

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA QUÍMICA

BEATRIZ SAYURI KOMURO
GIOVANNA CAROLINA DE SALES MADEIRA
LORENA BEATRIZ ROSSI
MARIA FERNANDA GONÇALVES BARROS

KAHAHÊ: INDÚSTRIA DE ADOÇANTE NATURAL DE ESTÉVIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

APUCARANA

2021

BEATRIZ SAYURI KOMURO
GIOVANNA CAROLINA DE SALES MADEIRA
LORENA BEATRIZ ROSSI
MARIA FERNANDA GONÇALVES BARROS

KAHAHÊ: INDÚSTRIA DE ADOÇANTE NATURAL DE ESTÉVIA

Kahahê: Stevia natural sweetener industry

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

Orientador: Prof. Dr. Fernando Alves da Silva.

APUCARANA

2021



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

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

KAHAHÊ: INDÚSTRIA DE ADOÇANTE NATURAL DE ESTÉVIA

Por

Beatriz Sayuri Komuro

Giovanna Carolina de Sales Madeira

Lorena Beatriz Rossi

Maria Fernanda Gonçalves Barros

Monografia apresentada de forma remota às 08 horas e 20 minutos do dia 13 de maio de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana. As candidatas foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Fernando Alves da Silva, D.Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Orientador
Prof. ^a Fernanda Lini Seixas, D.Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Examinador
Prof. ^a Maraísa Lopes de Menezes, D.Sc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Examinador



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **FERNANDO ALVES DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 13/05/2021, às 10:39, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **MARAISA LOPES DE MENEZES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 13/05/2021, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por (Document electronically signed by) **FERNANDA LINI SEIXAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em (at) 13/05/2021, às 19:40, conforme horário oficial de Brasília (according to official Brasilia-Brazil time), com fundamento no (with legal based on) art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site (The authenticity of this document can be checked on the website) https://sei.utfpr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador (informing the verification code) **2031075** e o código CRC (and the CRC code) **8C1A6102**.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Dr. Fernando Alves da Silva por todo o incentivo e por ter abraçado a Kahahê como se fosse sua, sempre acreditando na qualidade do projeto e no potencial da equipe. Obrigado por toda a ajuda e por ter sanado as nossas dúvidas sempre que necessário.

Obrigado a todos professores que cruzaram nossos caminhos e que deixaram em nós um pouco de si e do seu conhecimento técnico. E à banca composta pelas professoras Dr.^a Fernanda Lini Seixas e Dr.^a Maraísa Lopes de Menezes por aceitar o convite em contribuir com o nosso trabalho.

Gratidão também à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana, por ser a instituição que nos abriu as portas e que nos acolheu de forma única, oferecendo a estrutura necessária para a nossa formação. Às nossas famílias e amigos responsáveis pelo nosso crescimento e desenvolvimento pessoal e que sempre nos incentivaram na busca pelo conhecimento.

Agradecemos à Stevia Soul por ser precursora no mercado de estévia e por ter aberto as portas da empresa para nos receber e fornecer informações para o início do projeto. Obrigada a todos os envolvidos no estudo introdutório, principalmente ao membro da Kahahê, Gabriel Ribeiro, que nos acompanhou na fase inicial do trabalho e, atualmente, traça novos rumos acadêmicos.

A todos que de certa forma contribuíram para a realização desse projeto, nosso muito obrigado!

RESUMO

As mudanças por hábitos alimentares saudáveis e de qualidade são significativas e impactam diretamente na indústria de alimentos. Com isso, faz-se necessário o desenvolvimento de produtos relacionados a esse segmento, dentre os quais inclui-se o adoçante natural de estévia. O produto auxilia na redução do consumo do açúcar, possui propriedades benéficas à saúde e sua produção gera menor impacto ambiental – quando comparada ao açúcar proveniente da cana. Diante desses fatores e de um mercado emergente, no presente trabalho será apresentado o projeto da Kahahê, indústria de adoçante natural de estévia. A empresa tem como intuito sua localização na cidade de Marialva. A produção anual da empresa de médio porte, de acordo com as projeções de mercado é de, aproximadamente, 3100 t com uma razão de kg de produto/kg de carga próxima à 0,77. Sendo assim, a Kahahê atribui valor agregado em mais da metade da matéria-prima processada. Além disso, o processo produtivo foi estruturado a partir de viabilidade e desenvolvimento sustentável. O objetivo do presente estudo é apresentar a empresa, sua localização, projeções econômicas, descrição do processo produtivo, balanços material e energético, dimensionamento dos equipamentos, análise econômica, utilidades e tratamento de resíduos. Com essa avaliação, foi possível validar o projeto da Kahahê que se apresenta de alto potencial.

Palavras-chave: Estévia; Kahahê; Adoçante Natural; Balanço Energético; Dimensionamento; Análise Financeira.

ABSTRACT

Changes in healthy and quality eating habits are significant and have a direct impact on the food industry. Therefore, it is necessary to develop products related to this segment, for example the natural stevia sweetener. The stevia product helps to reduce sugar consumption, has health beneficial properties and its production generates less environmental impact than the sugar cane's industry process. Given these factors and an emerging market, this paper will present the project of Kahahê, the stevia natural sweetener industry. The company aims its location in the city of Marialva. The midsize company's annual production, according to the projections presented, is 3100 t with a ratio of kg of product/kg of shift close to 0,77. Therefore, Kahahê assigns added value to more than half of the raw material processed. Besides that, the production process was structured based on viability and sustainable development. The aim of the present study is to present the company, its location, economic projections, the description of the production process, mass and energy balance, sizing of equipment, economic analysis, utilities and waste treatment. With this evaluation, it was possible to validate Kahahê's project, wich presents high potencial.

Keywords: Stevia; Kahahê; Natural Sweetener; Energetic balance; Sizing; Financial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folha de <i>Stevia rebaudiana</i>	14
Figura 2 – Emissões de gases do efeito estufa (GEE) na produção de bebidas adoçadas	16
Figura 3 – Consumo de água para a produção de bebidas adoçadas	16
Figura 4 – Crescimento da diabetes tipo 2 no Brasil	17
Figura 5 – Importações e exportações da estévia	19
Figura 6 – Crescimento da estévia no mercado alimentício	20
Figura 7 – Logomarca da empresa	21
Figura 8 – Organograma radial da Kahahê	23
Figura 9 – Mapa da cidade de Marialva	26
Figura 10 – Região da Cidade de Marialva	27
Figura 11 – Localização do terreno	28
Figura 12 – Diagrama de blocos do processo produtivo do adoçante de estévia	29
Figura 13 – Refil de filtro <i>bag</i>	37
Figura 14 – Cartucho de filtro lenticular	38
Figura 15 – Filtro prensa	38
Figura 16 – Coluna de adsorção em leito fixo	39
Figura 17 – Curva de ruptura experimental para glicose com concentração de alimentação de 100g/L na resina <i>Dowex</i>	40
Figura 18 – Esquema de evaporador vertical e suas correntes	41
Figura 19 – Coluna de troca iônica	42
Figura 20 – Tanque cristalizador	43
Figura 21 – <i>Spray dryer</i> industrial	44
Figura 22 – Diagrama de fluxo do processo produtivo da Kahahê	46
Figura 23 – Unidade de aquecimento de água	48
Figura 24 – Unidade de diluição e aquecimento	48
Figura 25 – Filtro <i>bag</i>	49
Figura 26 – Filtro lenticular	50
Figura 27 – Coluna de adsorção	51
Figura 28 – Unidade de evaporação	52
Figura 29 – Unidade de troca iônica	53
Figura 30 – Cristalizador	55
Figura 31 – Filtro prensa	56
Figura 32 – Filtro Prensa	57
Figura 33 – Filtro prensa	58
Figura 34 – Recristalizador	59
Figura 35 – Misturador	60
Figura 36 – Esquema de secagem em unidade <i>spray dryer</i>	61
Figura 37 – Envase	62
Figura 38 – Sistema de refrigeração a <i>Easycool</i>	68
Figura 39 – Análise DRE e fluxo de caixa Kahahê	75
Figura 40 – Avaliação ponto de equilíbrio	76
Figura 41 – Frente da embalagem de 500 g	79
Figura 42 – Verso da embalagem de 500 g	79
Figura 43 – Embalagem para sachê	114

Figura 44 – Embalagem de sachês	114
Figura 45 – Embalagem de 10 kg	115
Figura 46 – Embalagem de 25 kg	115
Figura 47 – Modelo para <i>bags</i>	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Balanço material e energético da unidade de aquecimento	48
Tabela 2 – Balanço material e energético da unidade de aquecimento	49
Tabela 3 – Balanço material e energético do filtro <i>bag</i>	50
Tabela 4 – Balanço material e energético do filtro lenticular.....	50
Tabela 5 – Balanço material e energético da coluna de adsorção	51
Tabela 6 – Balanço material e energético da unidade de evaporação	53
Tabela 7 – Balanço material e energético da unidade de troca iônica.....	54
Tabela 8 – Balanço material e energético do cristalizador	55
Tabela 9 – Balanço material e energético do filtro prensa	56
Tabela 10 – Balanço material e energético do filtro prensa	57
Tabela 11 – Balanço material e energético do filtro prensa	58
Tabela 12 – Balanço material e energético do recristalizador.....	59
Tabela 13 – Balanço material e energético do misturador	60
Tabela 14 – Balanço material e energético do <i>spray dryer</i>	61
Tabela 15 – Balanço material e energético do envase	62
Tabela 16 – Financiamento.....	73
Tabela 17 – Tributos fixos da receita bruta e lucro líquido	74
Tabela 18 – <i>Payback</i>	77

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

a.a. – Ao ano

ADIRPJ – Adicional do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica

ANA – Agência Nacional de guas

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econmico

CAGR – *Compound Annual Growth Rate*

cm – Centímetro

CO₂ – Gás Carbnico

COFINS – Contribuio para o Financiamento da Seguridade Social

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CSSL – Contribuio Social sobre o Lucro Líquido

DBO – Demanda Bioquímica de Oxignio

DQO – Demanda Química de Oxignio

DRE – Demonstro de Resultados do Exercício

EBITDA – *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – *Food and Agriculture Organization*

g – Grama

GJ – Gigajoule

HIC – Cromatografia Hidrofóbica de Interao

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Operaes relativas  Circulao de Mercadorias e Serviços

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econmico e Social

IRPJ – Imposto de Renda de Pessoa Jurídica

K – Kelvin

kg – Quilograma

kJ – Quilojoule

km – Quilmetro

kPa – Quilopascal

kW - Quilowatt

L – Litro

m – Metro

\dot{m}_i – Vazão mássica da espécie i

\dot{m}_t – Vazão mássica total

mg – Miligrama

mL – Mililitro

mm – Milímetro

MPa – Megapascal

Pa – Pascal

PFD – *Process Flow Diagram*

pH – Potencial Hidrogeniônico

PIB – Produto Interno Bruto

PIS – Programa de Integração Social

PNAD – Pesquisas Nacionais por Amostras de Domicílios

R\$ – Reais

s – Segundo

SAC – Sistema de Amortização Constante

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

t – Tonelada

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

US\$ – Dólares

VPL – Valor Presente Líquido

W – Watt

x_i – Fração mássica da espécie i

μm – Micrometro

°C – Grau Celsius

ρ – Massa específica

% – Porcentagem

” – Polegada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. CONTEXTO HISTÓRICO	13
3. JUSTIFICATIVAS	15
3.1 Ambiental	15
3.2 Saúde	17
3.3 Análise e projeções	18
4. EMPRESA	21
4.1 Organograma	22
5. LOCALIZAÇÃO	24
6. DIAGRAMA DE BLOCOS E PROCESSO DESCRITIVO	28
6.1 Diagrama de blocos	28
6.2 Processo Descritivo	29
6.2.1 Área “externa”	29
6.2.1.1 Recebimento da Matéria-prima	29
6.2.1.2 Aquecimento e Diluição	30
6.2.1.3 Filtração	30
6.2.1.4 Adsorção	30
6.2.1.5 Evaporação	30
6.2.1.6 Troca Iônica	31
6.2.2 Área “interna”	31
6.2.2.1 Cristalização	31
6.2.2.2 Filtração	31
6.2.2.3 Lavagem	31
6.2.2.4 Secagem	32
6.2.2.5 Recristalização	32
6.2.2.6 Mistura	32
6.2.3 Finalização	32
6.2.3.1 Secagem	32
6.2.3.2 Filtragem	32
6.2.3.3 Envase e Armazenamento	33
7. FUNDAMENTAÇÃO E SISTEMÁTICA	33
7.1 Balanço Material	33
7.2 Balanço Energético	35

7.3	Especificações dos equipamentos	37
7.3.1	Filtração	37
7.3.2	Adsorção	39
7.3.3	Pré-Evaporação e Evaporação	41
7.3.4	Troca Iônica	42
7.3.5	Cristalização e Recristalização	43
7.3.6	Secagem por atomização	44
8	BALANÇOS MATERIAL E ENERGÉTICO	45
8.3	Área externa	47
8.4	Área interna	54
8.5	Finalização	60
9	DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	63
9.1	Área externa	63
9.1.1	Tanque de Aquecimento	63
9.1.2	Tanque de Diluição	63
9.1.3	Filtro <i>Bag</i>	64
9.1.4	Filtro Lenticular	64
9.1.5	Coluna de Adsorção	64
9.1.6	Evaporador	65
9.1.7	Coluna de Troca Iônica	65
9.2	Área interna	65
9.2.1	Cristalizador	65
9.2.2	Filtro Prensa	66
9.2.3	Recristalizador	66
9.2.4	Misturador	66
9.3	Finalização	66
9.3.1	<i>Spray dryer</i>	66
9.3.2	Envase	67
10	UTILIDADES	67
11	TRATAMENTO DE EFLUENTES	69
12	LAYOUT	71
13	ANÁLISE FINANCEIRA	71
13.1	Custos Fixos	72
13.2	Custos Variáveis	72
13.3	Investimentos	72

13.4	Financiamento	73
13.5	Demonstração de Resultados do Exercício	74
13.6	Ponto de Equilíbrio	75
13.7	Indicadores de gestão financeira	76
13.8	<i>Payback</i>	77
14	ESTRATÉGIAS DE MARKETING	78
15	CONCLUSÃO	80
16	REFERÊNCIAS	82
	ANEXO A – LOCALIZAÇÃO DA BACIA IVAÍ NO ESTADO DO PARANÁ	90
	ANEXO B – BACIAS HIDROGRÁFICAS E UNIDADES AQUÍFERAS DO PARANÁ	91
	ANEXO C – CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS UNIDADES AQUÍFERAS DO PARANÁ	92
	APÊNDICE A – Diagrama $T x y$ da mistura binária de componentes etanol e água (desconsiderando a formação azeotrópica na região de alta concentração).	93
	APÊNDICE B	94
	Apêndice B.1 – Tanque de Aquecimento de água	95
	Apêndice B.2 – Tanque de Diluição	96
	Apêndice B.3 – Filtro <i>bag</i>	97
	Apêndice B.4 – Filtro lenticular	98
	Apêndice B.5 – Coluna de Adsorção	99
	Apêndice B.6 – Evaporador	100
	Apêndice B.7 – Coluna de Troca Iônica	101
	APÊNDICE C	102
	Apêndice C.1 – Cristalizador	103
	Apêndice C.2 – Filtro Prensa	104
	Apêndice C.3 – Recristalizador	105
	Apêndice C.4 – Misturador	106
	Apêndice C.5 – <i>Spray dryer</i>	107
	APÊNDICE D – <i>Layout</i>	108
	APÊNDICE E	109
	Apêndice E.1 – Custos com equipamentos e infraestrutura administrativa	110
	Apêndice E.2 – Utilidades e insumos consumidos durante o processo produtivo.	111
	Apêndice E.3 – Fluxo de Caixa	112
	APÊNDICE F – Embalagens adoçante natural de estévia	114

1. INTRODUÇÃO

O crescimento de uma alimentação saudável e natural está diretamente relacionado à redução do consumo do açúcar em bebidas e alimentos. A procura por alternativas como adoçantes naturais avança, e dentre estes está o adoçante natural de estévia (EMBRAPA, 2004).

A planta da espécie *Stevia rebaudiana*, natural da América do Sul, possui relevância no mercado alimentício, além de diversos benefícios. Ademais o cultivo da estévia possui vantagens ambientais, demandando menor quantidade de terra agricultável e água, quando comparado ao cultivo da cana de açúcar (SUEZ et al., 2014; PURECIRCLE, 2019).

O mercado de estévia movimentou mais de 400 milhões de dólares em 2017 e possui projeções para 2023 de quase 700 milhões. Esse edulcorante natural é utilizado em vários países e em diversos alimentos, como enlatados e na confeitaria. Empresas desse ramo, como *Starbucks*, já utilizam o adoçante natural estévia em seus produtos. Além disso, este adoçante natural pode ser associado ao tratamento de doenças como diabetes e obesidade, que exigem restrições em relação ao consumo de açúcar (MARKET RESEARCH REPORT STORE, 2018).

Diante de tais vantagens, o investimento no mercado de estévia é justificável e promissor, o que pauta o surgimento da Kahahê, indústria de adoçante natural de estévia, que além de aproveitar os benefícios dessa planta, trabalhará com postura empreendedora, sinergia, ética e sustentabilidade por uma essência mais doce.

Com inicialmente um médio porte, para a produção do adoçante, a matéria-prima, o extrato de estévia, passará por processos como filtrações, secagens, adsorção, cristalizações e armazenamento. Em cada unidade foi realizado o balanço de massa, na qual foram utilizadas considerações e propriedades da literatura e coletas de campo.

A partir destes cálculos, obteve-se uma razão de 0,77 kg de produto/kg de carga processada, e que pautada nas projeções do mercado de estévia, na qual a Kahahê será responsável por aproximadamente 3100 t/ano. A partir dessa razão, percebe-se que a empresa será capaz aumentar o valor agregado em mais da metade do que é processado.

Além disso, analisou-se também o balanço energético da empresa, na qual foi possível estimar o fluxo de energia dos processos e as utilidades necessárias, como vapor e fluido refrigerante. A partir desses resultados pode-se analisar também os equipamentos e suas especificações.

Diante de balanços materiais e energéticos, utilidades e equipamentos, estudou-se a viabilidade da empresa a partir da análise financeira. Dentre os vários indicativos de viabilidade, o projeto da Kahahê possui um fluxo de caixa predominantemente positivo e um tempo de retorno de investimento de sete anos.

O objetivo do presente estudo é dar sequência à elaboração do projeto industrial do processo produtivo de adoçante natural de estévia da empresa Kahahê. Nesse trabalho, além do embasamento inicial, como justificativas, balanço de massa serão apresentados balanço energético, dimensionamento de equipamentos, utilidades e análise econômica.

2. CONTEXTO HISTÓRICO

Durante a pré-história, alimentos que não apresentavam riscos à saúde eram associados a alimentos doces, enquanto os perigosos eram amargos. Acompanhantes ao sabor doce estão os açúcares e seus derivados e, geralmente, esses são energéticos e possuem um alto poder edulcorante. Os compostos classificados como edulcorantes apresentam sabor doce, mas não são necessariamente energéticos ou açúcares, por mais que possam contê-los, podendo ser naturais ou sintéticos. Geralmente, os edulcorantes não são calóricos e possuem um poder adoçante superior ao do açúcar, por esse motivo, são bons aliados às dietas de emagrecimento e à manutenção da massa corporal (EMBRAPA, 2004).

Nesse cenário encontra-se a estévia, que pode ser observada na Figura 1, uma planta que tem ocorrência espontânea no Paraguai, estendendo-se ao norte do país e nas fronteiras Brasil-Paraguai, podendo ser encontrada em grandes extensões das Américas, onde os climas são tropicais e subtropicais. Esta planta, *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni, da família *Compositae*, possui, aproximadamente, 200 espécies do gênero *Stevia*. Das espécies que ocorrem no Brasil, a *Stevia rebaudiana* tem destaque na produção de edulcorantes (EMBRAPA, 2004).

Figura 1 – Folha de *Stevia rebaudiana*

Fonte: PURECIRCLE (2019)

Durante a colonização da América do Sul, os espanhóis observaram a presença de um mate cozido, utilizado pelos índios tupi-guaranis para adoçar bebidas medicamentosas. Somente séculos depois, o interesse pela planta voltou a existir. O suíço Moises Santiago Bertoni (1857-1929) foi quem realizou os primeiros estudos sobre a planta e classificou-a, de forma equivocada, como *Eupatorium rebaudianum sp. n.*. Entretanto, foi na Inglaterra onde se verificou que a planta com o poder adoçante é do gênero *Stevia*. No Paraguai a planta é conhecida como *ka'a he*, que significa erva doce na linguagem Guarani (EMBRAPA, 2004).

Diferentes países como Estados Unidos, Polônia e Inglaterra iniciaram suas pesquisas sobre a planta em seus domínios durante o século XX. Especialmente nos países ingleses, durante o período da Segunda Guerra Mundial, houve a necessidade de encontrar substitutos para o açúcar proveniente da cana de açúcar e da beterraba (devido à escassez de adoçantes). Então, em 1941, um memorando do Jardim Botânico Real indicou a estévia como um substituto aos adoçantes empregados durante o período citado. Fatos indicam que a estévia foi empregada como adoçante e cultivada com sucesso no sudeste inglês durante os anos de 1940 (EMBRAPA, 2004).

No Brasil, as primeiras notícias relacionadas a planta datam de 1926, ano em que o Diário das Plantas Úteis do Brasil, de Manuel Pio Correa (1874 -1934), foi editado. Durante a década de 70, o Japão apresentou-se com um interesse comercial considerável, na qual os estudos relacionados à planta cresceram substancialmente (EMBRAPA, 2004).

A composição química da *Stevia rebaudiana Bertoni* consiste em glicosídeos de esteviol, compostos que depois de processados tornam-se um componente de açúcar (glicose). Os glicosídeos encontrados nessa planta são: esteviosídeo, estevilbiosídeo, rebaudiosídeo A, B, C, D e E e dulcosídeo A. Em maiores quantidades encontram-se o esteviosídeo e o rebaudiosídeo A, cujos extratos são comercializados com grau de pureza acima de 80% (EMBRAPA, 2004).

