17	18	21	22	25	26	27	28
T (°C)	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	0,058	0,021	0,847	0,526	1,052	0,421	7,259	7,259
F (kg/bat)	1,070	0,309	14,458	7,890	15,780	6,312	108,879	108,879
Componente (kg/bat)								
Água desmineralizada	-	-	-	-	-	-	108,879	108,879
Glicerina vegetal	-	-	-	7,890	-	-	-	-
Goma xantana	-	-	-	-	15,780	-	-	-
Lecitina de soja	-	-	-	-	-	6,312	-	-
Manteiga de cupuaçu	-	-	-	-	-	-	-	-
Óleo de Jojoba	-	-	14,458	-	-	-	-	-
Óleo essencial	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbato de potássio	-	-	-	-	-	-	-	-
Ácido cítrico	-	-	-	-	-	-	-	-
Curcumina	1,070	0,309	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 58 – Correntes da Área 400 (Parte 2)

Corrente	29	30	31	32	10	41	42	43
T (°C)	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	80,0	80,0	15,0
P (atm)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F (kg/h)	0,842	0,105	0,082	0,103	0,103	8,041	1,959	10,000
F (kg/bat)	12,624	1,578	1,237	1,546	1,546	120,619	29,381	150,000
Componente (kg/bat)								
Água desmineralizada	-	-	-	-	-	106,701	-	103,500
Glicerina vegetal	-	-	-	-	-	12,371	-	12,000
Goma xantana	-	1,578	-	-	-	1,546	-	1,500
Lecitina de soja	12,624	-	-	-	-	-	6,186	6,00
Manteiga de cupuaçu	-	-	-	-	-	-	15,464	15,000
Óleo de Jojoba	-	-	-	-	-	-	7,732	7,500
Óleo essencial	-	-	-	-	1,546	-	-	1,500
Sorbato de potássio	-	-	1,237	-	-	-	-	1,200
Ácido cítrico	-	-	-	1,546	-	-	-	1,500
Curcumina	-	-	-	-	-	-	-	0,300

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 59 – Correntes da central de utilidades

Utilidade	Sigla	Setor	Status	T (°C)	P (atm)	F (kg/h)
Água de lavagem	ale		Entrada	16,4		
Água de lavagem	als	1	Saída	16,4	1,00	816,985
Água fria	afe		Entrada	16,4		
Água fria	afs	1	Saída	50,0	1,00	478,450
Fluido refrigerante	fre,2		Entrada	16,4		
Fluido refrigerante	frs,2	2	Saída	40,0	1,00	104,996
Fluido refrigerante	fre,3		Entrada	16,4		
Fluido refrigerante	frs,3	3	Saída	40,0	1,00	120,207
Solução hidroalcoólica	she		Entrada	-15,0		
Solução hidroalcoólica	Shs	4	Saída	5,0	1,00	299,698

Fonte: Autoria própria (2019).

APÊNDICE F – Análise financeira

F1 – Investimentos

Os custos com obras civis foram calculados a partir de valores disponibilizados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Paraná (SINDUSCON – PR) referentes a abril/2019, assim como, os custos para aquisição da água de lavagem e da parcela de água contida na solução hidroalcoólica foram calculados com base nas tarifas da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e estão expostos nas Tabelas 60 e 61.

Tabela 60 – Custos com terreno e obras

	Área construída (m ²)	R\$/m ²	Total
Terreno	-	-	R\$ 450.000,00
Obras – Indústria	909,00	R\$ 831,50	R\$ 755.833,50
Obras – Administrativo	138,00	R\$ 1.510,37	R\$ 208.431,06

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 61 – Custos com água de lavagem da camomila e solução hidroalcoólica

Custos iniciais	Quantidade (m ³)	R\$/m ³	Total
Água de lavagem	6,54	R\$ 1,60	R\$ 10,46
Solução hidroalcoólica	0,45	R\$ 1.164,29	R\$ 523,40

Fonte: Autoria própria (2019).

Com relação ao preço dos equipamentos que estão em dólares americanos, a cotação utilizada foi a de 8 de maio de 2019, em que o dólar estava R\$3,93.