3. JUSTIFICATIVAS

3.1 Ambiental

O uso de estévia para adoçar alimentos contribui para hábitos alimentares mais sustentáveis e ecológicos. Muitas das vantagens do uso da estévia frente a outros adoçantes convencionais se dão devido à quantidade necessária a ser empregada para garantir o mesmo sabor. Como os constituintes da estévia são de 300 a 400 vezes mais doce que o açúcar da cana de açúcar, por exemplo, usa-se uma quantidade menor para adoçar uma mesma quantidade de alimento, o que acarreta maior eficiência e menor impacto ambiental, analisando desde a produção da matéria-prima até o produto final. Dessa forma, a produção da estévia exige uma menor área cultivável, água e energia para garantir a mesma doçura dos demais adoçantes (PURECIRCLE, 2019).

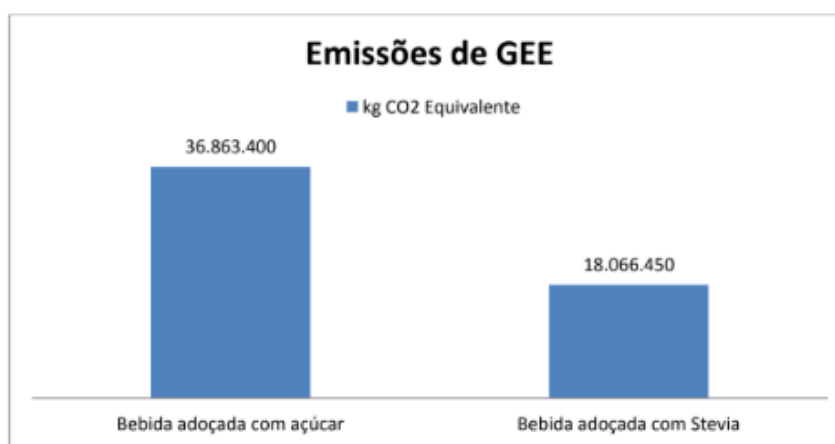
Ao comparar-se a área de plantio, a estévia exige apenas um quinto da terra que o açúcar de cana necessita. Em países da África, como por exemplo o Quênia, o cultivo da planta estévia utiliza apenas um terço da área cultivável, garantindo que nos dois terços restantes outras culturas possam ser administradas, gerando uma diversificação agrícola e de renda dos agricultores. Além disso, em uma mesma área cultivável, é possível que sejam feitos até quatro cortes durante um ano, obtendo, dessa forma, a matéria-prima para o posterior processamento e beneficiamento. Este procedimento pode ser realizado por seis anos sucessivos, o que acarreta um menor custo de implantação e em uma menor área cultivável exigida (EMBRAPA, 2004; PURECIRCLE, 2019).

Comparando o impacto ambiental gerado pela produção dos adoçantes de estévia com os demais consolidados no mercado, observa-se que a pegada de carbono e o consumo de água para os adoçantes naturais de estévia são menores. Em relação ao carbono, a produção de estévia apontou emitir 55% menos carbono que o açúcar de beterraba e 29% menos que o açúcar de cana. Para a água, a redução também é considerável: quando comparada ao açúcar de beterraba, a redução está em 94%,

enquanto para o açúcar de cana, 96%. Dessa forma, o emprego de adoçantes naturais de estévia em alimentos e bebidas reduz o impacto ambiental no quesito consumo de água e pegada de carbono (PURECIRCLE, 2019).

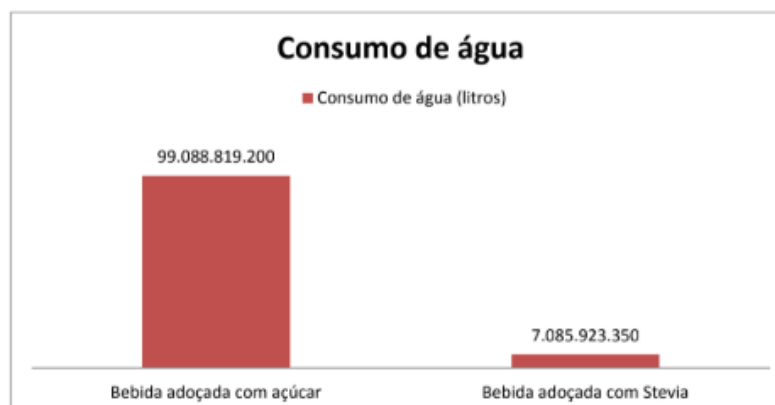
Mapeando o ciclo de vida de bebidas adoçadas com açúcar de cana e com adoçante de estévia, observa-se que, para um mesmo volume, tanto a emissão de gases do efeito estufa quanto o consumo de água para a produção são maiores para o açúcar de cana. Nota-se uma redução de 51% nas emissões de gases do efeito estufa e 93% no consumo de água para produção de bebidas adoçadas com estévia. Tais dados estão dispostos nas Figuras 2 e 3 (TAKAHASHI, 2013).

Figura 2 – Emissões de gases do efeito estufa (GEE) na produção de bebidas adoçadas



Fonte: TAKAHASHI (2013)

Figura 3 – Consumo de água para a produção de bebidas adoçadas



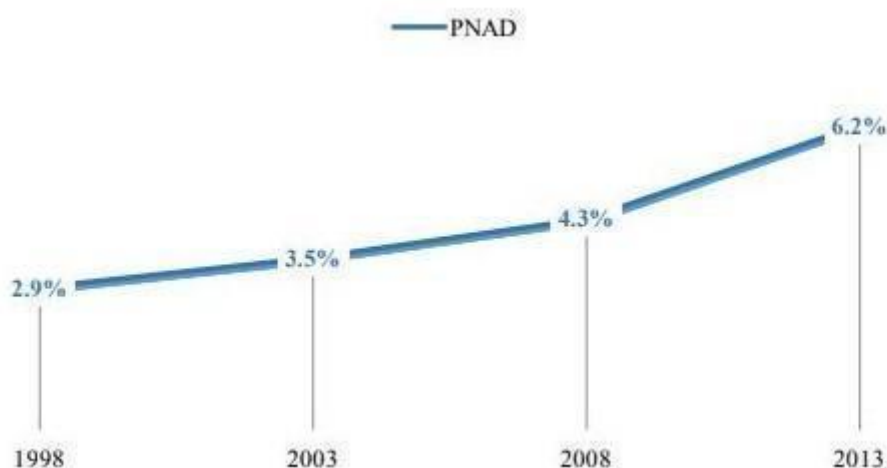
Fonte: TAKAHASHI (2013)

3.2 Saúde

Em 2017, a diabetes acarretou 4 milhões de mortes no mundo, de pessoas entre 20 e 79 anos. Essa mesma faixa etária gerou uma despesa com a saúde de US\$ 747 bilhões, em um cenário onde 8,8% da população mundial possuía a doença. Vale ressaltar que o gasto com a saúde de um diabético é em média duas vezes maior do que os gastos com uma pessoa sem a doença. A estimativa para 2045 é de que se tenha 9,9% de diabéticos no mundo (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017).

Em relação ao Brasil esse cenário não é diferente, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) em seu programa Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD), a diabetes tipo 2 vem aumentando aceleradamente. A Figura 4 demonstra a evolução dos coeficientes brutos de prevalência de 1998, 2003, 2008 e 2013.

Figura 4 – Crescimento da diabetes tipo 2 no Brasil



Fonte: Milhomens (2016)

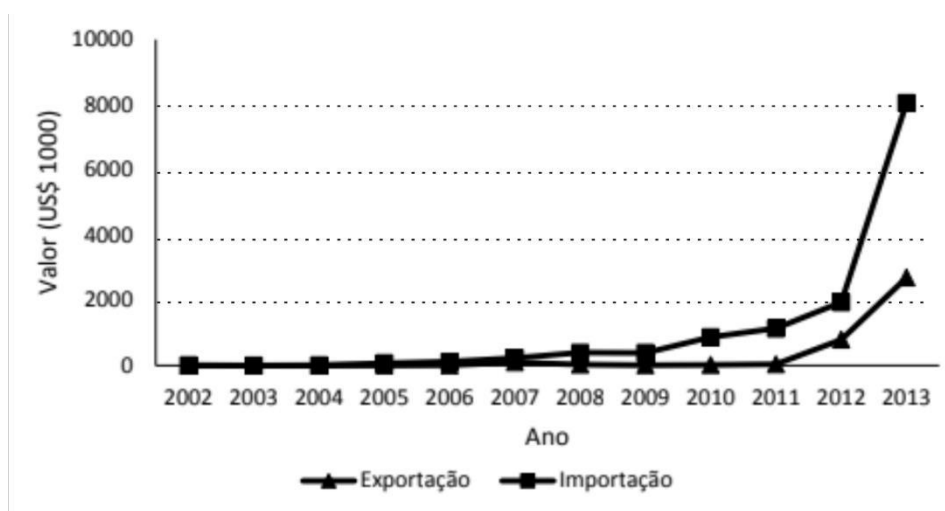
No Brasil, em novembro de 2018, o Ministério da Saúde assinou um acordo com a indústria alimentícia para reduzir o uso de açúcar em alimentos como: bolos, misturas para bolos, produtos lácteos, achocolatados, bebidas açucaradas e biscoitos recheados em 144 mil toneladas de açúcar até 2022. Um meio alternativo para a substituição do uso do açúcar foi a criação de adoçantes artificiais, que proporcionam o sabor doce aos alimentos, contudo, sem o alto teor energético que o açúcar possui. Além de possuir um custo mais barato, passou a ser utilizado não somente como substituição do açúcar de adição, mas também em vários ramos da indústria alimentícia (SUEZ *et al.*, 2014).

Estudos realizados mostram que a estévia possui propriedades antioxidantes, conferidas pelas antocianinas, ácidos fenólicos e ácido fólico. Além de agente antimicrobiano, sendo capaz de inibir a ação de microorganismos, ou até mesmo não contribuir para sua proliferação, uma vez que não desempenha um papel como substrato energético. Além disso, possui ações anti-hiperglicêmicas por conta de seu poder insulínico, ou seja, estimula a produção de insulina e também é glucagonostático, isto é, inibe a secreção de glucagon no organismo, tendo, portanto, um potencial para se tornar um novo medicamento antidiabético para diabetes tipo 2 (SALVADOR-REYES, SOTELO-HERRERA, PAUCAR-MENACHO, 2014; GAMBOA, 2012; JEPPESEN et al., 2002).

3.3 Análise e projeções

De acordo com a Embrapa (2004), o cultivo da estévia abrange o desenvolvimento da agricultura familiar. Tal fato representa um grande valor agregado da estévia tanto econômico – esse setor movimentava mais de 55 bilhões de dólares por ano, de acordo com o Ministério da Agricultura – quanto social, já que a agricultura familiar contribui para a diminuição da fome e da pobreza.

A respeito das importações, o mercado de estévia movimentou aproximadamente 8 milhões de dólares em 2013, o que evidencia a demanda pelo produto no Brasil. No mesmo ano, as exportações totalizaram 3 milhões, mostrando o potencial de crescimento desse mercado, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Importações e exportações da estévia

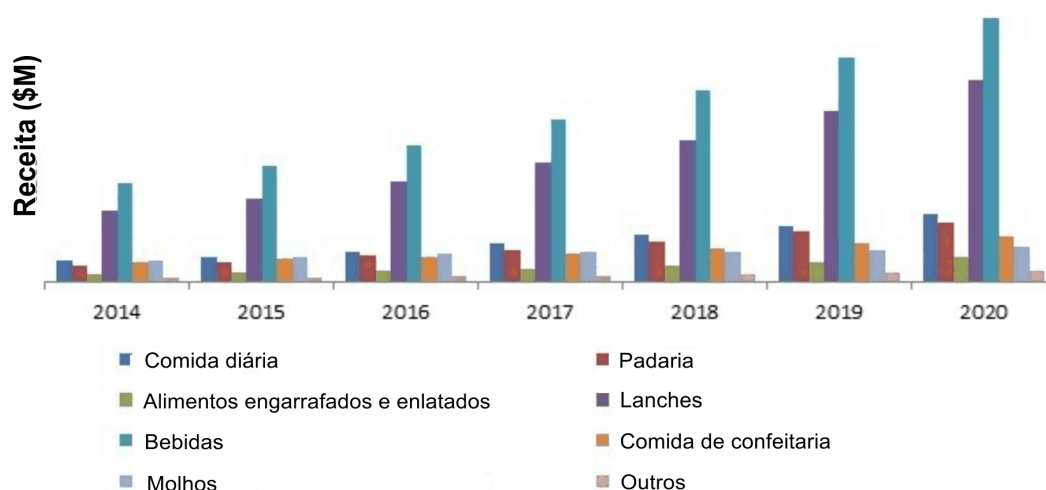
Fonte: Francisco (2015)

De acordo com a Embrapa (2004), as vendas de adoçantes não calóricos no Brasil cresceram de R\$ 70 milhões para R\$ 1,5 bilhão no intervalo de 1993 a 2002, o que demonstra um crescimento significativo desses produtos.

A consequência desse crescimento pode ser observada na receita global da estévia. De acordo com a *Market Research Report Store* (2018) essa foi estimada em 442,29 milhões de dólares em 2017 e a projeção para 2023 é que esse valor alcance 697,33 milhões de dólares. Com isso, observa-se o potencial de crescimento do mercado mundial de estévia.

Outro indicativo importante a respeito da viabilidade do investimento é a taxa de crescimento anual composta (CAGR – *Compound Annual Growth Rate*), a qual representa o retorno de um investimento que compara o saldo final e inicial em um determinado período de tempo. A previsão é que a CAGR da receita global da estévia no período de 2019 a 2024 seja de 8,43%, segundo a *Mordor Intelligence* (2018). Esse valor demonstra a rentabilidade desse setor.

De acordo com o estudo *Global Stevia Market* da *Market Research Report Store* (2018) diversos setores alimentícios – como o de bebidas, alimentos engarrafados e enlatados, laticínios, confeitaria, entre outros – passarão por aumento do uso de estévia em suas preparações. Esse crescimento pode ser observado na Figura 6. Além do setor alimentício, o mesmo estudo mostrou a tendência de crescimento do uso da estévia em outros mercados como farmacêutico e de adoçantes de mesa.

Figura 6 – Crescimento da estévia no mercado alimentício

Fonte: Adaptado de Market Research Report Store (2018)

Segundo a *Business Wire* (2017), o crescimento de estévia será positivo nos próximos anos principalmente devido aos desenvolvimentos de novos produtos com a adição da mesma. Como exemplos de grandes empresas que já fazem uso, tem-se a Coca-Cola, a *Recov Beverages* e a *Starbucks*.

A indústria e o cultivo da estévia já passam por processos de aprimoramento e implantações de novas tecnologias. Tal fato fomenta o avanço comercial dessa manufatura, sinalizando assim aumento de sua produtividade. Além disso, o envolvimento com universidade e outras instituições é um foco que pode alavancar as pesquisas e implantações de melhorias (EMBRAPA, 2004).

A *Industry ARC* (2017) estima que o custo do quilograma da estévia é de 90 a 100 dólares. Já segundo Francisco (2015), o preço de venda é 65 a 330 dólares por quilograma. A partir das avaliações do crescimento da estévia já apresentado, e do aumento de sua produção nos últimos anos – em 2014 foi por volta de 5 milhões de toneladas e, para 2020, estima-se 8,5 milhões –, uma produção nacional estará assegurada em termos de mercado consumidor. Por se tratar de um material com elevado valor agregado e, a partir de uma viabilidade econômica prévia ao se comparar o preço de venda do produto e de compra da matéria-prima (valor este reduzido), é possível considerar que o investimento na produção da estévia é altamente vantajoso.

A partir dos conceitos ambiental, de saúde e de projeções de mercado, a estévia revela-se um produto muito favorável diante dos consumidores, por apresentar benefícios à saúde e ser uma alternativa diante de outros alimentos. Além disso, sua produção tem

alguns impactos ambientais reduzidos, quando comparada a outros produtos com a mesma função. E ainda, a partir do crescimento dessa demanda e a busca por alternativas o mercado de estévia mostra-se fomentado e com diversas aplicações em indústrias.

4. EMPRESA

Diante da apresentação da estévia, seus benefícios e valor agregado sustenta-se a vantagem de empreender nesse mercado. Com isso surge a “Kahahê - por uma essência mais doce”, produtora de adoçante natural de estévia, que buscará trabalhar com excelência e pautada em seus princípios.

A fim de compreender a origem do nome da empresa deve-se levar em consideração os primitivos na utilização da estévia como adoçante. Utilizada inicialmente pelos povos indígenas guarani, a planta é denominada *ka'a he* em sua língua nativa. Por isso a inspiração dos fundadores em denominá-la Kahahê.

O desenvolvimento da logomarca teve como motivação a matéria-prima da indústria, representada pelas folhas presentes na mesma, sendo que as folhas de cor esverdeada representam o número de fundadores da mesma, que para este caso corresponde a cinco. A coloração verde remete ao bem-estar do consumidor e o desenho da mão estendida representa o elo da empresa com o consumidor.

Figura 7 – Logomarca da empresa



Fonte: Autoria própria (2019)

A Missão da Kahahê: Promover a qualidade de vida dos consumidores, bem como a sua satisfação, através de uma produção sustentável do adoçante natural de estévia.

A Visão da Kahahê: Ser referência em âmbito nacional no mercado de estévia e reconhecida por fomentar o desenvolvimento de pesquisa e educação no país.

Os Valores da Kahahê:

- Sustentabilidade: difundir uma consciência ambiental a partir de um produto socialmente justo e economicamente viável;
- Ética: proceder de maneira transparente perante a realidade da Kahahê;
- Sinergia: promover a valorização dos colaboradores da Kahahê, priorizar os anseios dos clientes e proporcionar a conexão entre a empresa e as instituições de ensino;
- Postura empreendedora: desenvolver produtos que acompanham o avanço tecnológico e proporcionar autonomia aos colaboradores da Kahahê.

A partir desses preceitos, uma empresa com espírito empreendedor, colaborativa e de qualidade será consolidada para incrementar o cenário de adoçantes naturais do país.

Dessa forma, a Kahahê buscará atender o segmento de pessoas que objetivam hábitos mais naturais e saudáveis, e também indústrias que prospectam por processos e produtos com um teor reduzido ou nulo de açúcares.

Com isso, tem seu público-alvo entre supermercados e lojas de produtos naturais, consumidores finais e, ainda, indústrias de alimentos. Sendo assim, auxiliará o setor que busca gerar qualidade de vida e contribuirá com a saúde e bem-estar dos consumidores.

4.1 Organograma

A Kahahê optou pelo organograma radial a fim de ressaltar o trabalho em grupo dentro de toda as divisões existentes na empresa, trazendo dessa forma uma maior proximidade dentre todos os cargos e também dos clientes.

Figura 8 – Organograma radial da Kahahê

Fonte: Autoria própria (2019)

O presidente da Kahahê será responsável em manter uma relação saudável com os clientes e o governo, uma vez que o mesmo é responsável por definir as estratégias seguidas pela empresa. Cabe ressaltar que sua representatividade e decisões têm total influência na difusão da imagem da mesma (MONTEIRO, 2019).

Já o setor administrativo será responsável pela folha de pagamento dos funcionários, planejamento estratégico e gerenciamento das tarefas, coordenando e fiscalizando os demais setores da empresa. Tal função implicará no repasse de informações para os membros do conselho da Kahahê, que de posse das mesmas tomarão decisões sobre a companhia (MONTEIRO, 2019).

O departamento de gestão de qualidade será responsável por assegurar a conformidade do produto final por meio de controle de qualidade ao longo dos processos, desenvolvendo sistemas e procedimentos para que se tenha uma melhora contínua, através de ferramentas, metodologias e treinamento de equipes. O bom funcionamento desse setor garante uma maior organização, produtividade e credibilidade para empresas, alinhando dessa forma as estratégias traçadas com sustentabilidade, que em conjunto ajudarão na evolução da empresa (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018; SEBRAE, 2019).

Ao se tratar da administração dos recursos financeiros da Kahahê, o setor será responsável por realizar todo o controle, com um alto rigor, da tesouraria, investimentos

e riscos alinhados aos mesmos, além de movimentações, tais como pagamento de contas e impostos. Dessa forma, o departamento garantirá a boa utilização de recursos para que todos os objetivos sejam cumpridos, de maneira que a empresa gere lucros, sejam eles imediatos ou a longo prazo, mantendo a Kahahê competitiva no mercado; o mesmo ainda será responsável por manter todo o conselho atualizado sobre os resultados obtidos, possibilitando tomadas de decisões com o intuito de direcionar o andamento das atividades (DICIONÁRIO FINANCEIRO, 2017).

Com o intuito de gerar receitas para nossa empresa por meio de vendas, a Kahahê conta com um setor comercial, que além de estar preocupado com as vendas de produtos, será responsável por analisar o mercado consumidor ao qual estará inserida para encontrar oportunidades de vendas e apresentar orçamentos e propostas de negócio. Para isso, o setor se preocupará em conhecer os possíveis clientes e parceiros para assim atender todas as necessidades dos envolvidos. Vale ressaltar ainda que, por estar ligado aos clientes da empresa, o setor comercial também irá atuar na área de marketing, traçando assim estratégias de divulgação de produtos (EXACT SALES, 2019).

O departamento de gestão de pessoas será responsável pela seleção e recrutamento de novos membros, de jovem aprendiz, além de programas de estágios e visitas institucionais ou técnicas realizadas por universidades que possuem interesse. O setor também consolida uma cultura organizacional orientada a fim de se obter um bom desempenho individual e coletivo, auxiliando na orientação de carreira dos funcionários, recebendo *feedback* dos mesmo sobre sua ocupação, realizando avaliações de desempenho e promovendo atividades culturais (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

5. LOCALIZAÇÃO

O estudo do local e do espaço físico é um fator muito importante para a instalação de um negócio e o sucesso do respectivo empreendimento. Para uma indústria, a localização deve levar em conta alguns importantes aspectos como proximidade ao fornecedor da matéria-prima; proximidade de mercado; disponibilidade de mão de obra especializada; infraestrutura local; incentivos econômicos e fiscais oferecidos pela região; legislação urbana sobre uso do solo e condições ambientais da região, como recursos hídricos e disponibilidade energética (SEBRAE, 2015).

De acordo com o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, o estado do Paraná apresentou crescimento industrial de 7,8% no primeiro semestre de 2019, melhor resultado dos últimos nove anos, sendo o segundo melhor índice do país, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul (8%). Esse crescimento deve-se pelo bom desempenho do setor automotivo, máquinas e equipamentos, seguidos pelo setor alimentício (IPARDES, 2019).

Considerando as exigências ecológicas da estévia, Mato Grosso do Sul e Paraná, dentre outros, apresentam condições ideais para o seu cultivo, além de já possuírem conhecimento de tecnologias para o desenvolvimento do agronegócio (EMBRAPA, 2004).

A cidade de Marialva, situada ao norte do Estado do Paraná, mais precisamente localizada na região metropolitana de Maringá, será capaz de atender a demanda e proporcionar os recursos que a indústria Kahahê necessitará para seu desenvolvimento.

Mais adentro dessas regiões brasileiras, tem-se a cidade de Ângulo como destaque, localizada a 49,9 km de Marialva, a qual foi responsável, em 2011, pela primeira safra de estévia em larga escala do Brasil. Vale ressaltar também que a cidade de Maringá, localizada a 18 km de Marialva, já foi a detentora da maior área de plantio de estévia do mundo. Tal fato ocorreu no início da década de 1980, quando existiu uma associação de 60 produtores, totalizando uma área de 300 hectares como informa Costa (2011). Em resumo, tal região é propícia ao plantio de *Stevia rebaudiana*, tratando-se de uma localização estratégica para a Kahahê uma vez que se encontra próxima à matéria-prima.

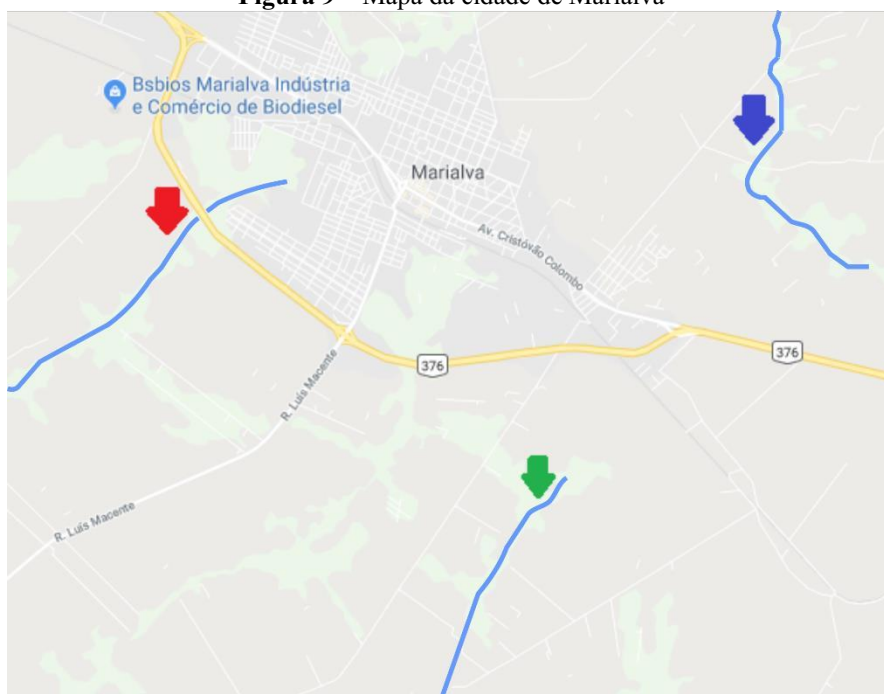
Em relação aos recursos hídricos, a Agência Nacional de Águas aponta que a região hidrográfica do Paraná ocupa 10% do território brasileiro, abrangendo sete estados: São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Distrito Federal. É também a região com maior área irrigada e maior aproveitamento do potencial hidráulico disponível. O estado apresenta 16 bacias hidrográficas e 12 unidades aquíferas, sendo essa última denominada por formações geológicas que armazenam as águas subterrâneas que compõem a bacia do estado (BRASIL, 2019a).

O município de Marialva está localizado na Bacia Hidrográfica do Ivaí possui uma área total de 36.540,0 km² de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, cerca de 19% da área do estado, ocupando a área destacada na figura do Anexo A.

A disponibilidade hídrica subterrânea da Bacia Ivaí é estimada em 39 mil L/s, provida pelas unidades aquíferas, entre elas a serra geral norte evidenciada no Anexo B. A figura presente no Anexo C mostra algumas características físico-químicas da água proveniente dessa unidade aquífera; observa-se também através dessa figura que essa água é adequada para uso industrial (PARANÁ, 2010).

A cidade de Marialva apresenta uma área de 353,1 km², o que representa um percentual de 1,0% da área da bacia; além disso, esta cidade está localizada próxima a três grandes ribeirões: Aquidabã, Marialva e Sarandi, indicados na Figura 9, respectivamente, pelos ícones vermelho, verde e azul.

Figura 9 – Mapa da cidade de Marialva



Fonte: Google Maps (2019)

O Ribeirão Aquidabã localiza-se próximo ao Parque Industrial e da Indústria e Comércio de Biodiesel de Marialva, BSBios, como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Região da Cidade de Marialva



Fonte: Google Maps (2019)

A BSBios apresenta importante destaque no mercado nacional de biodiesel, segundo Biodiesel Brasil (2018), um investimento de 72 milhões previsto para o ano de 2019, concederia à empresa a colocação de segundo maior grupo industrial desse setor. Com isso, a Kahahê buscará parcerias para o aproveitamento de utilidades industriais, como vapor e ar comprimido.

Dessa forma, a Kahahê será localizada na região da cidade de Marialva, no terreno destacado na Figura 11, o qual está localizado na Estrada da Fruteira, que intercepta a BR-376. Essa rodovia liga a região metropolitana de Maringá até a capital, Curitiba. A região também se encontra próxima à Londrina, a uma distância de 80 km, outra grande cidade de destaque na economia paranaense. Além disso, está próxima ao estado de São Paulo, que se destaca no contexto nacional por sua expressiva participação na economia, correspondendo a 31% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de 2017 (INVESTE SP, 2019).

A instalação da Kahahê será viável diante do Programa “Marialva Mais Empreendedora”, realizado pela Secretaria de Indústria e Comércio, em conjunto com a Secretaria de Tributação, com apoio da prefeitura do município. Tal programa proporciona incentivos fiscais para a construção de empresas na cidade, visando como retorno a geração de empregos e renda para o município. Esse programa já beneficiou 15

indústrias, que geram 1,9 mil postos de trabalho diretos, além de 2,5 mil empregos indiretos (MARIALVA, 2019).

Outro fator importante para a escolha da localidade se deve ao fato de que essa região está próxima a universidades como a Universidade Estadual de Maringá, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana e Londrina, além da Universidade Federal do Paraná, localizada em Jandaia do Sul. Tais instituições podem contribuir significativamente com a mão de obra especializada requerida pela empresa, uma vez que apresentam cursos como Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Podem ainda ser realizadas parcerias com tais universidades para pesquisas em busca de melhorias nos processos industriais. Ademais, a Kahahê poderá contribuir para o desenvolvimento da região, criando demanda ao mercado, uma vez que o mesmo ainda não é capaz de suprir toda a mão de obra especializada formada neste polo universitário.

Figura 11 – Localização do terreno



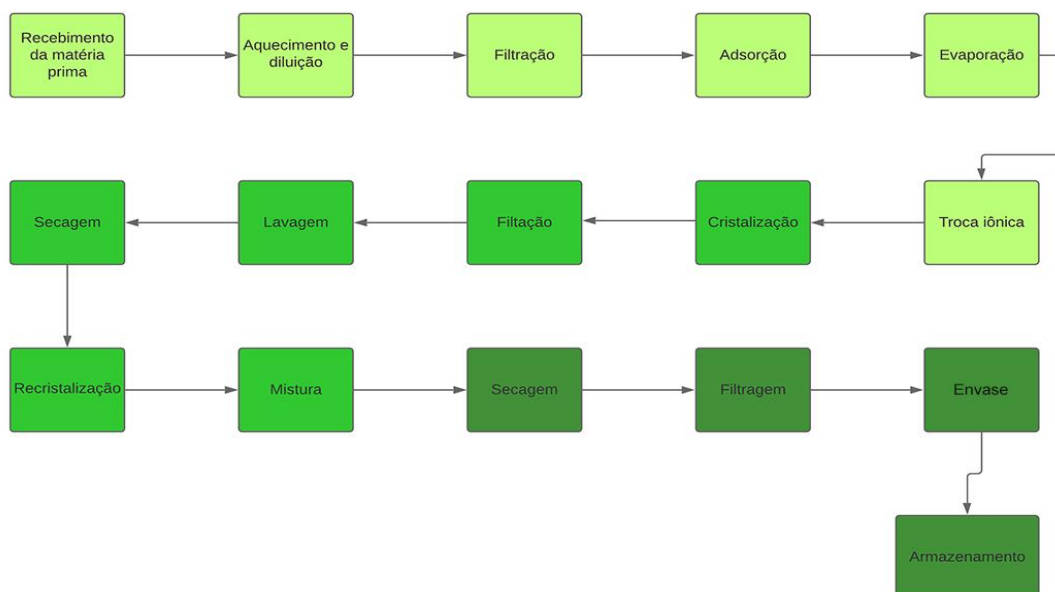
Fonte: Google Maps (2019)

6. DIAGRAMA DE BLOCOS E PROCESSO DESCRITIVO

6.1 Diagrama de blocos

A Figura 12 apresenta o diagrama de blocos geral do processo integrado produtivo do adoçante de estévia da Kahahê.

Figura 12 – Diagrama de blocos do processo produtivo do adoçante de estévia



Fonte: Autoria própria (2019)

O processo como um todo é dividido em três setores: “área externa”, “área interna” e “finalização”, que contempla operações unitárias que vão desde o aquecimento e diluição da matéria-prima até secagem, filtração e separação do produto. Dessa forma garantimos uma maior organização e controle do processo produtivo assim como as condições sanitárias requeridas são garantidas.

6.2 Processo Descritivo

6.2.1 Área “externa”

6.2.1.1 Recebimento da Matéria-prima

A matéria-prima, extrato de glicosídeos de esteviol, a qual será comprada pela Kahahê, será armazenada em tanques ao lado externo da planta. A compra do extrato é por meio de fornecedor próximo a região de Ângulo, que é produtora, mas para panoramas futuros é possível um projeto de uma unidade de extração na própria Kahahê. Este armazenamento garante a qualidade da matéria-prima, e nenhuma etapa do processo - ou modificação na especificação do produto – é alterada em função do tempo de armazenamento. Entretanto, este estoque será mantido sempre de acordo com a demanda de produto pelo mercado.

6.2.1.2 Aquecimento e Diluição

Pelo fato de a matéria-prima ser muito concentrada e com teor de impurezas, faz-se necessária sua diluição. A Kahahê contará com tanques destinados a diluição da matéria-prima em água aquecida a fim de ajustar a temperatura. Água quente é armazenada em tanque a uma temperatura controlada, e o aquecimento dessa água é realizado por injeção direta de vapor proveniente da caldeira. Quando uma redução de temperatura se fizer necessária, um sistema de camisa nos tanques permitirá remover energia e controlar a temperatura em níveis mais baixos.

6.2.1.3 Filtração

O extrato, uma vez diluído e a uma temperatura ajustada, passará por uma série de filtros *bag* – formado por vaso de pressão, cesto suporte e bolsa – e em seguida por filtros do tipo lenticular – composto por um casco e discos empilhados com porosidades específicas – para a retirada dos sólidos suspensos. Estes processos de filtração garantem uma eficiência de 95% de remoção dos sólidos suspenso (CHEREMISINOFF, 1998).

6.2.1.4 Adsorção

Uma vez removido os sólidos suspensos, o extrato será encaminhado para uma coluna cromatográfica hidrofóbica de contato (HIC) contendo resinas zeólitas. Essa resina será responsável por adsorver os glicosídeos de esteviol presentes no extrato. Posteriormente, uma solução de etanol será passada através da coluna para arrastar os glicosídeos. Para a retirada de materiais orgânicos restantes na coluna, é realizada uma retrolavagem com soda cáustica. Este processo ocorre com uma recuperação de até 99% de glicosídeos (RAMOS, 2008).

6.2.1.5 Evaporação

A solução de saída da coluna de adsorção será concentrada, eliminando o excesso de etanol inserido na etapa anterior. Para isso, a mesma passará primeiramente por um pré-aquecedor, seguido por um evaporador (ARAUJO, 2012).

A mistura que contém álcool é então condensada e enviada para um processo terceirizado de destilação com o objetivo de regenerar o componente e reutilizá-lo no

processo. Dessa forma, a Kahahê garante uma economia de insumos e uma operação mais sustentável.

6.2.1.6 Troca Iônica

A solução concentrada, proveniente da eluição dos glicosídeos com etanol do processo de adsorção, passará por colunas de troca iônica, contendo resinas aniônicas a fim de regular o pH da solução e reduzir a coloração da mesma, uma vez que ao entrar nessa etapa a solução apresenta um aspecto “cor de chá” e ao sair estará cristalina. Nesse momento, ocorre a troca de íons entre a solução e íons ligados a partículas sólidas imobilizadas (GOTO, 2004).

6.2.2 Área “interna”

6.2.2.1 Cristalização

O extrato concentrado e cristalino será encaminhado para tanques cristalizadores para ser resfriado. Estes tanques são encamisados e permeados com fluido refrigerante CO₂. No interior dos tanques há pás de agitação que auxiliam a troca térmica.

6.2.2.2 Filtração

Em seguida, o extrato é encaminhado para filtros prensa para a retirada da maior porcentagem de umidade. Aqui, há formação de um concentrado rico em glicosídeos, com uma redução do teor de água de 70% (CHEREMISINOFF, 1998).

6.2.2.3 Lavagem

O extrato será lavado com etanol e água deionizada, com o intuito de otimizar a eficácia do processo, minimizando os aglomerados ou filmes que possam ser formados e dissolvendo parcialmente os cristais. Essa etapa ainda auxiliará, posteriormente, na retirada da massa de extrato do filtro prensa.

6.2.2.4 Secagem

Nessa etapa do processo, o produto apresenta aspecto similar a uma “massa”, a qual é seca por uma corrente de ar, ainda no filtro prensa. O produto obtido aqui contém até 15% de umidade.

6.2.2.5 Recristalização

A massa seca será redissolvida em etanol para ser recristalizada, assegurando a pureza do produto. Essa etapa será monitorada periodicamente por análises laboratoriais realizadas na Kahahê, com o intuito de promover a qualidade do produto.

6.2.2.6 Mistura

Após adequar a concentração do produto, esse será dissolvido em etanol 96% e em seguida passará pelo processo de secagem. Essa mistura garante que o transporte da mesma, para a próxima etapa, ocorra de forma eficiente.

6.2.3 Finalização

6.2.3.1 Secagem

O produto então será encaminhado para o *spray dryer*, equipamento no qual acontecerá a secagem do mesmo sem que ocorra decomposição do conteúdo por efeitos térmicos. A secagem rápida, aqui escolhida pela Kahahê, garantirá um controle da umidade do produto dentro de suas especificações.

6.2.3.2 Filtragem

Ao sair da secagem, a corrente passará por filtros manga, como sistema de controle, para, se necessária, a retenção de partículas. A faixa granulométrica utilizada será de 250 a 300 μm , monitorada posteriormente por um controle de qualidade.

6.2.3.3 Envase e Armazenamento

Nessa etapa, o produto será transportado e envasado de acordo com seu destino e com a quantidade especificada. Serão produzidos sacos de 10 e 25 kg, sacos de 500 g e sachês de 0,7 g. Em seguida o mesmo será estocado em galpões para futura destinação.

O armazenamento do adoçante natural de estévia será feito de forma que mantenha a integridade e a qualidade do produto, impedindo a sua contaminação e a proliferação de microrganismos. Dessa forma, o armazém da Kahahê será ventilado, iluminado e será mantido limpo.

Todos os produtos serão identificados e seu empilhamento será feito em blocos regulares. Além disso, o controle de qualidade da empresa seguirá protocolos que permitirão controlar as variáveis como temperatura e umidade do ambiente de armazenamento, a fim de garantir sua eficiência.

7. FUNDAMENTAÇÃO E SISTEMÁTICA

Para o projeto da Kahahê, ou seja, os cálculos de entrada e saída de matéria-prima e de produto e o dimensionamento dos equipamentos, foram realizados balanços material e energético de todo o processo. No presente capítulo são apresentadas as equações, parâmetros e considerações utilizadas.

7.1 Balanço Material

O balanço material fundamenta-se no princípio de conservação da massa, sendo realizado por meio da contabilidade de matéria que entra e deixa um sistema. Podem ser realizados dois tipos de balanços materiais: o balanço global ou o balanço parcial, que corresponde ao balanço para cada um dos componentes presentes no sistema. (HIMMELBLAU, 2006).

O balanço global foi obtido pela equação da continuidade e é descrito de forma geral pela Equação 1, na qual apresentam-se os fluxos mássicos, \dot{m} .

$$m_{acúmulo} = m_{entrada} - m_{saída} + m_{geração} - m_{consumo} \quad (1)$$

A unidade industrial da Kahahê contará com etapas em regime permanente e transiente, dependendo da operação. Dentre todas, não há processos de conversão com

reação química. Dessa forma a equação geral pode ser escrita como, para os casos em regime permanente,

$$m_{entrada} - m_{saída} = 0 \quad (2)$$

e, para as condições transientes, com fluxo mássico, conseqüentemente massa específica e volume constantes:

$$m_{acúmulo} = \frac{dm}{dt} = 0 \therefore m = \rho V = constante$$

A expressão acima indica que a massa total, ou o volume total, em cada operação - que ocorre em um dado intervalo de tempo arbitrário - é constante. Na prática, essa equação indica que em alguns processos de transformação a massa total (ou volume total) é a mesma em intervalos de tempo diferentes, porém podem ocorrer mudanças de composição a partir da transferência de massa ou energia durante o processo. Por ser uma carga constante, a operação pode ser realizada durante um tempo arbitrário e suficiente para que a condição final seja alcançada (seja uma composição, temperatura, pureza, entre outros).

No balanço parcial, a transição entre fases distintas das espécies químicas foi considerada, e esta pode ser dada em base molar ou mássica. Este balanço é representado pela Equação 3 (BRASIL, 2013b).

$$taxa_{acúmulo} = taxa_{entrada} - taxa_{saída} + taxa_{geração} - taxa_{consumo} \quad (3)$$

A fração de cada componente, x_i , presente nas correntes foi determinada pela relação entre a massa de um componente e a massa total na corrente. Assim, a quantidade de um componente (ou espécie) presente na corrente é, portanto, a fração do mesmo multiplicado pela vazão total da corrente (BRASIL, 2004).

Dessa forma a equação do balanço de massa por componente é dada por:

$$x_i^{início} * m_{início} = x_i^{final} * m_{final} \quad (4)$$

Na qual, o índice i representa cada componente analisado, em cada instante de tempo do processo – início e término da operação. No processo que a Kahahê desenvolveu, os principais componentes são: água, etanol, hidróxido de sódio, vapor, glicosídeos de esteviol.

7.2 Balanço Energético

De acordo com Himmelblau (2006), assim como o balanço de massa, o balanço geral de energia envolve os termos de acúmulo, entradas, saídas e geração, de forma semelhante ao que foi apresentado na Equação 1. Novamente, o termo de geração é desconsiderado uma vez que não há reações químicas ao longo de todo o processo.

Para sistemas abertos e em regime não estacionário, o qual há acúmulo de energia (ΔE), as principais formas de energias envolvidas são: calor (Q), trabalho (W), entalpia (H), energia cinética (EC), energia potencial (EP). Uma forma resumida do balanço energético, que compreende suas grandezas totais, em substituição às específicas, pode ser observada na Equação 5 (HIMMELBLAU, 2006).

$$\Delta E = Q + W - \Delta(H + EC + EP) \quad (5)$$

No projeto da Kahahê, as operações com escoamento ou em batelada (transientes) sofrem modificações em sua energia devido a transferência de calor – para aquecer ou resfriar determinado sistema. Para os casos transientes, o acúmulo de energia se configura na forma de aumento da entalpia contida no sistema. Por outro lado, as variações de energias cinética e potencial, além de trabalho de eixo podem ser desconsiderados já que são mínimos ou nulos diante do calor transferido (HIMMELBLAU, 2006).

Com isso o balanço energético se resume em:

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

Em síntese, a maioria das operações da Kahahê estão baseadas na Equação 6. Além disso, para determinar a área de troca térmica dos equipamentos (A), utilizou-se a Equação 7, que relaciona a área com a taxa de transferência de calor (\dot{Q}), o coeficiente

empírico de troca térmica (U) desses equipamentos e as temperaturas das correntes de entrada (T_e) e de saída (T_s) (HIMMELBLAU, 2006).

$$\dot{Q} = U * A * (T_s - T_e) \quad (7)$$

Além do uso da Equação 7, em alguns casos utilizou-se uma relação semelhante, Equação 8, que avalia o escoamento interno e considerada, no lugar de uma simples diferença de temperatura, uma média logarítmica das diferenças de temperatura (ΔT_{ml}) (INCROPERA, 2019).

$$\dot{Q} = U * A * (\Delta T_{ml}) = U * A * \frac{\Delta T_s - \Delta T_e}{\ln \left(\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} \right)} \quad (8)$$

Para os cálculos do balanço de energia, além das considerações mencionadas, foram feitas outras ponderações necessárias para o processo. Para as correntes de entrada foi feita uma ponderação entre massas específicas (ρ), exemplificada na Equação 9 acerca do balanço de massa citado, a qual auxilia na estimativa de correntes, predominantemente, compostas de extrato e água.

$$\rho_{corrente} = \rho_{extrato} * (x_{extrato} + x_{outros}) + \rho_{água} * x_{água} \quad (9)$$

Diante de tais equações é importante ressaltar variáveis utilizadas na maioria dos processos da Kahahê, bem como no dimensionamento dos equipamentos. A respeito do volume das operações, utilizaram-se a massa específica do extrato de estêvia, que de acordo com Gallarza (2011) é de 1072,70 kg/m³ e a sua viscosidade cinemática, que é de 1,86 mm²/s.