Tabela 62 – Custos com equipamentos da Área 100

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (US\$)	Preço unitário (R\$)	Total
Mesa de lavagem	1	-	R\$ 15.411,85	R\$ 15.411,85
Extrator e condensador	3	US\$ 72.000,00	R\$ 282.240,00	R\$ 846.720,00
Tanque do óleo essencial	1	-	R\$ 6.300,00	R\$ 6.300,00
Tanque do hidrolato	1	-	R\$ 21.000,00	R\$ 21.000,00
Estufa	1	-	R\$ 5.280,00	R\$ 5.280,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 63 – Custos com equipamentos da Área 200/300

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (US\$)	Preço unitário (R\$)	Total
Tanque de aquecimento	1	-	R\$ 28.000,00	R\$ 28.000,00
Trocador de calor	1	US\$ 235,00	R\$ 921,20	R\$ 921,20
Extrusora	1	-	R\$ 43.850,00	R\$ 43.850,00
Cortador	1	-	R\$ 1.970,00	R\$ 1.970,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 64 – Custos com equipamento da Área 400

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (US\$)	Preço unitário (R\$)	Total
Filtro de osmose inversa	1	-	R\$ 35.000,00	R\$ 35.000,00
Tanque de aquecimento FA	1	-	R\$ 26.000,00	R\$ 26.000,00
Tanque de aquecimento FO	1	-	R\$ 19.800,00	R\$ 19.800,00
Tanque de resfriamento	1	-	R\$ 31.000,00	R\$ 31.000,00
Chiller	1	-	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
Envasadora	1	US\$ 1.100,00	R\$ 4.312,00	R\$ 4.312,00

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 65 – Custos com equipamentos da central de utilidades

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (US\$)	Preço unitário (R\$)	Total
Bomba centrífuga	3	-	R\$ 517,08	R\$ 1.551,24
Torre de arrefecimento	1	-	R\$ 87.592,86	R\$ 87.592,86
Tanque de armazenamento	1	US\$ 1.650,00	R\$ 6.468,00	R\$ 6.468,00

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 66 – Custos com equipamentos do tratamento de água

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (US\$)	Preço unitário (R\$)	Total
Tanque de gradeamento	1	-	R\$ 897,07	R\$ 897,07
Filtro de carvão e areia	1	-	R\$ 1.939,66	R\$ 1.939,66
Tanque de armazenamento	1	US\$ 3.800,00	R\$ 14.896,00	R\$ 14.896,00

Fonte: Aatoria própria (2019).

Os valores investidos no setor administrativo, em montagem de laboratório, treinamento, aquisição de EPI e mobília foram estimados a partir de consultas em empresas dos respectivos setores.

F2 – Custos fixos

As tabelas dos pagamentos dos funcionários (Tabelas 68 e 69) expressam o salário, vale transporte (VT), desconto do vale transporte, plano de saúde, provisão do 13º, provisão de férias, provisão de 1/3 das férias, FGTS, provisão do FGTS (13º e férias), INSS e provisão do INSS (13º e férias) por funcionário. O pagamento mensal compreende o gasto com salário de todos os funcionários do respectivo cargo, enquanto o total representa os gastos durante todo os meses de trabalho (4 ou 8 meses).

Algumas funções da empresa serão desempenhadas por funcionários terceirizados, os quais terão um custo para empresa de 110% do salário bruto do cargo em que foram contratados.

As tabelas dos pagamentos dos terceirizados (Tabelas 70 e 71) expressam o salário bruto por funcionário e o custo do contratado. O pagamento mensal compreende o gasto com os salários de todos os funcionários do respectivo cargo, enquanto o total representa os gastos durante todos os meses de trabalho (4 ou 8 meses).