De acordo com Weather Spark (2016), com um período de análise de 1980 a 2016, a cidade de Marialva, a qual está localizada a Kahahê, possui média de 29 °C na sua estação mais quente, e 25 °C na estação mais amena. Com isso considerou-se 27 °C para a temperatura ambiente.

As informações correspondentes da água, utilizadas para o projeto, como: massa, volume, calor específico, entalpia, temperatura, pressão e entre outras propriedades foram extraídas das tabelas de propriedades termodinâmicas da água de Moran e Shapiro (2006).

7.3 Especificações dos equipamentos

Além da fundamentação dos balanços material e energético, foi necessário um sistema de equações e considerações para os equipamentos da Kahahê.

7.3.1 Filtração

A Kahahê possui 4 tipos de filtros: *bag*, lenticular, prensa e manga. Um exemplo de refil que pode ser utilizado para o filtro *bag* e para o filtro manga, pode ser observado na Figura 13. Há a possibilidade de optar por diversos tipos de elementos filtrantes como *nylon*, polipropileno e poliéster e as dimensões desses filtros podem ser estimadas a partir da vazão de entrada.

Figura 13 – Refil de filtro *bag*



Fonte: IndFiltros (2020)

Para a filtração lenticular e filtração do tipo prensa utiliza-se a Teoria Simplificada da Filtração de Massarani (1997), na qual: t é o tempo de filtração, V o volume desse sistema, μ a viscosidade do fluido, a área de filtração representada por A , ΔP equivale a queda de pressão do meio, R_t a resistência da torta formada, R_m a resistência do elemento filtrante e c_t uma razão da massa de sólidos em relação ao volume filtrado (adaptado de Cremasco, 2017).

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu}{A(\Delta P)} * \left(R_t \frac{c_t * V}{A} + R_m \right) \quad (10)$$

Quando a torta formar apenas uma pequena camada, ou não influenciar no processo de filtração é possível desconsiderar a resistência da torta. Com isso tem-se a Equação 11.

$$A = \frac{\mu * V}{t(\Delta P)} R_m \quad (11)$$

A resistência de um meio, como os de filtros lenticulares, apresentado na Figura 14, podem variar entre dimensões de 10^9 a 10^{11} m^{-1} . Já a resistência de uma torta formada em um filtro do tipo prensa, como da Figura 15, varia entre 10^{10} a 10^{12} (CHEREMISINOFF, 1998).

Figura 14 – Cartucho de filtro lenticular



Fonte: CrossFilter/ErtelAlsop (2020)

Figura 15 – Filtro prensa

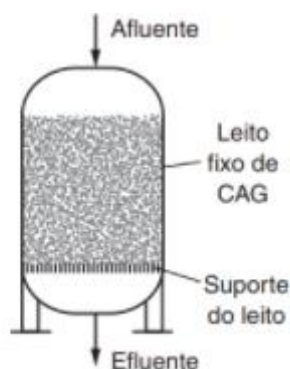


Fonte: Tecitec (2020)

7.3.2 Adsorção

Do ponto de vista industrial, os processos de separação por adsorção ocorrem em colunas de leito fixo, que operam em ciclos alternados de adsorção e dessorção gerando produtos empobrecidos do componente adsorvido (refinado) e correntes enriquecidas com o mesmo (extrato). Para a etapa de adsorção do glicosídeo de esteviol, a Kahahê utilizará uma coluna representada na Figura 16 (RAMOS, 2008).

Figura 16 – Coluna de adsorção em leito fixo



Fonte: METCALF & EDDY (2016)

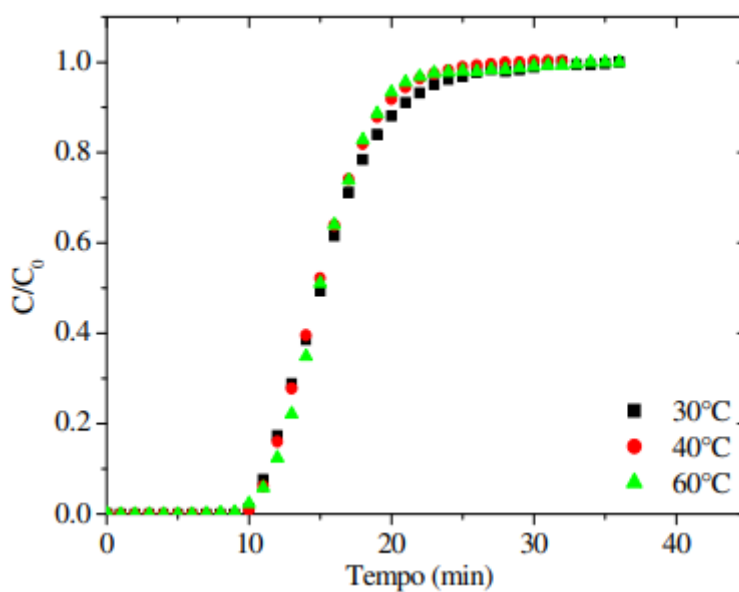
O projeto da carga de adsorvente necessária para adequação da concentração de glicosídeos apresentada no balanço material foi feito segundo dados de Ramos (2008). Esse estudo de referência, consiste em um experimento em leito fixo utilizando solução sintética padrão de glicose com a finalidade de reduzir a cor e turbidez do xarope de caju, para isso foi utilizada resina *Dowex Monosphere 99 Ca (Sigma-Aldrich)*. Para o projeto da Kahahê foi realizado um *scale up* do teste experimental de Ramos (2008) com os dados pertinentes ao processo do adoçante natural de estévia.

Características do leito para a resina *Dowex*:

- Porosidade de 0,44;
- Massa específica média da resina 795 kg/m³;
- 2,5 x 13 cm (comprimento x altura);
- Vazão de 2,5 mL/min;
- Volume da coluna de 61,3 mL.

Em nível operacional, uma coluna de leito fixo possui um tempo de trabalho determinado por sua capacidade de adsorver o adsorvato. Esse tempo pode ser expresso mediante a curva de ruptura. A curva obtida no experimento mostrada na Figura 17, apresenta a variação da concentração de adsorvato com o tempo à saída da coluna (RAMOS, 2008).

Figura 17 – Curva de ruptura experimental para glicose com concentração de alimentação de 100g/L na resina *Dowex*



Fonte: RAMOS (2008)

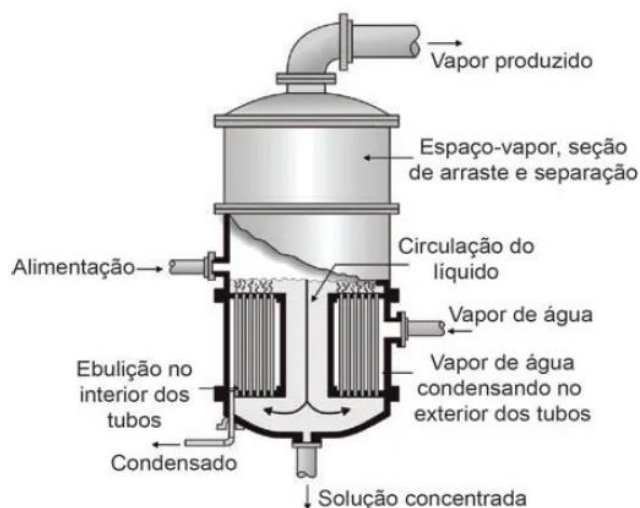
Por meio dessa curva e de conceitos de integração numérica como a regra de 3/8 de Simpson, pode-se calcular o tempo de saturação assim como o tempo útil da coluna respectivamente, obtendo-se os valores de 17,18 e 16,55 minutos. Uma vez que o tempo de saturação é proporcional a capacidade máxima de adsorção da coluna e o tempo útil é definido como o instante percorrido até o ponto de ruptura (SILVA NETO, 2018).

Em posse desses dados foi possível adequar os parâmetros laboratoriais ao processo da Kahahê.

7.3.3 Pré-Evaporação e Evaporação

Com o intuito de concentrar os glicosídeos, a Kahahê utilizará um evaporador de simples efeito do tipo calandra vertical, representado na Figura 18, amplamente utilizado na produção de açúcar da cana, produto semelhante ao adoçante natural de estévia.

Figura 18 – Esquema de evaporador vertical e suas correntes



Fonte: βEQ (2020)

É possível observar que o evaporador é composto de um pré aquecedor, que determina a temperatura em que o evaporador opera, através do equilíbrio líquido-vapor, realizando o cálculo do ponto de bolha. Para isso, utilizou-se a Equação de Antoine para a determinação das pressões, apresentada na Equação 12.

$$P_i^{vap} = e^{A_i - \frac{B_i}{T+C_i}} \quad (12)$$

Na qual, P_i^{vap} é a pressão de vapor da espécie pura i , T é a temperatura em Kelvin e as constantes A , B e C para cada componente foram extraídas da tabela de constantes da Equação de Antoine para pressões de vapor de espécies puras SMITH (2018).

A partir dos dados de pressão é possível calcular a composição das fases em equilíbrio através da Equação 13.

$$y_1 = \frac{x_1 P_1^{sat}}{P} \quad (13)$$

Na qual y_1 é uma fração molar na fase vapor do componente 1, no caso o etanol, x_1 é uma fração molar na fase líquida e P_1^{sat} é a pressão de vapor da espécie 1 pura na temperatura do sistema. Então, construiu-se um diagrama $T x y$ da mistura binária de componentes etanol e água a pressão constante, presente no Apêndice A.

Para o dimensionamento do equipamento considerou-se o calor necessário para a troca térmica de acordo com a variação de temperatura necessária no equipamento, utilizando a Equação 7.

7.3.4 Troca Iônica

Para a operação de clarificação do extrato da Kahahê serão empregadas colunas de troca iônica compostas por zeólitas, que consistem em compostos aluminossilicatos com cavidades comparáveis a moléculas orgânicas, podendo ser de origem sintética ou natural, conforme exemplificadas na Figura 19.

Para que a clarificação ocorra, as impurezas contidas no extrato são removidas e tornam o mesmo com um aspecto claro, o qual possui todo o conteúdo adoçante. Dessa forma, as zeólitas da coluna retêm seletivamente as espécies contidas no extrato (MORAES, 1997).

Figura 19 – Coluna de troca iônica



Fonte: ABC (2021)

Para a troca iônica realizada na Kahahê a zeólita empregada será a CaX granulada, uma vez que esta é eficiente na clarificação do extrato e não altera as propriedades iniciais do mesmo. (MORAES, 1997).

Para a operação da Kahahê a razão em massa de clarificação ótima, a área superficial específica média da zeólita e sua densidade aparente são conhecidas. Dessa forma, é possível determinar a massa de zeólitas necessária para clarificar a corrente de entrada na coluna de troca iônica da Kahahê e o volume no qual essa massa ocupa. Sendo assim, pode-se dimensionar o tamanho da coluna necessária para a clarificação do extrato.

7.3.5 Cristalização e Recristalização

Para os processos de cristalização e recristalização da Kahahê serão empregados tanques encamisados com pás de agitação permeados com fluido refrigerante, assim como ocorre com o processo de obtenção de açúcar. Estes permitem que o extrato clarificado seja cristalizado elevando sua pureza. Para a operação da Kahahê o fluido empregado será o CO₂, já que ele é inerte, incolor, inodoro, não tóxico e inflamável além de ser aplicado na indústria de alimentos (MENEZES, 2010).

Figura 20 – Tanque cristizador



Fonte: GEA (2021)

Para a determinação do calor requerido nas operações de cristalização e recristalização utilizou-se a Equação 6, do balanço energético simplificado. As propriedades das correntes de entrada e saída foram ponderadas, de acordo com a

Equação 9 e podem ser encontradas nas tabelas de propriedades termodinâmicas da água de Moran e Shapiro (2006) e Nist Chemistry (2007) para o fluido refrigerante.

Nos processos de cristalização e recristalização da Kahahê, a massa de fluido refrigerante necessária para garantir a eficiência do processo foi determinada a partir da Equação 6 adaptada para o fluxo mássico desses processos.

Para o dimensionamento dos tanques utilizados pela Kahahê, determinou-se a área de troca térmica por meio da Equação 8.

7.3.6 Secagem por atomização

Como já descrito, o processo de finalização do adoçante natural de estévia tem como etapa a secagem a partir de um *spray dryer*. Esse equipamento, exemplificado na Figura 21, tem por princípio a secagem do seu bico atomizador.

Figura 21 – *Spray dryer* industrial



Fonte: GEA (2021)

O dimensionamento do *spray dryer* da Kahahê foi baseado na vazão de entrada velocidade terminal da partícula observada na Equação 15. Essa relação é conhecida como a Lei de Stokes que relaciona o diâmetro, d , de uma partícula e sua velocidade de sedimentação, v . Na equação ρ_p é a massa específica dessa partícula, ρ_f massa específica do fluido, μ a viscosidade do fluido, nesse caso o ar, e g a aceleração da gravidade.

$$v = \frac{g * (\rho_p - \rho_f) * d^2}{18 * \mu} \quad (15)$$

A determinação da área da câmara de secagem, A , pode ser feita a partir dessa velocidade de queda, v , já apresentada e da vazão, q_f , de fluido de entrada que foi especificada a partir dos balanços material e energético. Essa relação é apresentada na Equação 16.

$$A = \frac{q_f}{v} \quad (16)$$

Outra forma de determinar essa área é a partir de um diâmetro já conhecido. A partir da vazão de entrada no *spray dryer* da Kahahê e de acordo com Silva (2013), o diâmetro de uma câmara de *spray dryer* possui aproximadamente 5 metros. Esse valor foi utilizado para o dimensionamento e para garantir uma secagem efetiva, a partir da velocidade de escoamento adequada.

A partir dos parâmetros e da fundamentação de todos os equipamentos da Kahahê apresentados foi possível realizar os cálculos de balanço de massa e de energia e, em sequência, dimensionar tais equipamentos. Esses resultados são apresentados nos itens 8 e 9.

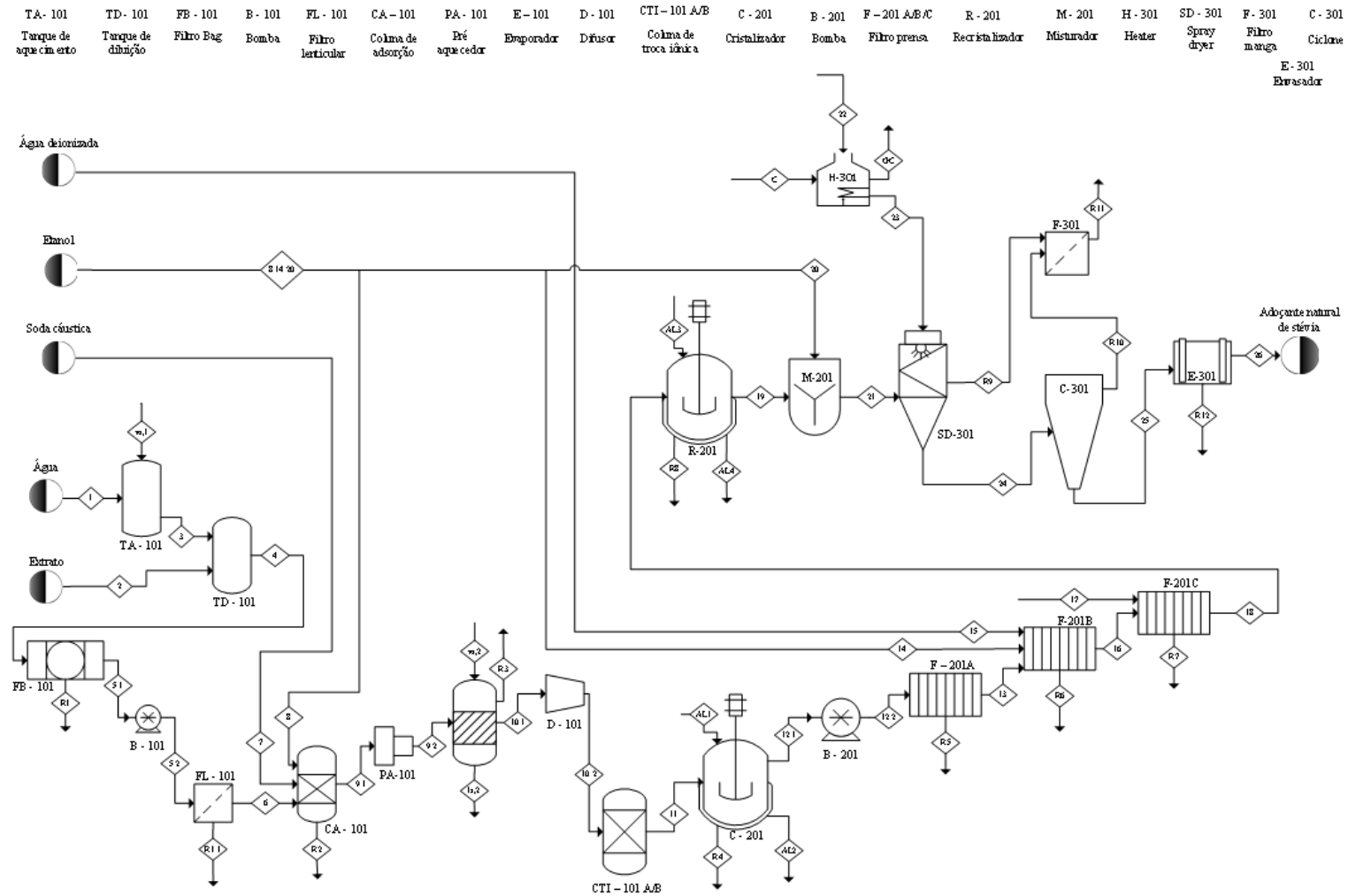
8 BALANÇOS MATERIAL E ENERGÉTICO

Como descrito o processo produtivo é dividido em três setores principais: área externa, área interna e finalização, que engloba desde o aquecimento e diluição da matéria-prima até o armazenamento do produto. A matéria-prima será recebida por meio de caminhões e armazenada em tanques externos, sem que a mesma tenha qualidade prejudicada.

A Kahahê trabalhará 360 dias por ano com uma produção diária dividida em três turnos de 8 horas, produzindo anualmente 3100 toneladas de adoçante natural de estévia.

Para a representação do processo produtivo da Kahahê, com auxílio do *software Visio*, foi desenvolvido o diagrama de fluxo de processos de produção, *Process Flow Diagram*, PFD, apresentado na Figura 22.

Figura 22 – Diagrama de fluxo do processo produtivo da Kahahê



Fonte: Autoria própria (2021)

Os resultados dos balanços de massa e de energia para cada etapa do processo encontram-se nos itens 8.1 a 8.3, e os respectivos valores demonstrados nas tabelas dizem respeito à produção referente a um único turno de processamento.

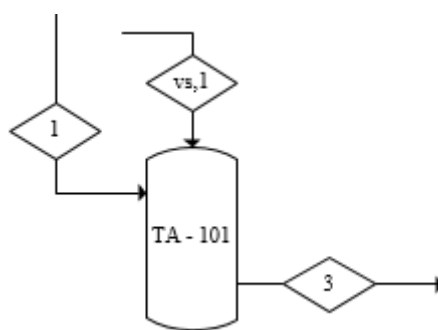
8.3 Área externa

A “área externa” engloba as etapas de aquecimento, diluição, filtração, adsorção, evaporação e troca iônica. Neste setor, os componentes majoritários são extrato, água, etanol, hidróxido de sódio, e os minoritários são somados e denominados “outros”. Todas as informações com os componentes e seus respectivos dados, calculados em relação à quantidade a ser produzida por turno, serão apresentados nas Tabelas 1 a 7. A substância hidróxido de sódio será apresentada nas tabelas como soda, como é comumente conhecida.

O termo “outros” está associado à matéria orgânica e possíveis impurezas contidas no extrato, as quais constituem matérias de não interesse para o processo. De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO) essas podem ser remanescentes das folhas de estêvia e outros compostos do tipo sacarídeos que a planta contém.

No início desse processo, ocorre o aquecimento e a diluição da matéria-prima. Previamente a adição da água aquecida à mistura de extrato, ocorre aquecimento da água de diluição com vapor superaquecido, em um tanque de aquecimento (TA-101), representado na Figura 23. A adição do vapor superaquecido é indicado como corrente vs,1, e garante o aumento da temperatura desse diluente. Essa corrente de vapor encontra-se a 0,58 MPa e 157 °C. A proporção de água e vapor é de 91 e 9%, respectivamente.

Este processo é realizado de modo semi-batelada; inicialmente, há dentro do tanque a carga de água a ser aquecida, e injeta-se o vapor superaquecido que, ao condensar, libera energia para provocar o aumento da temperatura da água. Logo, toda energia advinda do vapor se mantém na forma de entalpia da água aquecida.

Figura 23 – Unidade de aquecimento de água

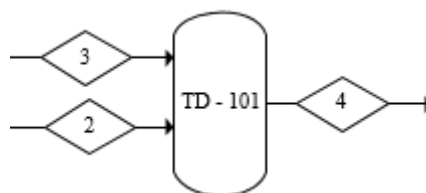
Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 1 – Balanço material e energético da unidade de aquecimento

Número da corrente	1	vs,1	3
Temperatura (°C)	27,00	157,40	85,00
Pressão (MPa)	0,10	0,58	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Extrato	0	0	0
Água	376,11	0	416,61
Etanol	0	0	0
Soda	0	0	0
Vapor	0	40,51	0
Outros	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

A água aquecida é adicionada à corrente 2, que representa a matéria-prima, que por sua vez contém 96% de extrato e 4% de “outros”. O processo de diluição com água pré-aquecida está representado na Figura 24, e ocorre de forma semi-batelada. O extrato se encontra inicialmente a temperatura ambiente e a proporção nessa mistura é 9% de água previamente aquecida (corrente 3) para 91% da corrente de extrato.

Figura 24 – Unidade de diluição e aquecimento

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 2 – Balanço material e energético da unidade de aquecimento

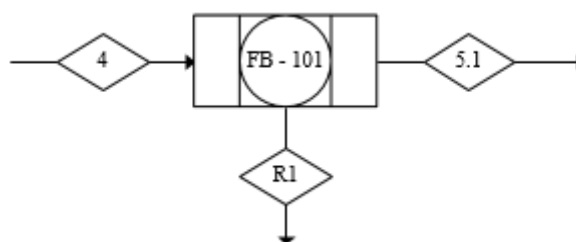
Número da corrente	2	3	4
Temperatura (°C)	27,00	85,00	56,40
Pressão (MPa)	0,10	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Extrato	3493,31	0	3493,31
Água	406,20	416,61	822,81
Etanol	0	0	0
Soda	0	0	0
Vapor	0	0	0
Outros	162,48	0	162,48

Fonte: Autoria própria (2019)

O extrato diluído é encaminhado, pela corrente 4, para o processo de filtração, que é composto por um conjunto de filtros *bag*, apresentado na Figura 25, e lenticulares, Figura 26.

A eficiência do processo de filtração no filtro *bag*, em relação ao extrato, é de 95%. Além disso, a corrente R1 indica a remoção de água contendo extrato que é arrastado, ou seja, perdido.

Devido à queda de pressão no filtro *bag* e para um processo efetivo, como apontado por CrossFilter (2020), utiliza-se uma bomba de deslocamento positivo entre os filtros *bag* e o lenticular, que realiza um trabalho de 1747,71 kJ para aumentar a pressão antes da segunda filtração (de 0,08 até 0,50 MPa).

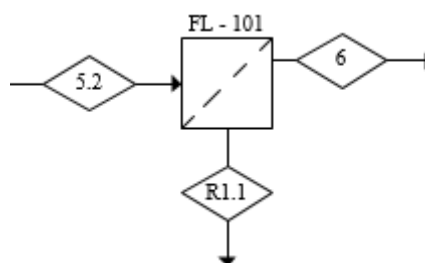
Figura 25 – Filtro *bag*

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 3 – Balanço material e energético do filtro *bag*

Número da corrente	4	R1	5.1
Temperatura (°C)	56,40	54,40	54,40
Pressão (MPa)	0,10	0,08	0,08
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Extrato	3493,31	1,75	3491,57
Água	822,81	33,66	789,15
Etanol	0	0	0
Soda	0	0	0
Vapor	0	0	0
Outros	162,48	48,74	113,74

Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 26 – Filtro lenticular

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 4 – Balanço material e energético do filtro lenticular

Número da corrente	5.2	R1.1	6
Temperatura (°C)	54,40	52,40	52,40
Pressão (MPa)	0,50	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Extrato	3491,57	1,75	3489,82
Água	789,15	75,90	713,25
Etanol	0	0	0
Soda	0	0	0
Vapor	0	0	0
Outros	113,74	112,11	1,62

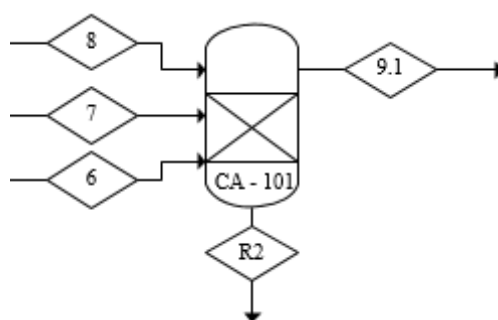
Fonte: Autoria própria (2019)

Posteriormente as filtrações, ocorre o processo de adsorção, representado pela Figura 27. Representado pela corrente 6, o extrato entra na coluna, que possui resinas do tipo zeolíticas. A resina troca carga/adsorvem o extrato, com isso os glicosídeos de esteviol ficam retidos na resina. O extrato nessa etapa é composto por 95% de glicosídeos de esteviol e 5% de matéria orgânica.

Na sequência, ainda na unidade de adsorção, após as resinas adsorverem os glicosídeos, é adicionado etanol, representado na corrente 8, que tem a função de trocar carga com a resina para remover e arrastar os glicosídeos. Esse etanol corresponde a uma solução com 4% de água. A proporção de etanol, de acordo com Santos (2005), é de 30% em relação a carga total de matéria-prima.

Na adsorção, para a retirada total de matéria orgânica, adiciona-se uma solução de 10% de hidróxido de sódio, na proporção 1:1 de carga de extrato: hidróxido de sódio, que corresponde a corrente 7. Essa solução auxilia também na regeneração do leito de adsorção. A corrente de saída, R2, contém a matéria orgânica, etanol e água. Vale destacar que, apesar da Figura 18 indicar a entrada e saída de todas as correntes descritas nessa operação, elas não percorrem a unidade de adsorção simultaneamente.

Figura 27 – Coluna de adsorção



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 5 – Balanço material e energético da coluna de adsorção

Número da corrente	6	7	8	R2	9.1
Temperatura (°C)	52,40	27,00	27,00	27,00	48,40
Pressão (MPa)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)				
Extrato	3489,82	0	0	0	3282,18
Água	713,25	3784,22	50,46	4013,34	534,59
Etanol	0	0	1210,95	36,33	1174,62
Soda	0	420,47	0	420,47	0
Vapor	0	0	0	0	0
Outros	1,62	0	0	0	1,62
Matéria orgânica	0	0	0	207,64	0

Fonte: Autoria própria (2019)

Após o processo de adsorção, o produto purificado consiste em glicosídeos de esteviol. Além disso há água, etanol e outros componentes minoritários, que não foram completamente removidos na adsorção, na corrente 9.1.

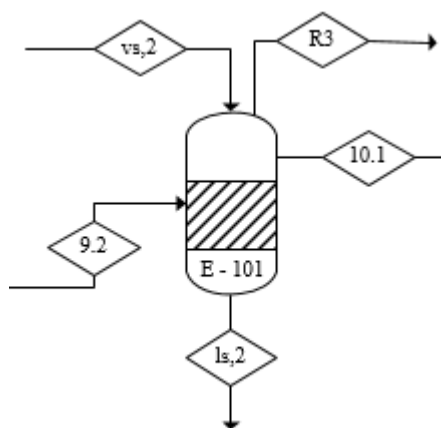
Essa mistura passará pelo processo de evaporação, que se inicia com um pré-aquecedor, seguido pelo evaporador.

No pré-aquecedor há o aumento da temperatura de 48 °C para 65 °C, e a troca de calor é realizada com vapor saturado a 157 °C.

No evaporador há a retirada de água e etanol da corrente 9.2, a partir de vapor superaquecido, vs , que se transforma em líquido saturado, ls .

A partir da temperatura da corrente que entra no evaporador é possível encontrar as frações mássicas da composição da corrente 10.1 através do equilíbrio de fases líquido-vapor (água-etanol), uma vez que os componentes mais voláteis são separados da mistura. Portanto, há um resíduo de solução alcóolica na fase condensada de cerca de 42% de água e 58% de etanol na corrente 10.1 (com base isente de glicosídeos), enquanto a fase vapor gerada é composta de etanol e água, rico em álcool. A unidade de evaporação é representada pela Figura 28.

Figura 28 – Unidade de evaporação



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 6 – Balanço material e energético da unidade de evaporação

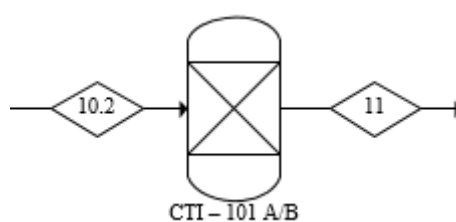
Número da corrente	9.2	vs,2	ls,2	R3	10.1
Temperatura (°C)	65,00	157,40	157,40	65,00	65,00
Pressão (MPa)	0,03	0,578	0,578	0,03	0,03
Componente	Vazão por componente (kg/turno)				
Extrato	3482,18	0	0	0	3282,18
Água	534,59	0	648,66	261,10	689,52
Etanol	1174,62	0	0	355,69	402,91
Soda	0	0	0	0	0
Vapor	0	648,66	0	0	0
Outros	1,62	0	0	0	1,62

Fonte: Autoria própria (2019)

Com objetivo de aumentar a pressão da corrente, ao final desta área de operação de evaporação, há um difusor. Esse equipamento confere aumento de pressão sem variação de energia potencial, trabalho ou transferência de calor. Nessa etapa, a solução é retirada do vácuo e volta a pressão de trabalho normal, o que corresponde a uma variação de pressão de cerca de 69 kPa.

Em seguida, há a entrada da corrente 10.1 na coluna para que ocorra a troca iônica entre a solução de glicosídeo e resinas aniônicas. O processo tem como objetivo clarear a solução de glicosídeos, para que esta possa ser enviada para a área interna. A coloração que é removida da solução de glicosídeos consiste em sólidos solúveis, cuja massa é insignificante para o balanço de massa.

A zeólita empregada na troca iônica é CaX granulada, uma vez que esta é eficiente na clarificação dos glicosídeos e não altera as propriedades iniciais do mesmo. A capacidade de adsorção da zeólita empregada é na razão de 0,4 g de esteviol/g de adsorvente com área superficial específica média de 863 m²/g e densidade aparente de 980 kg/m³. A corrente 11 consiste em um produto de glicosídeos de esteviol concentrado, água e outros, e essa unidade é esquematizada na Figura 29 (MORAES, 1997).

Figura 29 – Unidade de troca iônica

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 7 – Balanço material e energético da unidade de troca iônica

Número da corrente	10.2	11
Temperatura (°C)	35,00	33,00
Pressão (MPa)	0,11	0,11
Componente	Vazão por componente (kg/turno)	
Extrato	3282,18	3282,18
Água	689,52	689,52
Etanol	402,91	402,91
Soda	0	0
Vapor	0	0
Outros	1,62	1,62

Fonte: Autoria própria (2019)

8.4 Área interna

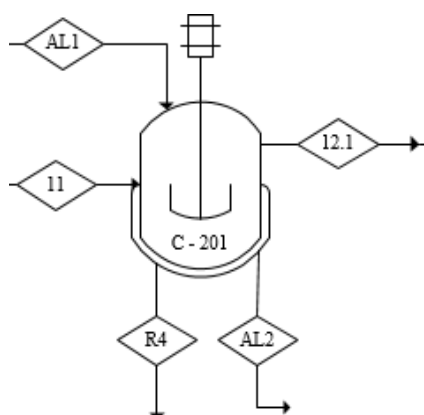
A “área interna” contempla basicamente as operações de cristalização, filtração, lavagem em etanol e água deionizada, secagem e diluição em etanol. Nesse setor serão especificados os termos glicosídeos concentrados – os quais representam os glicosídeos oriundos da troca iônica – água, etanol 96%, água deionizada, vapor e outros. Os dados dos componentes são apresentados nas Tabelas 8 a 13.

Inicialmente, a carga de glicosídeo clarificada, representada pela corrente 11 e proveniente da troca iônica, será cristalizada. Há cristalizadores encamisados destinados a essa operação, os quais possuem pás de agitação que garantem uma troca de calor eficiente. O processo é representado na Figura 30 e é realizado a baixas temperaturas com a utilização de um fluido refrigerante, CO₂.

Durante o processo, cerca de 0,3% de glicosídeos concentrados são perdidos, o que promove uma eficiência próxima a 99%. A corrente 11 entra a 59 °C e deixa a operação a 20 °C.

O fluido refrigerante empregado, CO₂, opera a -20 °C e uma fração vaporizada de 0,85 durante o ciclo refrigerante, o que resulta em uma vazão de 4223 kg/h. Nessa operação, o calor requerido é de aproximadamente 1,5 GJ operando a uma taxa de 282 kW.

Para a limpeza do equipamento, há a injeção de água aquecida, representada pela corrente de água de lavagem, *AL*, a qual removerá os cristais de glicosídeo que ficaram depositados ao longo do equipamento.

Figura 30 – Cristalizador

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 8 – Balanço material e energético do cristalizador

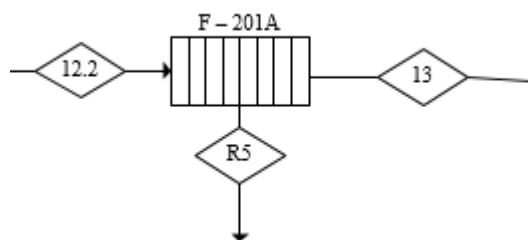
Número da corrente	11	R4	12.1
Temperatura (°C)	33,00	20,00	20,00
Pressão (MPa)	0,11	0,11	0,11
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Glicosídeo concentrado	3282,18	9,85	3272,33
Água	689,52	0	689,52
Etanol	402,91	0	402,91
Água deionizada	0	0	0
Outros	1,62	0	1,62
Ar comprimido	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

A corrente 12.1 composta de glicosídeos concentrados cristalizados é encaminhada para a filtração em um filtro prensa, com o auxílio de uma bomba de deslocamento positivo, já que esta é específica para o deslocamento de líquidos pesados e viscosos, como é a mistura após a cristalização (RZR BOMBAS, 2021).

Há uma variação de pressão de 4895 kPa, e a bomba realiza um trabalho de 22219,02 kJ. Dessa forma, a corrente 12.1 entra no filtro prensa com uma pressão de trabalho de 5 MPa.

Na operação de filtração, mostrada na Figura 31, 70% da água da mistura é retirada através da corrente R5, e juntamente com esta, são perdidos cerca de 0,05% do produto de interesse. A filtração confere uma mistura rica em glicosídeos, representada na corrente 13. Há uma queda de pressão de aproximadamente 5 MPa, que fora atribuída à resistência da torta.

Figura 31 – Filtro prensa

Fonte: Autoria própria (2019)

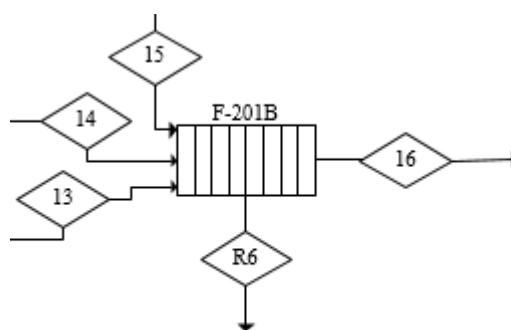
Tabela 9 – Balanço material e energético do filtro prensa

Número da corrente	12.2	R5	13
Temperatura (°C)	20,00	27,00	27,00
Pressão (MPa)	5,00	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Glicosídeo concentrado	3272,33	16,36	3255,97
Água	689,52	482,66	206,86
Etanol	402,91	282,04	120,87
Água deionizada	0	0	0
Outros	1,62	0	1,62
Ar comprimido	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

No filtro prensa, além da filtração convencional, também ocorrem a lavagem da mistura com água deionizada e etanol e sua posterior secagem com ar comprimido. A inserção dessas três operações, não simultâneas, no mesmo equipamento garante que o processo ocorra com menor quantidade de equipamentos, reduzindo os custos fixos.

De acordo com a Figura 32, água deionizada é inserida no filtro prensa por meio da corrente 15 em uma proporção 3:1 em relação à carga proveniente do processo de filtração anterior, como apresentado na Figura 20. Já o etanol, corrente 14, entra com uma razão em torno de 0,2:1 e sua concentração, em massa, é de 96%. A corrente de saída da operação lavagem, R6, é composta por 70% da água deionizada da corrente 15, 30% do álcool e 0,01% de glicosídeos concentrados (CARVALHO, 2019).

Figura 32 – Filtro Prensa

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 10 – Balanço material e energético do filtro prensa

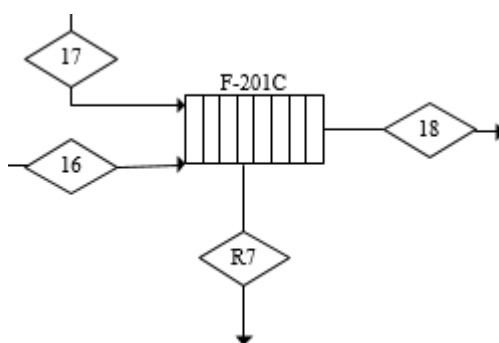
Número da corrente	13	14	15	R6	16
Temperatura (°C)	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Pressão (MPa)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)				
Glicosídeo concentrado	3255,97	0	0	3,26	3252,71
Água	206,86	717,06	0	7529,18	4150,71
Etanol	120,87	17209,55	0	5199,13	12131,30
Água deionizada	0	0	10755,91	0	0
Outros	1,62	0	0	0	1,62
Ar comprimido	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

Após a filtração e a lavagem ocorre a secagem, realizada pela injeção de ar no interior do filtro, apresentado na Figura 33. O ar retira parte do líquido ainda presente na torta formada. Após essa fase, o filtro prensa pode ser aberto para a extração da torta compactada com mínimo índice de umidade para seguir o processo.

Baseado no Climate Data (2020), a uma temperatura de 20,5 °C, considerou-se uma umidade média de 75% da região na qual localiza-se a Kahahê, o que acarreta um consumo de 711791 kg de ar seco para a secagem da torta.

De acordo com a Equação 6 encontra-se a quantidade de calor absorvida pelo ar nesse processo, no valor de 22,8 GJ. Essa operação promove a retirada de 85% da água oriunda da corrente 16 e como consequência do processo, 0,015% de glicosídeo concentrado são perdidos, expresso na corrente R7.

Figura 33 – Filtro prensa

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 11 – Balanço material e energético do filtro prensa

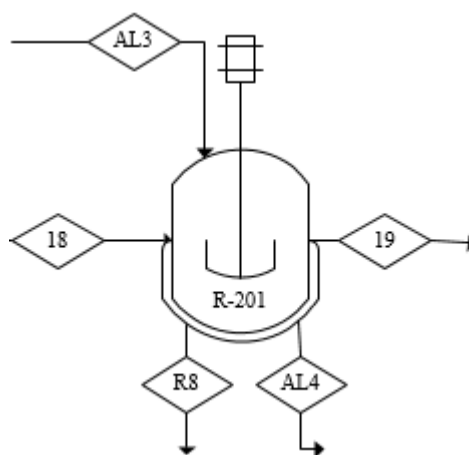
Número da corrente	16	17	R7	18
Temperatura (°C)	27,00	80	27,00	27,00
Pressão (MPa)	0,10	0,4739	0,10	0,11
Componente	Vazão por componente (kg/turno)			
Glicosídeo concentrado	3252,71	0	48,79	3203,92
Água	4150,71	0	3528,10	622,61
Etanol	12131,30	0	12131,30	0
Água deionizada	0	0	0	0
Outros	1,62	0	0	1,62
Ar comprimido	0	711790,93	711790,93	0

Fonte: Autoria própria (2019)

Em seguida a mistura segue para a operação de recristalização. Sua finalidade é assegurar a pureza do produto de interesse da Kahahê. Dessa forma, 99% das impurezas, representadas pelo termo “outros”, e contidas na mistura, são removidas.

A corrente 18 entra no recristalizador a 27 °C e deixa a operação a 20 °C. A retirada de energia do sistema para abaixamento da temperatura é o que garante o processo de recristalização; a energia removida no cristalizador para que ocorra esta queda de temperatura é de 701 MJ. Nesta etapa, O fluido refrigerante, CO₂, opera a -20 °C, sendo necessária uma taxa de aproximadamente 1947 kg/h.

Nessa etapa, 0,03% de glicosídeos concentrado é perdido e, analogamente à cristalização, uma corrente de água aquecida é inserida para a remoção dos resíduos que permanecem no tanque. Esse processo é representado pela Figura 34.

Figura 34 – Recristalizador

Fonte: Autoria própria (2019)

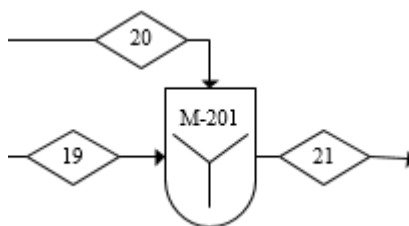
Tabela 12 – Balanço material e energético do recristalizador

Número da corrente	18	R8	19
Temperatura (°C)	27,00	20,00	20,00
Pressão (MPa)	0,11	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Glicosídeo concentrado	3203,92	9,61	3194,31
Água	622,61	0	622,61
Etanol	0	0	0
Água deionizada	0	0	0
Outros	1,62	1,61	0,02
Ar comprimido	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

A corrente 19 é enviada para um misturador, representada pela Figura 35. Esta corrente, rica em glicosídeos e com menor teor de contaminante, será diluída em etanol 96% a uma razão de 0,3:1. O objetivo dessa operação é adequar a concentração da mistura que será inserida na secagem em *spray dryer*. Nessas concentrações e a uma temperatura acima de 140 °C o rendimento da secagem ultrapassa 80% (OLIVEIRA; PETROVICK, 2009).

Figura 35 – Misturador



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 13 – Balanço material e energético do misturador

Número da corrente	19	20	21
Temperatura (°C)	20,00	27,00	20,00
Pressão (MPa)	0,10	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Glicosídeo concentrado	3194,31	0	3194,31
Água	622,61	45,80	668,41
Etanol	0	1099,28	1099,28
Água deionizada	0	0	0
Outros	0,02	0	0,02
Ar comprimido	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019)

8.5 Finalização

A última parte, denominada “finalização”, abrange as etapas de secagem, filtração, envase e armazenamento do produto final. Os componentes presentes nessa área e seus valores são apresentados nas Tabelas 14, 15 e 16.

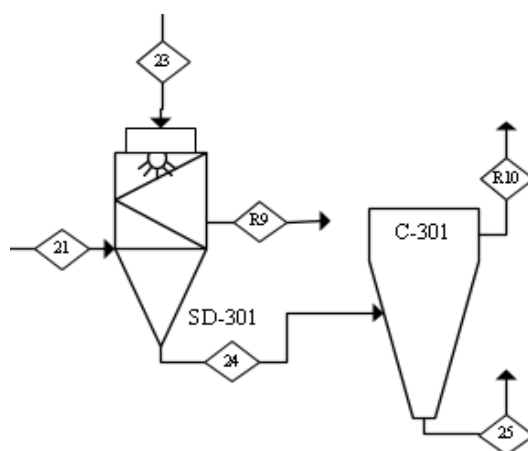
Com a finalidade de atomizar e secar o concentrado de glicosídeos proveniente das etapas anteriores faz-se necessário o uso do *spray dryer*. As especificações do equipamento serão detalhadas no tópico de dimensionamento.