Tabela 67 – Funcionários dos 4 meses de safra de camomila

Cargo	Quant.		Salário	VT	Desconto VT	Plano de saúde	13°	Férias	1/3 Férias	FGTS	Provisão FGTS	INSS	Provisão INSS	Pgto mensal	Total (4 meses)
	1° turno	2° turno													
Presidente	1	-	R\$ 10.000,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 833,33	R\$ 833,33	R\$ 277,78	R\$ 800,00	R\$ 155,56	R\$ 2.000,00	R\$ 388,89	R\$ 15.388,89	R\$ 61.555,56
Gerente geral	1	-	R\$ 8.500,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 708,33	R\$ 708,33	R\$ 236,11	R\$ 680,00	R\$ 132,22	R\$ 1.700,00	R\$ 330,56	R\$ 13.095,55	R\$ 52.382,20
Engenheiro químico	1	-	R\$ 7.220,30	-	-	R\$ 100,00	R\$ 601,69	R\$ 601,69	R\$ 200,56	R\$ 577,62	R\$ 112,32	R\$ 1.444,06	R\$ 280,79	R\$ 11.139,03	R\$ 44.556,12
Marketing Vendas	2	-	R\$ 2.870,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 239,17	R\$ 239,17	R\$ 79,72	R\$ 229,60	R\$ 44,64	R\$ 574,00	R\$ 111,61	R\$ 8.975,82	R\$ 35.903,28
Encarregado	1	1	R\$ 2.560,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 213,33	R\$ 213,33	R\$ 71,11	R\$ 204,80	R\$ 39,82	R\$ 512,00	R\$ 99,56	R\$ 8.027,90	R\$ 32.111,60
Operador do extrator	3	3	R\$ 1.600,00	R\$ 150,00	R\$ 96,00	R\$ 100,00	R\$ 133,33	R\$ 133,33	R\$ 44,44	R\$ 128,00	R\$ 24,89	R\$ 320,00	R\$ 62,22	R\$ 15.601,26	R\$ 62.405,04
Químico	1	1	R\$ 2.900,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 241,67	R\$ 241,67	R\$ 80,56	R\$ 232,00	R\$ 45,11	R\$ 580,00	R\$ 112,78	R\$ 9.067,58	R\$ 36.270,32
Colaboradores	3	-	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 6.140,25	R\$ 24.561,00
Estoquista	2	-	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 4.093,50	R\$ 16.374,00
Recepcionista	1	-	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 2.046,75	R\$ 8.187,00
Profissional de limpeza	2	-	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 4.093,50	R\$ 16.374,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 68 – Funcionários dos 8 meses de entressafra de camomila

Cargo	Quant.	Salário	VT	Desconto VT	Plano de saúde	13°	Férias	1/3 Férias	FGTS	Provisão FGTS	INSS	Provisão INSS	Pgto mensal	Total (8 meses)
Presidente	1	R\$ 10.000,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 833,33	R\$ 833,33	R\$ 277,78	R\$ 800,00	R\$ 155,56	R\$ 2.000,00	R\$ 388,89	R\$ 15.388,89	R\$ 123.111,12
Gerente geral	1	R\$ 8.500,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 708,33	R\$ 708,33	R\$ 236,11	R\$ 680,00	R\$ 132,22	R\$ 1.700,00	R\$ 330,56	R\$ 13.095,55	R\$ 104.764,40
Engenheiro químico	1	R\$ 7.220,30	-	-	R\$ 100,00	R\$ 601,69	R\$ 601,69	R\$ 200,56	R\$ 577,62	R\$ 112,32	R\$ 1.444,06	R\$ 280,79	R\$ 11.139,03	R\$ 89.112,24
Marketing Vendas	2	R\$ 2.870,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 239,17	R\$ 239,17	R\$ 79,72	R\$ 229,60	R\$ 44,64	R\$ 574,00	R\$ 111,61	R\$ 8.975,82	R\$ 71.806,56
Encarregado	2	R\$ 2.560,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 213,33	R\$ 213,33	R\$ 71,11	R\$ 204,80	R\$ 39,82	R\$ 512,00	R\$ 99,56	R\$ 8.027,90	R\$ 64.223,20
Operador do extrator	6	R\$ 1.600,00	R\$ 150,00	R\$ 96,00	R\$ 100,00	R\$ 133,33	R\$ 133,33	R\$ 44,44	R\$ 128,00	R\$ 24,89	R\$ 320,00	R\$ 62,22	R\$ 15.601,26	R\$ 124.810,08
Químico	1	R\$ 2.900,00	-	-	R\$ 100,00	R\$ 241,67	R\$ 241,67	R\$ 80,56	R\$ 232,00	R\$ 45,11	R\$ 580,00	R\$ 112,78	R\$ 4.533,79	R\$ 36.270,32
Colaboradores	3	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 6.140,25	R\$ 49.122,00
Estoquista	2	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 4.093,50	R\$ 32.748,00
Recepcionista	1	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 2.046,75	R\$ 16.374,00
Profissional de limpeza	2	R\$ 1.223,20	R\$ 150,00	R\$ 73,39	R\$ 100,00	R\$ 101,93	R\$ 101,93	R\$ 33,98	R\$ 97,86	R\$ 19,03	R\$ 244,64	R\$ 47,57	R\$ 4.093,50	R\$ 32.748,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 69 – Terceirizados dos 4 meses de safra de camomila