A remoção de umidade é realizada pela passagem de ar quente através do sólido, de forma rápida, tal que a temperatura do material a ser seco não aumente (secagem por atomização do glicosídeo). Dessa forma, são necessários 25522 kg de ar para a remoção de todo o conteúdo de umidade do glicosídeo. A pressão de entrada do ar no *spray* é 1,2 bar e as temperaturas de entrada e saída do ar são, respectivamente, 250 °C e 80 °C (RAMOS, 2016; OLIVEIRA, 2018).

Nesse processo, ocorre a retirada de 99% de umidade (água e etanol), representado pela corrente R9. O tamanho das partículas é obtido durante a secagem e especificado de 250 a 300 μm .

A corrente de *upflow*, R9, carregará o ar úmido, o qual será destinado a uma coluna de lavagem para a retirada do etanol proveniente da corrente e então enviado para tratamento de resíduos. A corrente *downflow* carregará o produto que será separado do ar por um ciclone, representado pela corrente 24. Essa unidade é apresentada na Figura 36.

Figura 36 – Esquema de secagem em unidade *spray dryer*



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 14 – Balanço material e energético do *spray dryer*

Número da corrente	21	23	24	R9
Temperatura (°C)	20	250	48	50
Pressão (MPa)	0,10	0,6	0,12	0,12
Componente	Vazão por componente (kg/turno)			
Glicosídeo concentrado	3194,31	0	3194,31	0
Água	668,41	0,1	6,68	661,73
Etanol	1099,28	0	0	1099,28
Vapor	0	25521,77	0	25521,77
Outros	0,02	0	0,02	0

Fonte: Autoria própria (2019)

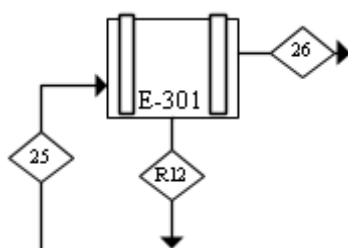
Ressalta-se que o *spray dryer* trabalhará para garantir o valor mínimo da faixa granulométrica da demanda da Kahahê. Em casos no qual a granulometria obtida seja menor que o especificado e, portanto, parte do sólido é arrastado na corrente superior, essa quantidade será retida por uma etapa de controle e reprocessada (lavador e filtro manga). Ou ainda, poderá ser enviada para o lavador de gases contido na saída de *upflow*

do secador, com isso não haverá dispersão de resíduos sólidos no processo de secagem (OLIVEIRA, 2018).

Essa etapa de controle é o filtro manga. A corrente 24, proveniente do processo de secagem, é encaminhada para o filtro manga, com objetivo de reter o produto caso não for escoado no *spray*, ou no ciclone. A corrente de saída do filtro representa aproximadamente 1% de cristais que podem ficar retidos nessa unidade, apresentada na Figura 36, que envolve o *spray dryer*, passagem pelo ciclone e filtro manga.

Na última operação ocorre a separação do produto já finalizado, da corrente 25, que tem como objetivo alimentar o sistema de envase, conforme a demanda da Kahahê. Novamente, uma perda de material pode ocorrer, estimada em no máximo 1% da carga a ser envasada, e está representada pela corrente R12. O envase do material final é representado na Figura 37.

Figura 37 – Envase



Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 15 – Balanço material e energético do envase

Número da corrente	25	26	R12
Temperatura (°C)	48	48	48
Pressão (MPa)	0,11	0,10	0,10
Componente	Vazão por componente (kg/turno)		
Glicosídeo concentrado	3162,37	3130,74	31,62
Água	6,62	6,62	0
Etanol	0	0	0
Ar comprimido	0	0	0
Outros	0,02	0,02	0

Fonte: Autoria própria (2019)

A corrente 26 representa o adoçante natural de estévia, o produto final que será destinado para armazenamento de acordo com as especificações da unidade industrial e do controle de qualidade da Kahahê.

9 DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Neste item serão apresentados o dimensionamento, bem como as especificações dos equipamentos da Kahahê. Para isso, foi levado em consideração os dados do balanço material e energético. A representação dos equipamentos da área externa encontra-se no Apêndices B e área interna e finalização Apêndices C.

As bombas utilizadas foram do tipo deslocamento positivo, uma vez que suporta variação de pressão sem prejudicar no seu desempenho, além da viscosidade não prejudicar o fluxo da bomba. Para garantir a qualidade e segurança do produto, todos os equipamentos da Kahahê são de aço inoxidável.

O tempo das operações unitárias do processo da Kahahê foram estimados de acordo com o projeto e podem sofrer variações diante das condições operacionais. Vale ressaltar que o processo é batelada e opera em turnos durante as 24 horas do dia.

9.1 Área externa

A área externa engloba as etapas de aquecimento, diluição, filtração, evaporação e troca iônica. As especificações dos equipamentos empregados pela Kahahê e suas representações estão dispostas no Apêndice B.

9.1.1 Tanque de Aquecimento

Para adequar a temperatura ideal da água de diluição do extrato, com base nos balanços de massa e energia, determinou-se que o volume necessário para o tanque de aquecimento é de 0,58 m³. Este dado advém do balanço material, que descreve que serão aquecidos 376 kg de água por batelada, e adotou-se uma margem de segurança de 50% do volume de água aquecida a mais para o volume do tanque. A representação e dimensão está presente no Apêndice B.1

9.1.2 Tanque de Diluição

Para a diluição na proporção desejada pela Kahahê, considerando os balanços de massa e energia, será necessário um tanque com volume de 4,45 m³. As dimensões são apresentadas no Apêndice B.2. De forma similar ao tanque de aquecimento, este valor é estimado considerando a carga (em massa) contida no interior da batelada a ser diluída e de sua massa específica.

9.1.3 Filtro *Bag*

Dentro da unidade de filtração, no filtro *bag* é utilizado nylon como elemento filtrante. O filtro escolhido foi o modelo T.FLUX tamanho T2 por ser compatível com a vazão de entrada nessa unidade e suas dimensões estão presentes no Apêndice B.3 (FILBRAX, 2019).

9.1.4 Filtro Lenticular

Nesta segunda etapa de filtração, a partir das Equações 10 e 11 foi determinado que para o total de material previamente diluído, será necessária uma área de 1,27 m² de filtro. Foi possível desconsiderar a resistência da torta, já que na mistura do extrato não há particulado suficiente para influenciar nesse processo e conseqüentemente na área de filtração.

A viscosidade dinâmica, obtida a partir da massa específica e da viscosidade cinemática apresentadas é de $2 \cdot 10^{-3}$ Pa.s. O tempo aproximado de 30 minutos foi adotado, e o volume de filtrado 3,98 m³ e a queda de pressão 400 kPa.

Para filtração lenticular o elemento filtrante é um cartucho totalmente de celulose do modelo *Disc-Pak*, com resistência média de $1,15 \cdot 10^{11}$ m⁻¹ de acordo com Cremasco (2017). Esse modelo corresponde a líquidos com viscosidades leves e médias, como a mistura do extrato diluído da Kahahê. São cartuchos de 12” e com área filtrante de 0,28 m² o que, a partir da área obtida, apresenta a necessidade de no mínimo 5 placas por filtro (CROSSFILTER, 2020).

As dimensões do filtro lenticular estão presentes no Apêndice B.4.

9.1.5 Coluna de Adsorção

Será necessário a utilização de uma coluna de adsorção com um diâmetro de 1,50 m e altura de 3,02 m. Apenas uma coluna será utilizada devido ao pequeno tempo de operação da coluna para finalizar o processo de adsorção, aproximadamente 18 minutos. Como o processo total Kahahê é considerado do tipo batelada, haverá tempo hábil para o processo de dessorção da coluna.

Para preencher a coluna e atingir a quantidade de glicosídeos esperada pelo padrão Kahahê, serão necessários 5,34 m³ de resina. A representação e especificações do equipamento se encontram no Apêndice B.5.

9.1.6 Evaporador

A área de troca térmica necessária é de 3,22 m², valor determinado de acordo com os balanços de massa e energia. O coeficiente global de troca térmica utilizado pela Kahahê foi de 2,50 kW.m⁻².K⁻¹ (ARAUJO, 2012).

A indústria utilizará tubos de aço inox de 50 mm de diâmetro e 2,5 m de comprimento, sendo necessários 657 tubos para a realização adequada da troca térmica (ARAUJO, 2012). A representação e especificações do equipamento se encontram no Apêndice B.6.

9.1.7 Coluna de Troca Iônica

Serão empregadas duas colunas de troca iônica com zeólitas CaX, cuja capacidade de adsorção é de 0,4, área específica média de 863 m²/g e densidade aparente de 980 kg/m³. Dessa forma, para a clarificação da mistura são empregadas 1750 kg de zeólitas CaX, sendo necessário uma coluna de 1 m de diâmetro e 2,27 m de altura. A representação e especificações do equipamento se encontram no Apêndice B.7.

9.2 Área interna

A área interna contempla as operações de cristalização, filtração, lavagem em etanol e água deionizada, secagem e diluição em etanol. As especificações dos equipamentos empregados pela Kahahê e suas representações estão dispostas no Apêndice C.

9.2.1 Cristalizador

Para o processo de cristalização da Kahahê serão empregados cristalizadores encamisados com pás de agitação. O fluido refrigerante dessa operação será o CO₂. Para que a cristalização ocorra de forma eficiente, a área necessária é de 2,54 m². O coeficiente global de troca térmica utilizado pela Kahahê foi de 2,40 kW.m⁻² K⁻¹.

A Kahahê empregará dois equipamentos de 2,85 m de altura, com diâmetro de 1,42 m cujas especificações e representação estão dispostas no Apêndice C.1. O volume foi determinado a partir da carga contida em cada cristalizador, e da massa específica da solução a ser cristalizada.

9.2.2 Filtro Prensa

Para a filtração, o equipamento empregado na Kahahê é o filtro prensa TECITEC modelo TTI-FP1 automático, que dispõe de uma área de filtração de 87,39 m² divididas em 59 placas de 1,49 m² de área filtrante por placa (TECITEC, 2020).

A área é obtida pela mesma relação do filtro lenticular, Equação 10. Porém, no caso do filtro prensa há uma grande, compacta, e intencional, formação de torta, por isso a resistência dessa não é desconsiderada. A resistência do meio é de $6,36 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}$ e da torta $2,5 \cdot 10^{12} \text{ m/kg}$ (ROCHA, 2014).

As dimensões do filtro podem ser observadas no Apêndice C.2.

9.2.3 Recristalizador

Análogo ao cristalizador, utilizou-se como fluido refrigerante o CO₂, e coeficiente de troca térmica de $2,40 \text{ kW.m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. A área necessária para a troca térmica de acordo com o balanço mássico e energético é de 1,25 m². A representação e especificações estão apresentadas no Apêndice C.3.

9.2.4 Misturador

Para a alimentação do *spray dryer* é necessário a mistura entre glicosídeos e o etanol, essa mistura é feita em um tanque com diâmetro de 1,5 m e altura de aproximadamente 3 m. Esses valores são determinados a partir da Equação 9 e conseqüentemente do volume da mistura, tais dados são apresentados no Apêndice C.4.

9.3 Finalização

A finalização é composta por secagem por *spray dryer* e envase. As especificações dos equipamentos empregados pela Kahahê e suas representações estão dispostas no Apêndice C.

9.3.1 *Spray dryer*

A partir da comparação efetiva do estudo de Silva (2013), e do processo da Kahahê, utilizou-se 5 metros de diâmetro para a câmara de secagem. Com isso obteve-se uma área de 19,6 m² e uma velocidade de escoamento que é extremamente alta quando

comparada a velocidade terminal da partícula e, com isso, é possível garantir que o sólido seco será, de fato, escoado junto com corrente de ar.

9.3.2 Envase

Esse processo será realizado por envasadoras automáticas dos tipos: envasadora para granulados FERPLAST, quando se tratar dos sacos de 10 e 25 kg e envasadora de parafuso NTE *Process*, quando se tratar de sacos de 500 g e sachês (VIRTUALEXPO GROUP, 2021).

10 UTILIDADES

Além do dimensionamento dos equipamentos que envolvem a produção de adoçante natural de estévia, um setor essencial e determinante para a eficiência do processo é o de utilidades. Essas são usadas para transferência de energia para o processo, seja na forma de vapor, ar, água, energia elétrica, fluidos refrigerantes, entre outros (PROCKNOR, 2004).

Na Kahahê as principais utilidades envolvidas são o vapor de água e o fluido refrigerante R-744, CO₂. As operações de cristalização e recristalização são as que utilizam o gás carbônico como fluido que irá retirar calor da solução de glicosídeos para assim cristalizá-los. Para que esse sistema ocorra de forma efetiva é necessário um abastecimento de CO₂ constante, que trabalha em circuito fechado (CHILLER REFRIGERAÇÃO, 2020).

Para esse processo, que exige no máximo 290 kW de troca térmica, será usada uma unidade fixa de refrigeração do modelo *Easycool*, Figura 38, adaptada para o R-744. Esse possui capacidade de resfriamento entre 160 a 1060 kW, grande eficiência de refrigeração, além de sistema automático e ainda, trata-se de uma unidade fechada o que auxilia na segurança do ambiente (AQUATECH, 2021).

Figura 38 – Sistema de refrigeração a *Easycool*

Fonte: Aquatech (2021)

O aquecimento da água de diluição, a unidade de evaporação e as secagens (ar previamente aquecido) são as operações que utilizam o vapor. Para a unidade de evaporação e secagem o vapor atua como utilidade. Já para o aquecimento, o vapor é um componente da operação pois é injetado diretamente no sistema. O vapor saturado é o principal produto de uma caldeira, independente do seu tipo. O consumo de vapor da Kahahê é de aproximadamente 54,5 t/h (BOTELHO, BIFFANO, 2015).

A partir dessa quantidade de vapor optou-se por uma caldeira híbrida com parte aquatubular e outra flamotubular. A configuração mista utiliza a combustão das caldeiras flamotubulares com as paredes dos tubos de água, característica das caldeiras aquaflamotubulares. Dessa forma, compila as vantagens dos diferentes modelos em apenas um sistema. Essa configuração garante a eficiência energética constante e necessária para o abastecimento de vapor no processo da Kahahê (ADQ, 2021).

Além disso, o circuito de operação da caldeira é fechado, exceto o vapor de aquecimento inicial. Dessa forma, o líquido retorna como condensado para o sistema da caldeira geral. O tanque de condensado da Kahahê será isolado do ambiente externo. Assim, é possível reaproveitar a energia residual do líquido. A caldeira produzirá vapor a 280 °C e 6 atm para atender as necessidades do processo e contará com sistemas, como difusores, para controle de parâmetros dos equipamentos.

O abastecimento da caldeira da Kahahê será feito com biomassa, bagaço de cana-de-açúcar. A escolha do combustível se deu devido à preocupação com a situação da matriz energética brasileira e a eficiência comprovada do bom desempenho da biomassa

como fonte de energia, o que vai ao encontro dos valores da Kahahê. Além disso, o bagaço de cana-de-açúcar é abundante na região em que a empresa está localizada devido à presença de usinas sucroalcooleiras. Para garantir a quantidade de vapor necessária, será consumido aproximadamente 28 toneladas de bagaço de cana-de-açúcar por hora, que geram 54,5 toneladas de vapor no do mesmo intervalo (SILVA, MOURA, 2021).

A Kahahê tratará a água do sistema segundo as orientações do fabricante com o objetivo de evitar incrustações e corrosões no sistema, além de aumentar a eficiência de geração de vapor e evitar falhas operacionais. Dessa forma, o sistema de utilidades da Kahahê garantirá seu abastecimento integral. Além disso, com as projeções futuras de desenvolvimento de novos produtos e negócios, será possível abastecer a unidade e traçar parcerias de fornecimento de utilidades para parceiros.

11 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Em consonância à missão e aos valores da Kahahê, o efluente gerado durante o processo industrial será devidamente tratado e destinado, respeitando o meio ambiente, a natureza e a sociedade como um todo.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, estabelece normas de lançamento de efluentes em corpos hídricos. Para o descarte, o mesmo deve se enquadrar em faixas específicas de temperatura e pH determinadas pela resolução do CONAMA nº357 de 2005, além de possuir as características especificadas quanto a odor, sabor e reduções de DBO e DQO determinadas pela resolução N° 430/2011.

A Kahahê lançará seus efluentes diretamente no corpo hídrico do Ribeirão de Aquidaban, o qual é classificado como Águas doces classe II e, para isso, adequará todas as condições estabelecidas pela resolução atendida.

Outro parâmetro analisado pelos testes periódicos realizados pela Kahahê, trata-se do nitrogênio total dissolvido e quantidade de fósforo total presente no efluente. Dessa forma, a empresa respeitará a legislação vigente, revisto pela resolução 357/05 de forma que não se comprometa o ecossistema do corpo hídrico, assim como aquilo que o rodeia (BRASIL, 2011; BRASIL, 2017).

Com a finalidade de enquadrar-se à legislação vigente, a Kahahê fará o tratamento dos seus efluentes de forma física e biológica. O tratamento físico removerá os sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes, além de remover a matéria orgânica

em suspensão coloidal. O processo biológico adequará a matéria orgânica dissolvida na solução por meio da adição de microorganismos (DIAS, 2013).

Inicialmente, os resíduos – provenientes da lavagem das colunas de adsorção, resinas de troca iônica e lavagem geral dos equipamentos – serão encaminhados para um tanque de equalização. Nesse momento, o pH será modificado de forma a se adequar à legislação. Uma vez que a carga esteja homogeneizada, há uma regulação facilitada da quantidade de produtos químicos a serem inseridos nas etapas subsequentes, e também uma menor necessidade de tanques e equipamentos posteriores, gerando economia no processo de tratamento. Além disso, para que haja uma maior eficiência no processo de equalização, o tanque contará com o auxílio de um agitador flutuante submerso do tipo hélice (AGETEC, 2019).

Em seguida, partículas sólidas em suspensão serão removidas por gradeamento. Nessa operação, fragmentos com dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras das grades ficam retidas. Na Kahahê, as grades empregadas serão finas, com dimensões em uma faixa de 0,5 a 1 cm, uma vez que, durante o processo produtivo, não há a formação de materiais sólidos com dimensões superiores que exijam a inserção de grades maiores. Essa é uma etapa cuja finalidade é preservar os corpos receptores e, também, o bom funcionamento dos acessórios da estação de tratamento, como bombas, válvulas e tubulações (GIORDANO, 2004).

Devido à presença de material orgânico proveniente dos edulcorantes da planta estévia, empregar-se-á o tratamento biológico. Esse tratamento reproduz em um tempo hábil para a realidade produtiva da empresa a autodepuração que ocorre na natureza. Para isso, a matéria orgânica dissolvida será empregada como substrato para microorganismos autotróficos e heterotróficos. Tais seres produzem flocos biológicos, chamados de lodo, de maior densidade quando comparados à água, podendo ser facilmente separados, sendo o primeiro tipo responsável por remover a matéria nitrogenada, enquanto que o segundo realiza a degradação da matéria oxigenada (DIAS, 2013).

A Kahahê contará com uma lagoa aerada seguida de uma lagoa aerada facultativa, a qual garantirá que o limite exigido pela legislação seja atingido obtendo uma redução de 80% da DBO. Inicialmente, o efluente conta com uma DBO em torno de 1062 mg/L e, após o tratamento, esta variável passa a ser de 212, aproximadamente. (GIORDANO, 2004).

Em busca de otimização do processo de tratamento de resíduos e da prospecção de lucro, o excedente do lodo proveniente das lagoas biológicas será vendido para

industriais locais de ração animal. Tal fato é possível devido à ausência de toxicidade no material, além da significativa carga orgânica proveniente do processo, característica imprescindível à nutrição animal.

12 LAYOUT

O *layout* da Kahahê foi fisicamente arranjado de maneira que o deslocamento de pessoas, equipamentos, maquinários e matérias sejam mínimos e dispostos de maneira harmônica. Visando a melhoria de fluxo, as áreas de estoque do produto e carregamento e expedição estão localizados nas áreas periféricas da unidade.

De acordo com a NR 13, a caldeira foi alocada respeitando a distância de 3 metros de qualquer instalação, afastada da área administrativas e de circulação de funcionários, dispondo de duas saídas desobstruídas e amplas. Além disso, seu espaço exibido no *layout*, abrange também com o armazenamento de bagaço. Com base nesses fatores, o layout da unidade industrial está presente no Apêndice D.

13 ANÁLISE FINANCEIRA

Como apresentado, o mercado de estêvia possui projeções de crescimento positivas, como o aumento de exportações e taxa de crescimento CAGR de 8,43%. Além dessas projeções, faz-se necessário avaliar financeiramente um negócio, não somente a partir do mercado, bem como seu processo produtivo, gastos, insumos e viabilidade do produto.

A análise financeira é fundamental para a empresa conhecer sua situação e tomar medidas de forma a sanar dificuldades, promovendo seu crescimento. Também é fundamental para que investidores, governo, clientes, parceiros e fornecedores conheçam financeiramente a empresa (SOUZA, 2010).

Uma aplicação de recurso financeiro em um negócio, requer a análise de rentabilidade. E ainda, se essa rentabilidade é suficiente, na opinião do investidor, para compensar os riscos e o trabalho que o empreendimento gera. Por essa razão, foram levantadas as principais técnicas de análise de investimento para a Kahahê e a avaliação de viabilidade, econômica e financeira. Sendo elas: Custos Fixos e Variáveis, Capital de Giro, Demonstração de Resultados do Exercício, Ponto de Equilíbrio, Fluxo de Caixa, Taxa Mínima de Atratividade e *Payback* (PIERI, 2020).

13.1 Custos Fixos

Os custos fixos são independentes da produção, mantêm-se constantes, qualquer que seja o nível de atividade. Diferente do custo variável, em que o custo varia de acordo com o volume de vendas e da produção (VEIGA,2016).

Os custos com equipamentos e infraestruturas administrativa considerados para o projeto da Kahahê estão apresentados no Apêndice E.1. Os valores dos equipamentos foram baseados em cotação com possíveis fornecedores e pesquisas de campo.

Tais custos considerados abrangem todos os equipamentos para a produção, infraestrutura das utilidades, máquinas, instalações elétricas e toda a construção além das instalações industriais como bombas, válvulas, medidores. Além disso, foi considerada a estação de tratamento de efluentes e a infraestrutura administrativa.

Como mencionado no tópico Localização, a implantação da Kahahê em Marialva-PR se deve a contemplação a mesma com o terreno de 33.000 m² doados pelo Programa Marialva Mais Empreendedora.

13.2 Custos Variáveis

São custos que variam de acordo com a produção, quanto maior o volume produzido, maior será o consumo de matéria-prima. Os custos variáveis da Kahahê estão presentes no Apêndice E.2, onde são considerados as utilidades e insumos consumidos durante o processo produtivo.

13.3 Investimentos

O investimento inicial de uma empresa pode ser definido como o montante financeiro necessário para que um empreendedor tire o seu projeto do papel e o torne realidade. Em outras palavras, representa quanto de dinheiro é preciso ter para que um negócio comece, efetivamente, a funcionar (JÚNIOR, 2021).

De modo semelhante, o capital de giro se resume no recurso utilizado para que sua empresa opere, compre materiais para venda, estoque, valor destinado ao pagamento de funcionários, contas fixas, variáveis, e também uma reserva para uma eventual emergência (JÚNIOR, 2021).

Desse modo, o investimento para a Kahahê, que contempla os equipamentos, mobilidade, infraestrutura, pessoas e taxas totaliza em um valor de R\$ 115.172.143,24.

13.4 Financiamento

O valor total a ser financiado será de R\$ 86.379.107,43, o que compreende o capital de giro somado ao investimento, 25% desse valor será investido por sócios e o demais será financiado pelo programa do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES).

Portanto, o valor de R\$ 86.379.107,43 será pago em quinze anos, com um tempo de carência não amortizado de seis meses, no sistema de amortização constante (SAC) a uma taxa de 3% a.a.. Na Tabela 16 está disposto o cálculo do financiamento realizado pela Kahahê, contendo a amortização, saldo devedor, juros e parcela paga por ano.

Tabela 16 – Financiamento

Ano	Parcela		Juros		Amortização		SD
1	R\$	4.301.536,63	R\$	2.564.710,08	R\$	3.022.938,60	R\$ 1.124.556.936,04
2	R\$	8.468.876,39	R\$	2.422.999,18	R\$	6.045.877,21	R\$ 976.409.168,72
3	R\$	8.289.947,22	R\$	2.244.070,01	R\$	6.045.877,21	R\$ 903.858.642,25
4	R\$	8.111.018,05	R\$	2.065.140,84	R\$	6.045.877,21	R\$ 831.308.115,79
5	R\$	7.932.088,88	R\$	1.886.211,67	R\$	6.045.877,21	R\$ 758.757.589,32
6	R\$	7.753.159,71	R\$	1.707.282,50	R\$	6.045.877,21	R\$ 686.207.062,85
7	R\$	7.574.230,54	R\$	1.528.353,33	R\$	6.045.877,21	R\$ 613.656.536,38
8	R\$	7.395.301,37	R\$	1.349.424,16	R\$	6.045.877,21	R\$ 541.106.009,91
9	R\$	7.216.372,20	R\$	1.170.494,99	R\$	6.045.877,21	R\$ 468.555.483,44
10	R\$	7.037.443,02	R\$	991.565,82	R\$	6.045.877,21	R\$ 396.004.956,97
11	R\$	6.858.513,85	R\$	812.636,65	R\$	6.045.877,21	R\$ 323.454.430,51
12	R\$	6.679.584,68	R\$	633.707,48	R\$	6.045.877,21	R\$ 250.903.904,04
13	R\$	6.500.655,51	R\$	454.778,31	R\$	6.045.877,21	R\$ 178.353.377,57
14	R\$	6.321.726,34	R\$	275.849,14	R\$	6.045.877,21	R\$ 105.802.851,10
15	R\$	6.142.797,17	R\$	96.919,97	R\$	6.045.877,21	R\$ 33.252.324,63
Total	R\$	106.583.251,56	R\$	20.204.144,13	R\$	87.665.219,48	R\$ 8.192.187.389,52

Fonte: Autoria própria (2021)

Para o faturamento da receita líquida anual, por se tratar de uma indústria alimentícia, incidem-se na receita bruta os seguintes tributos: Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), Programa de Integração Social (PIS).

Ainda incidem sobre o lucro líquido os tributos: Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ), Adicional do Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (ADIRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSSL), obtendo por fim o lucro.

Os valores dos respectivos tributos incidentes então apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Tributos fixos da receita bruta e lucro líquido

Tributos	Taxa
ICMS	27,00%
PIS	0,65%
COFINS	3,00%
IRPJ	15,00%
ADIRPJ	10,00%
CSSL	9,00%

Fonte: Autoria própria (2021)

13.5 Demonstração de Resultados do Exercício

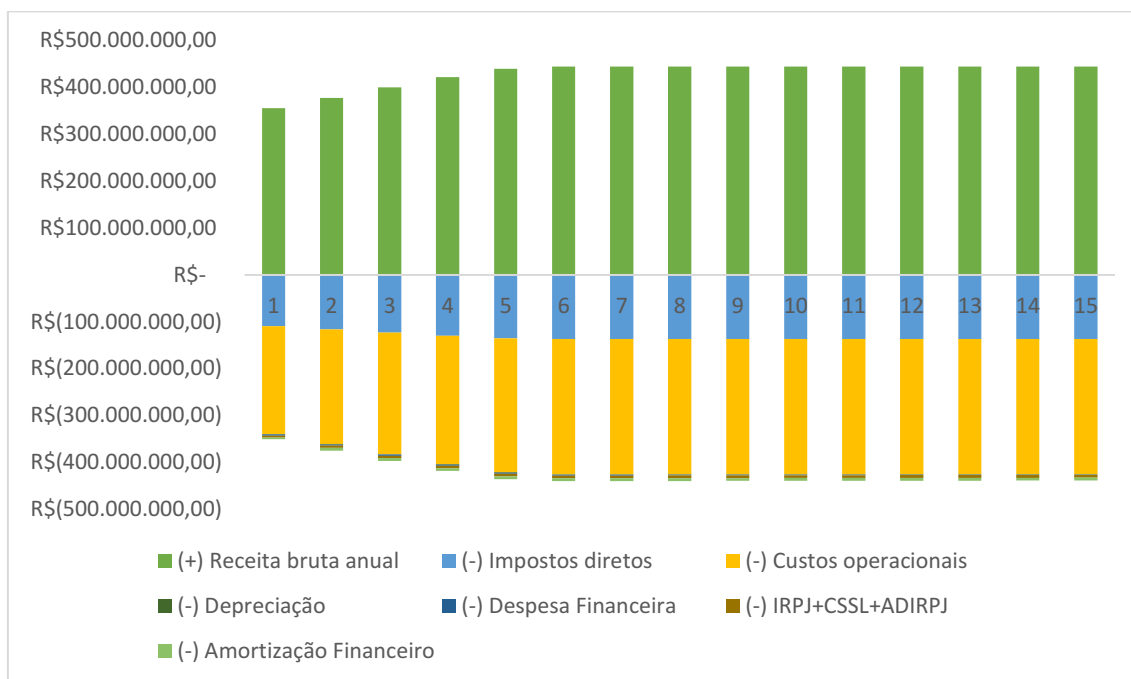
A partir de análise do financiamento e dos juros apresentados, foram detalhados receita anual, custos, lucro antes e após os impostos. Esse detalhamento é conhecido como Demonstração de Resultados do Exercício, DRE. De modo geral, trata-se de um resumo financeiro da empresa (SEBRAE, 2017).

Para essa avaliação, considerou-se, também, uma variação da capacidade de produção do adoçante natural, que variou entre 80 a 95% nos 4 anos iniciais, 99% no quinto ano e a partir do sexto 100% da sua capacidade projetada.

Na DRE são considerados a receita bruta anual e custos operacionais, os quais estão conectados ao preço de venda e de produção do adoçante natural de estévia, impostos diretos, depreciação dos equipamentos, máquinas e instalações, despesas com investimentos, outros impostos e amortização financeira. Essa análise e seu resultado, o fluxo de caixa da empresa, podem ser observados no Apêndice E.3.

A DRE da Kahahê mostra um alto potencial econômico, com um valor de EBITDA próximo a 16 milhões. Tal indicador exhibe o lucro antes de considerar alguns impostos, amortização e depreciação. Esse valor, entre outros exibidos na DRE, coloca a empresa no ranking das 1500 empresas bem sucedidas do país, por volta da posição 1480 acerca de empresas do ramo de alimentos do estado do Paraná. Com isso é possível observar o potencial econômico, justificado pelas projeções de crescimento desse mercado (EMPRESAS MAIS, ESTADÃO, 2020).

Na Figura 39 é possível observar o comportamento financeiro da Kahahê.

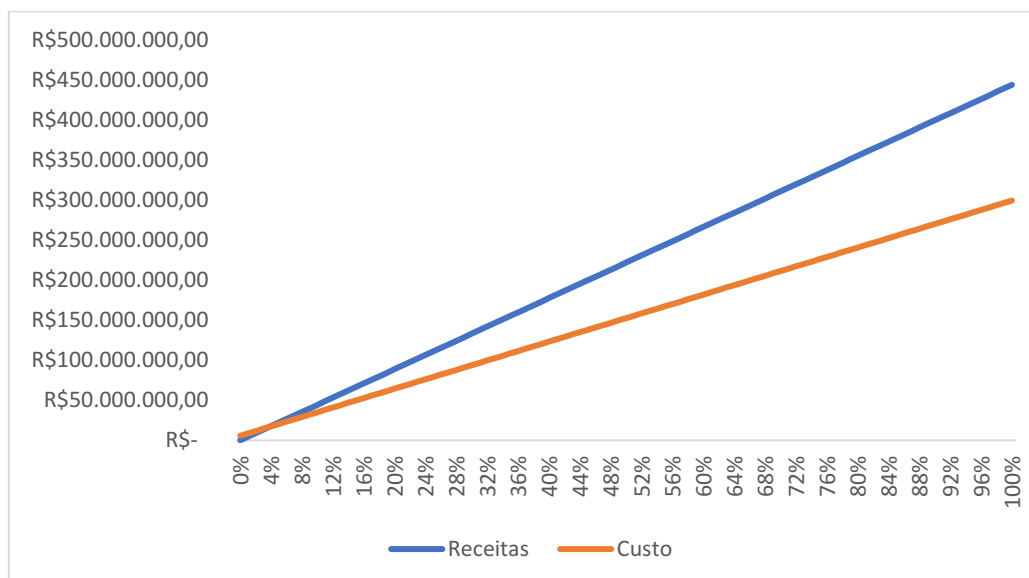
Figura 39 – Análise DRE e fluxo de caixa Kahahê

Fonte: Autoria própria (2021)

13.6 Ponto de Equilíbrio

Ponto de equilíbrio é um indicador de gestão financeira que identifica qual a taxa de produção mínima necessária para que um empreendimento tenha fundos suficientes para cobrir os investimentos fixos e variáveis sem que haja prejuízo. A partir do momento em que a produção ultrapassar esse ponto, é possível obter lucros com o empreendimento em questão (SEBRAE, 2021).

Para essa análise, variou-se a porcentagem de produção da Kahahê linearmente de 0% a 100% e identificou-se quais seriam os custos e as receitas em cada percentual. A intercepção das retas de custo e receita indicam o ponto de produção mínima para que os custos sejam cobertos e não haja prejuízo. Para a Kahahê esse valor é de 3,80%, conforme indicado na Figura 40.

Figura 40 – Avaliação ponto de equilíbrio

Fonte: Autoria própria (2021)

O baixo índice de produtividade necessário é devido aos baixos custos de processo da Kahahê, indicando a alta viabilidade do negócio que conta com uma elevada receita.

13.7 Indicadores de gestão financeira

A taxa mínima de atratividade, TMA, é um indicador de viabilidade financeira de um empreendimento. Ela leva em consideração o risco do negócio, a liquidez e o custo de oportunidade, com isso informa o mínimo de retorno aceitável para um investimento anualmente. O risco do negócio relaciona os ganhos financeiros de um empreendimento com seus possíveis riscos envolvidos. A liquidez representa a velocidade em que um ativo pode ser convertido em caixa. Já o custo de oportunidade corresponde ao custo de renunciar uma oportunidade de investimento (CAPITAL, 2019).

Para a Kahahê, considerando a taxa básica de juros da economia, SELIC, em 2,75% ao ano, um risco mínimo de 5% e liquidez de 5%, foi possível estimar a TMA em 12,75% ao ano.

Além disso, é possível avaliar o valor presente líquido. Esse indicador apresenta o fluxo de caixa no momento presente descontado dos investimentos do negócio. Para a Kahahê, o valor presente líquido resultou em R\$ 1.366.956,16, um valor positivo, indicando a viabilidade da empresa (SEBRAE, 2019).

A taxa interna de retorno, TIR, é um indicador financeiro que contribui com a análise financeira de um empreendimento. Ele estima a renda anual ao considerar as projeções financeiras futuras. Para a Kahahê, a TIR resultou em 13,59%. Como a taxa mínima de atratividade é inferior à taxa interna de retorno, novamente, a Kahahê apresenta-se financeiramente viável (SEBRAE, 2019).

13.8 Payback

Payback representa o tempo necessário para que os investimentos iniciais sejam igualados aos rendimentos acumulados, ou seja, tempo necessário para a recuperação do capital investido. Para a Kahahê, o retorno do investimento ocorre no sétimo ano de operação da planta e seu cálculo está representado na Tabela 18 o qual considera o Valor Presente Líquido, VPL, e compara o *payback* no ponto anterior com o do ponto atual (SEBRAE, 2019).

Tabela 18 – Payback

Ano	(=) Fluxo de Caixa	Valor presente	Payback
0	-R\$ 28.793.035,81	-R\$ 25.537.060,59	-R\$ 25.537.060,59
1	R\$ 5.369.497,25	R\$ 4.762.303,54	-R\$ 20.774.757,04
2	R\$ 2.907.624,92	R\$ 2.578.824,76	-R\$ 18.195.932,28
3	R\$ 3.493.255,25	R\$ 3.098.230,82	-R\$ 15.097.701,46
4	R\$ 4.078.885,58	R\$ 3.617.636,88	-R\$ 11.480.064,58
5	R\$ 4.571.008,50	R\$ 4.054.109,54	-R\$ 7.425.955,04
6	R\$ 4.782.609,17	R\$ 4.241.781,97	-R\$ 3.184.173,08
7	R\$ 4.900.702,42	R\$ 4.346.521,00	R\$ 1.162.347,92
8	R\$ 5.018.795,67	R\$ 4.451.260,02	R\$ 5.613.607,94
9	R\$ 5.136.888,93	R\$ 4.555.999,05	R\$ 10.169.606,99
10	R\$ 5.254.982,18	R\$ 4.660.738,08	R\$ 14.830.345,07
11	R\$ 5.373.075,43	R\$ 4.765.477,10	R\$ 19.595.822,17
12	R\$ 5.491.168,68	R\$ 4.870.216,13	R\$ 24.466.038,30
13	R\$ 5.609.261,94	R\$ 4.974.955,15	R\$ 29.440.993,45
14	R\$ 5.727.355,19	R\$ 5.079.694,18	R\$ 34.520.687,63
15	R\$ 5.845.448,44	R\$ 5.184.433,21	R\$ 39.705.120,84

Fonte: Autoria própria (2021)

14 ESTRATÉGIAS DE MARKETING

A Kahahê mostrou-se uma organização com alto potencial de implantação. Desde o início, visou ser uma empresa com postura empreendedora diante do negócio, sinergia com parceiros e clientes, a saúde dos consumidores e a sustentabilidade de seu produto. Diante disso, mostra a acessível aproximação a um cenário em alta que é o de Meio Ambiente, Social e Governança (*Environment, Social e Governance* – ESG). Essa proximidade é importante não só para a organização, mas como fator de decisão para investimentos e conquista de clientes (MENDES, 2021).

Outra estratégia para aproximação aos clientes é a partir de engajamento em redes sociais. Quando se trata do público-alvo da Kahahê, como os consumidores que visam novos hábitos alimentares, o tipo de comércio é de B2C – *Business to Costumer* – ou seja, venda direta para o consumidor final. Essa pode ser em formato *e-commerce*, o que demanda uma aproximação ao cliente, amplamente feita por redes sociais (STARTSE, 2021).

Já para o público-alvo que envolve supermercados, lojas de produtos naturais, indústrias que utilizam adoçante natural de estévia em suas preparações e, ainda, possíveis exportações, o comércio trata-se de B2B – *Business to Business*. Essa venda é feita de uma empresa para outra, e a aproximação pode ser feita em outros formatos a partir do setor comercial da empresa (STARTSE, 2021).

Para ambos os casos a logística de produtos é a mesma, assim como a apresentação visual das embalagens do produto. Desenvolveram-se modelos iniciais, para a embalagem do adoçante natural de estévia, de acordo com as quantidades: 0,7 g (que podem ser agrupados em caixas com 50 unidades), 500 g, 10 kg, 25 kg e para possíveis transportes em *bags* ou a granel. Essas estão presentes nas Figuras 41 e 42, e as demais podem ser observadas no Apêndice F.

Figura 41 – Frente da embalagem de 500 g



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 42 – Verso da embalagem de 500 g



Fonte: Autoria própria (2021)

Essas embalagens foram desenvolvidas visando, em sua frente, o principal foco para os vários tipos de alimentos cuja estévia pode ser consumida. As folhas são exibidas ao fundo para uma menção à planta. Além disso, foi baseada nas cores do logotipo da empresa que remetem ao meio ambiente e ao bem-estar, como um atrativo para o cliente (LOFGREN, 2019).

No verso da embalagem, contêm ingredientes, valores nutricionais e, novamente, uma forma de aproximação ao cliente, como o texto e a etiqueta de “100% stévia”. Vale ressaltar que na embalagem trata-se o produto como “stévia” como uma estratégia, a qual envolve a utilização de palavras em inglês e nas quais o mercado já está familiarizado (MADALOZO, 2012) (PURECIRCLE, 2019).

A relação do produto e quantidade respectiva de embalagens varia de acordo com a demanda e com a produção. Porém, esse valor faz-se de um bom indicativo tanto para programações de turno, quanto para estratégias mensais de vendas.

Caso a Kahahê produzisse apenas para venda em supermercados, na opção de 500 g, por exemplo, precisaria de aproximadamente 6300 embalagens por turno, o que possivelmente sobrecarregaria esse tipo de envasadora. Em contrapartida, caso dividisse sua produção entre os diferentes tipos de embalagens, em um caso hipotético, poderia ter o cenário por turno de: 13 mil caixas de sachês, 3 mil sacos de 500 g, 47 sacos de 10 kg e 18 de 25 kg. Além da possibilidade de alcançar mais clientes.

Esses valores, atrelados às estratégias de vendas, são formas que auxiliam no controle do processo, nos planejamentos cascadeados que envolvem o envase e, conseqüentemente, as demais operações. Além disso, são oportunidades de análises futuras que envolvem a produção de adoçante natural de estévia.

15 CONCLUSÃO

A Kahahê foi apresentada, através de sua missão, valores, visão e ainda sua organização interna. Com essa base, a empresa pautará seus objetivos e encargos na sustentabilidade, através da sinergia e da postura empreendedora, pautada na ética, para assim tornar-se referência no Brasil.

Os fundamentos para a localização da empresa foram apresentados e com isso escolheu-se a cidade de Marialva, que além de possuir um programa que proporciona incentivos fiscais, localiza-se próxima a Universidades, o que permite a realização de parcerias para aperfeiçoamentos e inovações do processo industrial.

As análises ambientais, mercadológicas e em relação a saúde dos consumidores pautam a viabilidade e benefícios que a Kahahê estará envolvida. A produção do adoçante natural de estévia possui menor impacto ambiental em comparação ao açúcar e é economicamente viável devido ao alto crescimento desse mercado e a um CAGR de 8,43 %.

O processo produtivo da Kahahê foi dividido em três grandes áreas para logística e organização. De forma resumida, o extrato recebido passará por diluição, filtragem, extração dos glicosídeos, produção dos cristais, secagem e armazenamento. Apresentou-se também o tratamento de resíduos que será realizado na empresa, o qual será dividido em processos físico e biológico.

Conforme apresentado, a razão produto/carga mostra que 77% da carga inicial é convertida em adoçante natural de estévia, produto de alto valor agregado. Dessa forma, o processo produtivo da Kahahê contará com uma produção de 3100 t/ano de produto, para um mercado consumidor de alto potencial.

A união dos dados e informações a respeito do balanço material e energético, dimensionamento dos equipamentos e análise financeira validam o projeto da Kahahê que conta com um fluxo de caixa predominantemente positivo, sendo o tempo de retorno dos investimentos de sete anos.

Sendo assim, a indústria de adoçante natural de estévia, Kahahê, apresenta-se viável a cumprir seus propósitos de entregar saúde, contribuir com desenvolvimento sustentável, tornar-se referência no mercado e assim, traçar uma essência mais doce.

16 REFERÊNCIAS

AGETEC. **Tanques de Equalização**. 2019. Disponível em: <<https://agetec.com.br/meio-ambiente/tanques-de-equalizacao/>>. Acesso em: 27 de setembro de 2019.

ÁGUAS, Agência Nacional de. **ATLAS ESGOTOS Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Marialva: Ministério das Cidades, 2017.

AQUATECH. **Catálogo de equipamentos**. 2021. Campinas, SP.

ARAUJO, Everaldo Cesar da Costa. **Operações unitárias envolvendo transmissão de calor**. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

ARQ Consultoria e Inspeções: **Conheça os tipos de caldeira**. 2021. Disponível em: <<https://adqconsultoria.com/perfil-post/conheca-os-tipos-de-caldeira/5>> Acesso em: 20 mai. 2021.

BIODIESELBR: **BSBios vai ampliar suas duas usinas de biodiesel**. 2018. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/info/bsbios-vai-ampliar-suas-duas-usinas-de-biodiesel-281118>> Acesso em: 10 set. 2019.

BOTELHO, M.H.C.; BIFFANO, H.M. **Operação de caldeiras, gerenciamento, controle e manutenção**. 2ª ed, Editora Blucher, 2015. São Paulo, SP.