Cargo	Quantidade		Salário bruto	Custo terceirizado	Pagamento mensal	Total (4 meses)
	1°	2°				
RH	1	-	R\$ 3.137,00	R\$ 3.607,55	R\$ 3.607,55	R\$ 14.430,20
Contador	2	-	R\$ 4.319,00	R\$ 4.966,85	R\$ 9.933,70	R\$ 39.734,80
Operador de TI	1	-	R\$ 4.213,00	R\$ 4.844,95	R\$ 4.844,95	R\$ 19.379,80
Colaboradores	2	2	R\$ 1.223,20	R\$ 1.406,68	R\$ 5.626,72	R\$ 22.506,88
Advogado	1	-	R\$ 5.000,00	R\$ 5.750,00	R\$ 5.750,00	R\$ 23.000,00

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 70 – Terceirizados dos 8 meses de entressafra de camomila

Cargo	Quantidade	Salário bruto	Custo terceirizado	Pagamento mensal	Total (8 meses)
Contador	2	R\$ 4.319,00	R\$ 4.966,85	R\$ 9.933,70	R\$ 79.469,60
Operador de TI	1	R\$ 4.213,00	R\$ 4.844,95	R\$ 4.844,95	R\$ 38.759,60
Advogado	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.750,00	R\$ 5.750,00	R\$ 46.000,00

Fonte: Autoria própria (2019).

O consumo de água e energia da fábrica (exceto da produção) foi estabelecido como 30% do consumo diário desses itens por pessoa. No caso da água, os brasileiros podem chegar a consumir 200 litros por dia (SABESP, 2019). Já com relação a energia, utilizou-se o dado de que consumo per capita do Paraná em 2017 foi de 2.705 kWh/habitante (EPE, 2018).

Os custos com água/esgoto e energia foram calculados com base nas tarifas para indústrias da SANEPAR e da Companhia Paranaense de Energia (COPEL) (SANEPAR, 2018; COPEL, 2019).

Os funcionários que estarão presentes do dia a dia da fábrica serão: presidente, gerente geral, engenheiro químico, profissionais de marketing/vendas, profissional de RH, encarregados, operadores, químicos, colaboradores, estoquistas, recepcionista e profissionais de limpeza.

Tabela 71 – Gasto com água/esgoto nos 4 meses de safra de camomila

Consumo diário/funcionário (m ³ /fun)	Número de funcionários	Consumo (m ³ /mês)	R\$/m ³	Total mensal	Total (4 meses)
0,06	28	33,6	R\$ 14,06	R\$ 472,42	R\$ 1.889,66

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 72 – Gasto com água/esgoto nos 8 meses de entressafra de camomila

Consumo diário/funcionário (m ³ /fun)	Número de funcionários	Consumo (m ³ /mês)	R\$/m ³	Total mensal	Total (8 meses)
0,06	23	27,60	R\$ 14,00	R\$ 386,40	R\$ 3.091,20

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 73 – Gasto com energia nos 4 meses de safra de camomila

Consumo diário/ funcionário (kWh/fun)	Número de funcionários	R\$/kWh	Total mensal	Total (4 meses)
2,22	28	0,842	R\$ 1.048,55	R\$ 4.194,19

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 74 – Gasto com energia nos 8 meses de entressafra de camomila

Cosumo diário/ funcionário (kWh/fun)	Número de funcionários	R\$/kWh	Total mensal	Total (8 meses)
2,22	23	0,842	R\$ 861,31	R\$ 6.890,46

Fonte: Autoria própria (2019).

A manutenção anual foi definida como a alíquota da depreciação do equipamento, que é igual a 10% a.a. para todos os equipamentos da Verde.Ser (RECEITA FEDERAL, 2019).

Tabela 75 – Custo anuais com manutenção

Manutenção	Quantidade	R\$/equipamento	Total
Mesa de lavagem	1	R\$ 1.541,19	R\$ 1.541,19
Extrator e condensador	3	R\$ 28.224,00	R\$ 84.672,00
Tanque do óleo essencial	1	R\$ 630,00	R\$ 630,00
Tanque do hidrolato	1	R\$ 2.100,00	R\$ 2.100,00
Tanque de aquecimento	1	R\$ 2.800,00	R\$ 2.800,00
Trocador de calor	1	R\$ 92,12	R\$ 92,12
Extrusora	1	R\$ 4.385,00	R\$ 4.385,00
Cortador	1	R\$ 197,00	R\$ 197,00
Estufa	1	R\$ 528,00	R\$ 528,00
Filtro de osmose inversa	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
Tanque de aquecimento FA	1	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
Tanque de aquecimento FO	1	R\$ 1.980,00	R\$ 1.980,00
Tanque de resfriamento	1	R\$ 3.100,00	R\$ 3.100,00
Chiller	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Envasadora	1	R\$ 431,20	R\$ 431,20
Bomba centrífuga	3	R\$ 51,71	R\$ 155,12
Torre de arrefecimento	1	R\$ 8.759,29	R\$ 8.759,29
Tanque de armazenamento	1	R\$ 646,80	R\$ 646,80
Gradeamento	1	R\$ 89,71	R\$ 89,71
Filtro de carvão e areia	1	R\$ 193,97	R\$ 193,97
Tanque de armazenamento	1	R\$ 1.489,60	R\$ 1.489,60
Total			R\$ 120.390,99

Fonte: Autoria própria (2019).

F3 – Custos variáveis

Tabela 76 – Gasto com água nos 4 meses de safra de camomila

Uso	Quantidade (m³/mês)	R\$/m³	Total mensal	Total (4 meses)
Lavagem dos equipamentos	1,80	R\$ 7,64	R\$ 13,75	R\$ 55,01
Reposição da água de lavagem da matéria vegetal	8,71	R\$ 7,64	R\$ 66,58	R\$ 266,32

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 77 – Gasto com água nos 8 meses de entressafra de camomila

Uso	Quantidade (m³/mês)	R\$/m³	Total mensal	Total (4 meses)
Lavagem dos equipamentos	1,80	R\$ 7,64	R\$ 13,75	R\$ 110,02
Reposição da água de lavagem da matéria vegetal	8,71	R\$ 7,64	R\$ 66,58	R\$ 532,64

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 78 – Gasto com energia nos 4 meses de safra de camomila

Equipamento	Consumo/batelada (kWh)	R\$/kWh	Bateladas realizadas/mês	Total mensal	Total (4 meses)
Extrator e condensador	68,19	R\$ 0,842	320	R\$ 18.376,59	R\$ 73.506,35
Tanque de aquecimento (sabonete)	10,97	R\$ 0,842	8	R\$ 73,89	R\$ 295,54
Tanque de aquecimento (sabonete esfoliante)	12,56	R\$ 0,842	4	R\$ 42,29	R\$ 169,18
Estufa	23,00	R\$ 0,842	20	R\$ 387,40	R\$ 1.549,61
Tanque de aquecimento FA	9,27	R\$ 0,842	8	R\$ 62,45	R\$ 249,80
Tanque de aquecimento FO	1,57	R\$ 0,842	8	R\$ 10,56	R\$ 42,23
Chiller	19,10	R\$ 0,842	8	R\$ 128,65	R\$ 514,61
Bomba centrífuga (trocador de calor)	0,19	R\$ 0,842	12	R\$ 1,87	R\$ 7,48
Bomba centrífuga (sol. hidroalcoólica)	0,56	R\$ 0,842	8	R\$ 3,74	R\$ 14,96

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 79 – Gasto com energia nos 8 meses de entressafra de camomila

Equipamento	Consumo/batelada (kWh)	R\$/kWh	Bateladas realizadas/mês	Total mensal	Total (8 meses)
Extrator e condensador	68,19	R\$ 0,842	160	R\$ 9.188,29	R\$ 73.506,35
Tanque de aquecimento (sabonete)	10,97	R\$ 0,842	8	R\$ 73,89	R\$ 591,09
Tanque de aquecimento (sabonete esfoliante)	12,56	R\$ 0,842	4	R\$ 42,29	R\$ 338,36
Tanque de aquecimento FA	9,27	R\$ 0,842	8	R\$ 62,45	R\$ 499,60
Tanque de aquecimento FO	1,57	R\$ 0,842	8	R\$ 10,56	R\$ 84,46
Chiller	19,10	R\$ 0,842	8	R\$ 128,65	R\$ 1.029,21
Bomba centrífuga (trocador de calor)	0,19	R\$ 0,842	12	R\$ 1,87	R\$ 14,96
Bomba centrífuga (sol. hidroalcoólica)	0,56	R\$ 0,842	8	R\$ 3,74	R\$ 29,91

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 80 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 100

Insumo	Quantidade (kg)	Preço (R\$/kg)	Total
Camomila in natura	435.725,08	R\$ 6,51	R\$ 2.836.570,25

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 81 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 200

Insumo	Quantidade (kg)	Preço (R\$/kg)	Total
Massa base	11.351,74	R\$ 6,10	R\$ 69.245,64
Óleo vegetal de jojoba	293,99	R\$ 362,57	R\$ 106.592,88
Curcumina	34,06	R\$ 12,25	R\$ 417,18

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 82 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 300

Insumo	Quantidade (kg)	Preço (R\$/kg)	Total
Massa base	6.498,12	R\$ 6,10	R\$ 39.638,53
Óleo vegetal de jojoba	168,29	R\$ 362,57	R\$ 61.017,34
Curcumina	19,49	R\$ 12,25	R\$ 238,81

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 83 – Custo e demanda anual de matéria-prima da Área 400

Insumo	Quantidade (kg)	Preço (R\$/kg)	Total
Água	10.452,35	R\$ 0,01	R\$ 79,86
Goma xantana	151,48	R\$ 34,90	R\$ 5.286,77
Glicerina vegetal	1.211,87	R\$ 9,52	R\$ 11.541,58
Manteiga de cupuaçu	1.514,83	R\$ 68,00	R\$ 103.008,63
Óleo vegetal de jojoba	757,42	R\$ 194,46	R\$ 147.284,55
Lecitina de soja	605,93	R\$ 12,38	R\$ 7.501,45
Sorbato de potássio	118,76	R\$ 42,84	R\$ 5.087,68
Ácido cítrico	148,45	R\$ 16,18	R\$ 2.401,98
Curcumina	29,69	R\$ 12,25	R\$ 363,71

Fonte: Aatoria própria (2019).

Tabela 84 – Custo anual com embalagens

	Quantidade mensal (unidades)	R\$/unidade	Total mensal	Total anual
Óleo essencial	1.500	R\$ 1,10	R\$ 1.650,00	R\$ 19.800,00
Água floral	4.500	R\$ 0,72	R\$ 3.240,00	R\$ 38.880,00
Sabonete	10.000	R\$ 0,21	R\$ 2.100,00	R\$ 25.200,00
Sabonete esfoliante	6.000	R\$ 0,21	R\$ 1.260,00	R\$ 15.120,00
Hidratante	8.000	R\$ 0,85	R\$ 6.800,00	R\$ 81.600,00

Fonte: Aatoria própria (2019).

A quantidade de resíduo mensal foi calculada considerando que os equipamentos serão lavados na troca de produtos ou ao fim da série de bateladas. Assim, os equipamentos utilizados na produção de sabonetes serão lavados duas vezes por mês, enquanto os do hidratante uma vez por mês. Para essas lavagens, serão utilizados 200 litros de água por vez, sendo o processo executado em 3 etapas: passagem de água, passagem de água com produtos de limpeza e enxague.

O valor utilizado para cálculo foi a taxa de esgoto cobrada para indústrias pela SANEPAR. Como a Verde.Ser gera menos de 5 m³ de efluente, essa taxa corresponde a R\$49,80 por mês (SANEPAR, 2018).

F4 – Capital de giro inicial

Tabela 85 – Capital de giro inicial

	Total
Custo fixo mensal no período de safra de camomila	R\$ 141.486,50
Custo variável mensal no período de safra de camomila	R\$ 790.052,35
Total mensal	R\$ 931.538,84
Capital de giro inicial	R\$ 2.794.616,53

Fonte: Autoria própria (2019).

F5 – Taxa mínima de atratividade

Segundo Negrão e Souza (2009), a TMA para essa indústria pode ser calculada com base no custo de oportunidade, remuneração do capital e por um fator de risco.

O custo de oportunidade foi dado como o rendimento da caderneta de poupança em abril/2019, a remuneração do capital foi estimada pela taxa TBF em abril/2019 e considerou-se um fator de risco neutro.

Tabela 86 – Cálculo da TMA

Taxas	Alíquota % a.a.
Custo de oportunidade	4,55%
Remuneração do capital	5,82%
Risco	8,00%
TMA	18,37%

Fonte: Autoria própria (2019).

F6 – Ponto de equilíbrio

Para o cálculo do ponto de equilíbrio, foi necessário estimar um valor médio de custo e receita dos itens vendidos pela Verde.Ser. Esse cálculo foi realizado com base nas porcentagens de demanda de cada item.

Tabela 87 – Custo e receita média por item

	Receita	Custo	Demanda	% Demanda	Custo ponderado	Receita ponderada
Sabonete	R\$ 11,00	R\$ 1,69	10.000	33%	R\$ 0,56	R\$ 3,67
Sabonete esfoliante	R\$ 14,67	R\$ 1,62	6.000	20%	R\$ 0,32	R\$ 2,93
Creme hidratante	R\$ 29,61	R\$ 3,82	8.000	27%	R\$ 1,02	R\$ 7,90
Óleo essencial	R\$ 135,70	R\$ 41,53	1.500	5%	R\$ 2,08	R\$ 6,78
Água floral	R\$ 33,01	R\$ 40,80	4.500	15%	R\$ 6,12	R\$ 4,95
					Média	R\$ 10,10
						R\$ 26,23

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 88 – Dados para calcular o ponto de equilíbrio

Custos fixos/mês	R\$ 134.197,32
Custos variáveis/item	R\$ 10,10
Receita/item	R\$ 26,23

Fonte: Autoria própria (2019).

ANEXO A – Fragmento da resolução da diretoria colegiada - RDC nº 07, de 10 de fevereiro de 2015



Ministério da Saúde - MS
Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

responsabilidades civil, administrativa e penal cabíveis, e resultará no cancelamento do registro ou regularização do produto isento de registro nos termos desta Resolução.

Art. 32. Ficam revogadas a Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa RDC nº 211, de 14 de julho de 2005 e Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa RDC nº 343, de 13 de dezembro de 2005 e Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa RDC nº 04, de 30 de janeiro de 2014.

Art. 33. Esta Resolução entra em vigor 15 dias a partir da data de sua publicação.

JAIME CESAR DE MOURA OLIVEIRA

ANEXO I

Definições

I – Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes: são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado.

ANEXO II

Classificação de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes

1. Definição Produtos Grau 1: são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre com a definição adotada no item I do Anexo I desta Resolução e que se caracterizam por possuírem propriedades básicas ou elementares, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso, devido às características intrínsecas do produto, conforme mencionado na lista indicativa "LISTA DE TIPOS DE PRODUTOS DE GRAU 1" estabelecida no item "I", desta seção.

2. Definição Produtos Grau 2: são produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes cuja formulação cumpre com a definição adotada no item I do Anexo I desta Resolução e que possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e/ou eficácia, bem como informações e cuidados, modo e restrições de uso, conforme mencionado na lista indicativa "LISTA DE TIPOS DE PRODUTOS DE GRAU 2" estabelecida no item "II", desta seção.

3. Os critérios para esta classificação foram definidos em função da probabilidade de ocorrência de efeitos não desejados devido ao uso inadequado do produto, sua formulação, finalidade de uso, áreas do corpo a que se destinam e cuidados a serem observados quando de sua utilização.