BRASIL. ANA - Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Paraná**. 2019a. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parana>>. Acesso em: 05 set. 2019.

BRASIL. IBGE. **Cidades e estados**. 2019b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/.html?>>. Acesso em: 04 set. 2019.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 27 de setembro de 2019.

BRASIL. IBGE. **Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2013a.

BRASIL, Nilo Indio do. **Introdução à Engenharia Química**. Editora Interciência. 2ª edição. Rio de Janeiro. 2013b.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **ATLAS ESGOTOS Despoluição de Bacias Hidrográficas: RELATÓRIO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL**. Marialva, 2017.

BUSINESS WIRE. 2017. Disponível em: <<https://www.businesswire.com/news/home/20170501006016/en/Top-3-Trends-Impacting-Global-Stevia-Market>> Acesso em: 29 ago. 2019.

CAPITAL. **Taxa mínima de atratividade: o que é e como calcular nos investimentos.** 2019. Disponível em: [https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/taxa-minima-de-atratividade-o-que-e-e-como-calcular-nos-investimentos/#:~:text=Taxa%20m%C3%ADnima%20de%20atratividade%20\(TMA\)%20%C3%A9%20o%20percentual%20m%C3%ADnimo%20que,vale%20a%20pena%20ou%20n%C3%A3o](https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/taxa-minima-de-atratividade-o-que-e-e-como-calcular-nos-investimentos/#:~:text=Taxa%20m%C3%ADnima%20de%20atratividade%20(TMA)%20%C3%A9%20o%20percentual%20m%C3%ADnimo%20que,vale%20a%20pena%20ou%20n%C3%A3o). Acesso em: 15 de abril de 2021.

CHEREMISINOFF, N. P. **Liquid Filtration.** Butterworth-Heinemann, second edition. 1998, Woburn, MA, US.

CHILLER REFRIGERAÇÃO, **Soluções industriais.** Disponível em: <<https://www.refrigeracaoear.com.br/chiller-industrial>> Acesso em: 07 out. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA Resolução 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências.** Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>> Acesso em: 29 ago. 2019.

COSTA, Leandro. **No Paraná, o 1º plantio em larga escala de estévia.** 2011. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,no-pr-o-1-plantio-em-larga-escala-de-estevia,50635e>> Acesso em: 07 set. 2019.

CROSSFILTER. **Filtração e Clarificação, Portfólio de Produtos 2020.** 2020. Campinas, SP.

DIAS, F. **Tratamento biológico aeróbico e anaeróbico de efluentes.** 2013. Disponível em: <<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-teraambiental/bid/340697/tratamento-biologico-aerobio-e-anaerobio-de-efluentes>>. Acesso em: 27 set. 2019.

DICIONÁRIO FINANCEIRO. **Quais são os setores de uma empresa?** 2017. Disponível em: <<https://www.dicionariofinanceiro.com/setores-empresa/>>. Acesso em: 07 set. 2019.

EMBRAPA. **Sistemas de Produção: Estévia.** 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/247888/estevia>>. Acesso em: 07 set. 2019.

EMPRESAS MAIS, ESTADÃO. **Ranking 1500.** 2020. Disponível em: <https://publicacoes.estadao.com.br/empresasmais/ranking-1500/?nome=&setor_nome=alimentos-e-bebidas&uf_sede=PR>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ERTELALSOP. **Filter Media.** 2020. Kingston, NY, US.

EXACT SALES. **Como fazer a estruturação do processo comercial da sua empresa.** 2019. Disponível em: <<https://www.exactsales.com.br/academia-exact-blog/processo-comercial-da-sua-empresa>>. Acesso em: 07 set. 2019.

FILBRAX. **TFLUX, Filtro bag de alta performance, Portfólio de Produtos.** 2019. Mauá, SP.

FRANCISCO, F. **Acúmulo de biomassa, produção de esteviosídeo e rebaudiosídeo A e tolerância à geada e ao acamamento de acessos de Stevia rebaudiana bert.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2015.

GALLARZA, N. F. **Obtención de un extracto concentrado de stevia.** Facultad de Ingeniería em Industrias Alimentarias, 2011, Huancayo, Perú.

GAMBOA, F.; CHAVES, M. **Antimicrobial potencial of extracts from Stevia rebaudiana leaves against bacteria of importance in dental caries.** Acta odontológica latino americana, 2012, v.25, n.2, p. 171-175.

GEA. **Secador por pulverização.** Disponível em: <<https://www.gea.com/pt/products/dryers-particle-processing/versatile-sd-spray-dryer.jsp>> Acesso em: 01 abr. 2021.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais.** Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

GOOGLE MAPS. **Cidade de Marialva.** 2019. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Marialva,+PR,+86990-000/@-23.4818562,-51.8178352,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94ecc46635f200ab:0xa5c1de2aaaadff02!8m2!3d-23.4847922!4d-51.7932899>> Acesso em: 03 set. 2019.

HIMMELBLAU, D.M.; RIGGS, J.B. **Engenharia Química: princípios e cálculos.** Rio de Janeiro. 7ª Edição. 2006.

INCROPERA, L. B. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa.** 8ª edição, 2019. LTC, Rio de Janeiro, RJ.

INDFILTROS. **Soluções em filtração Industrial.** 2020. Mogi das Cruzes, SP.

INDUSTRY ARC. 2017. Disponível em: <<https://www.industryarc.com/Report/103/Stevia-Rebaudiana-Food-Beverages-Market-Report.html>> Acesso em: 29 ago. 2019.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas.** 8 Edição. 2017. Disponível em < <https://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html>> Acesso em: 5 set. 2019.

INVESTE - SP. **Economia Diversificada.** Disponível em: <<https://www.investe.sp.gov.br/por-que-sp/economia-diversificada/>>. Acesso em: 07 set. 2019.

IPARDES. **Produção industrial do Paraná tem melhor primeiro semestre em nove anos.** Disponível em:

<http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_noticia=986>. Acesso em: 05 set. 2019.

JEPPESEN, P.B.; GREGERSEN, S.; ALSTRUPP, K.K.; HERMANSENN, K. **Stevioside induce anti-hyperglycaemic, insulinotropic and glucagonostatic effects in vivo: studies in the diabetic Goto- Kakizaki (GK) rats**. *Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, Jan. 2002, v. 9, n. 1, p. 9-14.

KIM, Jae-yong et al. **Modified High-Density Lipoproteins by Artificial Sweetener, Aspartame, and Saccharin, Showed Loss of Anti-atherosclerotic Activity and Toxicity in Zebrafish**. *Cardiovascular Toxicology*, [s.l.], v. 15, n. 1, p.79-89, 21 ago. 2014. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s12012-014-9273-z>> Acesso em: 7 set. 2019.

LOFGREN, Lars. **The Psychology Of Color**. 2019. Disponível em: <<https://www.quicksprout.com/psychology-of-color/>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MADALOZO, Luiz. **A embalagem como ferramenta de marketing**. *Administradores.com*, 2012. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/a-embalagem-como-ferramenta-de-marketing>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MARIALVA, Assessoria de Comunicação da Prefeitura de Marialva. **PROGRAMA MARIALVA MAIS EMPREENDEDORA É UM SUCESSO**. 2019. Disponível em: <https://www.marialva.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368vfb0&id=1389030&id_secretaria=3341>. Acesso em: 09 set. 2019.

MARKET RESEARCH REPORT STORE. **Global Stevia/Stevia Rebaudiana Market Growth 2018-2023**. Disponível em: <<https://www.marketresearchreportstore.com/reports/9374/global-stevia-stevia-rebaudiana-market>> Acesso em: 29 ago. 2019.

MENDES, RODRIGO HUBNER. **ESG: Se levado a sério, impulsiona o bem comum**. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/rodrigo-mendes/2021/03/05/esg-se-levado-a-serio-impulsiona-o-bem-comum.htm>> Acesso em: 07 abr. 2021.

METCALF & EDDY. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5. ed. Los Angeles: Amgh Editora Ltda, 2016.

MILHOMENS, Mateus Cambuí. **Uso da Stévia Pura em Substituição ao Açúcar em Preparações Doces**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MONTEIRO, Patrick. **Os cargos e as suas funções na área administrativa**. *Administradores.com*, 2019. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/os-cargos-e-as-suas-respectivas-funcoes-na-area-administrativa>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MORAES, Élidea. **Clarificação do extrato aquoso de Stevia Rebaudiana Bertoni através da adsorção em zeólitas modificadas**. 1997. Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 1997.

MORAN M. J., SHAPIRO H. N. et al. **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**, LTC, 7ª edição, 2006 Rio de Janeiro, RJ.

MORDOR INTELLIGENCE. 2018. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/stevia-market>> Acesso em: 29 ago. 2019.

NETTLETON, J. A. et al. **Diet soda intake and risk of incident metabolic syndrome and type 2 diabetes in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA)**. *Diabetes Care* 32, 688–694 (2009).

NIST CHEMISTRY. R744 – Carbon Dioxide Saturation Properties – Temperature Table. Disponível em: <https://www.ohio.edu/mechanical/thermo/property_tables/CO2/CO2_TempSat2.html> Acesso em: 20 mar. 2020.

OLIVEIRA, Kamila de Sá. **Modelagem e simulação do Processo de Microencapsulação de lipídios por spray drying**. 2018. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, Olivia Werner; PETROVICK, Pedro Ros. **Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações**. 2009. Curso de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. **Unidades Aquíferas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/pagina-83.html>>. Acesso em: 04 set. 2019.

PARANÁ. SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias hidrográficas do Paraná**. 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.

PIERI, Jéssica. **Análise de viabilidade econômica e financeira para abertura de uma loja de moto peças na Serra Gaúcha**. 2020. 22 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2020.

PROCKNOR. **Utilidades**. 2004. Disponível em: <<https://www.procknor.com.br/br/artigos/utilidades>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

PURE CIRCLE. Disponível em: <<https://www.purecirclesteviaainstitute.com>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

RAMOS, Fernanda de Melo. **Avaliação de sistema de secagem em Vacuum *Spray dryer***. 2016. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

RAMOS, Josy Eliziane Torres. **Estudo de Equilíbrio e Cinética de Adsorção em resinas de troca Iônica aplicado à separação cromatográfica contínua de frutose e**

glicose d xarope de caju. 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2008.

REIS, Tiago. CAGR: entenda o que é a Taxa de Crescimento Anual Composta. **Suno Research.** Disponível em: <<https://www.sunoresearch.com.br/artigos/cagr/>> Acesso em: 07 set. 2019.

R. JÚNIOR, José Carlos. **Como calcular o investimento médio para abrir uma empresa?** 2021. Disponível em: <<https://conube.com.br/blog/investimento-inicial-de-uma-empresa/>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

ROCHA, Kleper de Oliveira. **ESTUDO DA RESISTÊNCIA DA TORTA UTILIZANDO FILTRO PRENSA.** 2014. UNIPAM, MG.

RZR BOMBAS POSITIVAS. Como decidir entre uma bomba centrífuga e uma bomba de deslocamento positivo. Disponível em: <<https://www.rzrbombas.com.br/suporte/entenda-diferenca-entre-uma-bomba-centrifuga-e-uma-bomba-de-deslocamento-positivo/>> Acesso em: 20 fev. 2021.

SALVADOR-REYES, Rebeca; SOTELO-HERRERA, Medali; PAUCAR-MENACHO, Luz. **Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud.** *Scientia Agropecuaria*, Trujillo, v. 5, n. 3, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172014000300006&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 5 set. 2019.

SANTOS, Tihany Morita Antero; FILHO, Francisco Maugeri. **Processo de separação por adsorção em colunas de leito fixo de zeólitas.** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/85050/1/pat_BRPI0401216.pdf> Acesso em: 7 nov. 2019.

SEBRAE NACIONAL. **Como escolher um bom ponto para comércio ou indústria.** 2015. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-escolher-um-bom-ponto-para-comercio-ou-industria,e1d89e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>> Acesso em: 04 set. 2019.

SEBRAE NACIONAL. **Ponto de Equilíbrio.** 2021. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/ponto-de-equilibrio,67ca5415e6433410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 18 de abril 2021.

SEBRAE NACIONAL. **Viabilidade Financeira.** 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pr/artigos/viabilidade-financeira,4e8ccd18a819d610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 18 de abril 2021.

SEBRAE NACIONAL. **10 dicas para a gestão da qualidade na sua empresa.** 2019. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/10-dicas-para-a-gestao-da-qualidade-na-sua-empresa,ce1721e1d685e510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 07 set. 2019.

SILVA, Edinaldo Pereira da. **DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO MÁXIMO DE CÂMARA DE SECAGEM PARA *SPRAY DRYER* COM BOCAL ROTATIVO.** UNICAMP, Campinas, SP, 2013.

SILVA NETO, H. A.. **Adsorção em coluna de leito fixo aplicada para a pré-concentração de cádmio em amostras de água.** 2018. 14 v. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2018.

SILVA|, P.; MOURA, A. **Análise da viabilidade do uso de *bagaço de cana-de-açúcar* e *cavaco* para a geração de vapor.** UNIRV, Rio Verde, 2021.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SMITH, Joe Mauk, VAN NESS, Hendrick C., ABBOTT, Michael M. **Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química,** 7ª edição. 2018.

SOUZA, Lisandréa de. **Análise financeira e econômica de uma empresa automotiva.** 2010. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

STARTSE. **O que é B2B? E B2C? Aprenda quais os tipos de negócio e como funcionam.** 2021. Disponível em: <<https://app.startse.com/artigos/o-que-e-b2b-e-b2c-aprenda-quais-os-tipos-de-negocio-e-como-funcionam>> Acesso em: 7 abr. 2021.

SUEZ, Jotham et al. **Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota.** *Nature*, [s.l.], v. 514, n. 7521, p.181-186, 17 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature13793>> Acesso em: 7 nov. 2019.

TAKAHASHI, Rui Toshio. **Comparação dos ciclos de vida de adoçante natural de *stevia* e de açúcar aplicados em bebidas.** 2013. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Mudanças Climáticas, Projetos Sustentáveis e Mercado de Carbono, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

TECITEC. **Filtro Prensa, Catálogo.** 2020. Barueri, SP.

TUNDISI, José Galizia. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos.** *Revista USP*, São Paulo, n. 70, p.24-35. 2006.

VEIGA, Windsor Espenser; SANTOS, Fernando de Almeida. **Contabilidade de Custos - Gestão em Serviços, Comércio e Indústria.** 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2016.

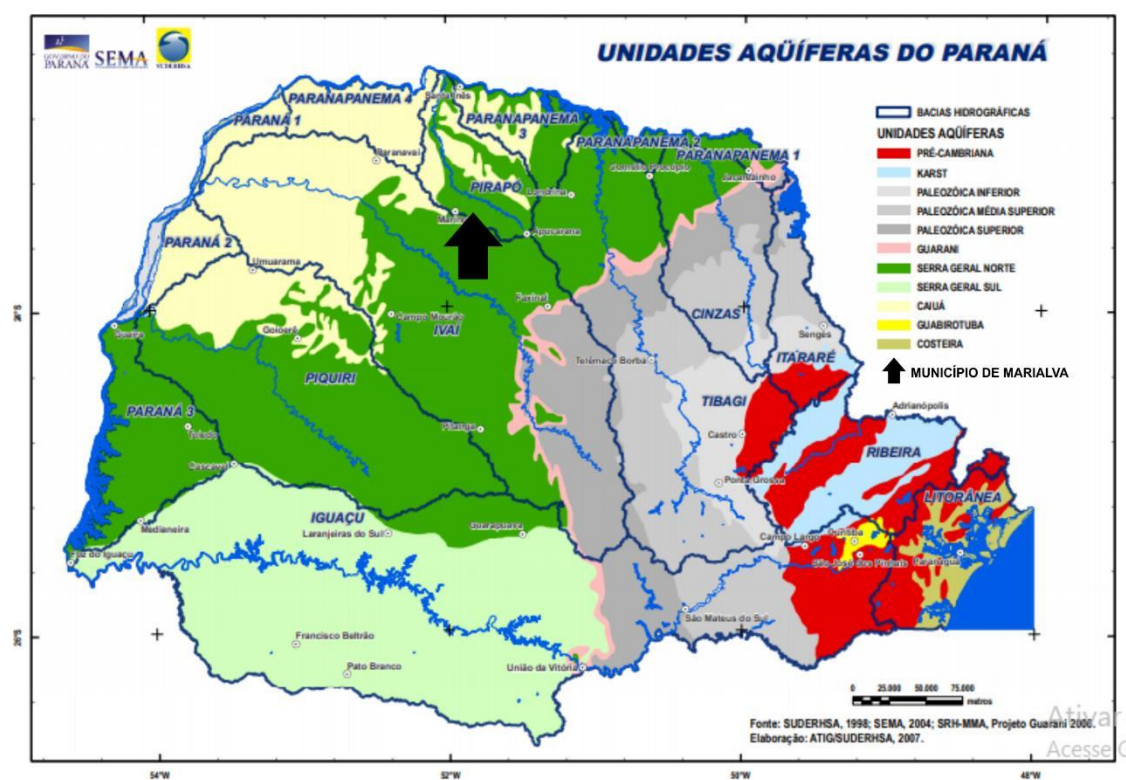
VIRTUALEXPOGROUP. **Envasadoras de sacos.** Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/cat/acondicionamento-embalagem-AN.html>> Acesso em: 01 abr. 2021.

WEATHER SPARK. 2021. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29735/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Marialva-Brasil-durante-o-ano>> Acesso em: 20 fev. 2021.

ANEXO A – LOCALIZAÇÃO DA BACIA IVAÍ NO ESTADO DO PARANÁ

Fonte: SEMA (2010)

ANEXO B – BACIAS HIDROGRÁFICAS E UNIDADES AQUÍFERAS DO PARANÁ



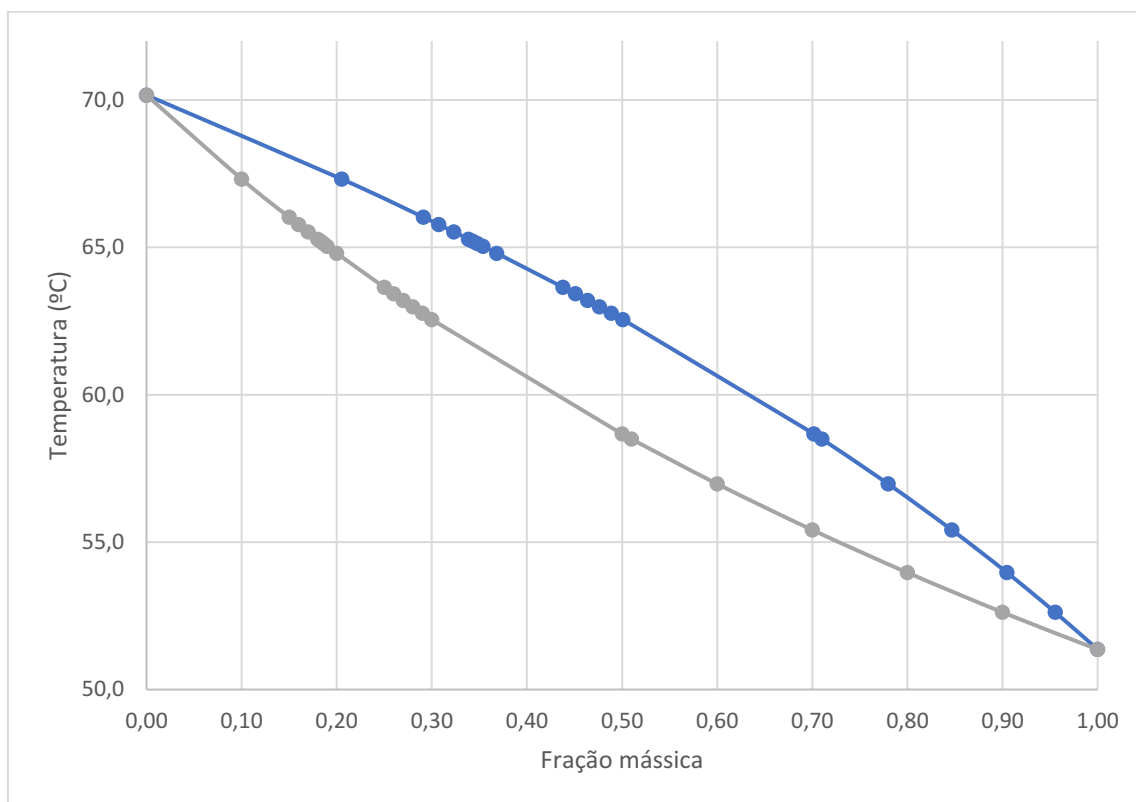
Fonte: Instituto das Águas do Paraná (2019)

ANEXO C – CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS UNIDADES AQUÍFERAS DO PARANÁ

Quadro Resumo das Principais Características das Principais Unidades Aquíferas do Estado do Paraná																					
Unidades Aquíferas	Caracterização Geral	Média dos Parâmetros Físico-Químicos											Aptidão								
		Alcalinidade total	Dureza total	TDS	Silica dissolvida	Bicarbonato	Carbonato	Cloro	Fluoreto	Fosfato	Sulfato	Nitrato	Nitrito	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Ferro	Consumo Humano	Irrigação	Industrial
Serra Geral Norte	Formação de lavas basálticas. Localiza-se no Terceiro Planalto com uma área de 61.000 km ² . A média das vazões dos poços correspondente por Bacia é de 25 m ³ /h para a do Piquiri, 35 m ³ /h para as do Paraná, 21 m ³ /h para a do Ivai, 27 m ³ /h para a do Pirapó.	78,85	52,10	121,14	39,09	90,11	2,56	2,04	0,18	0,17	1,69	4,10	0,03	14,76	3,75	15,95	0,87	1,62	Adequada	Adequada com restrição	Adequada
Serra Geral Sul	Formação de lavas basálticas. Localiza-se no Terceiro Planalto com uma área de 41.000 km ² . A média das vazões dos poços é de 5 m ³ /h para a Bacia do Iguçu.																				

Fonte: SEMA (2010) – Adaptado (2019)

APÊNDICE A – Diagrama $T \times y$ da mistura binária de componentes etanol e água (desconsiderando a formação azeotrópica na região de alta concentração).

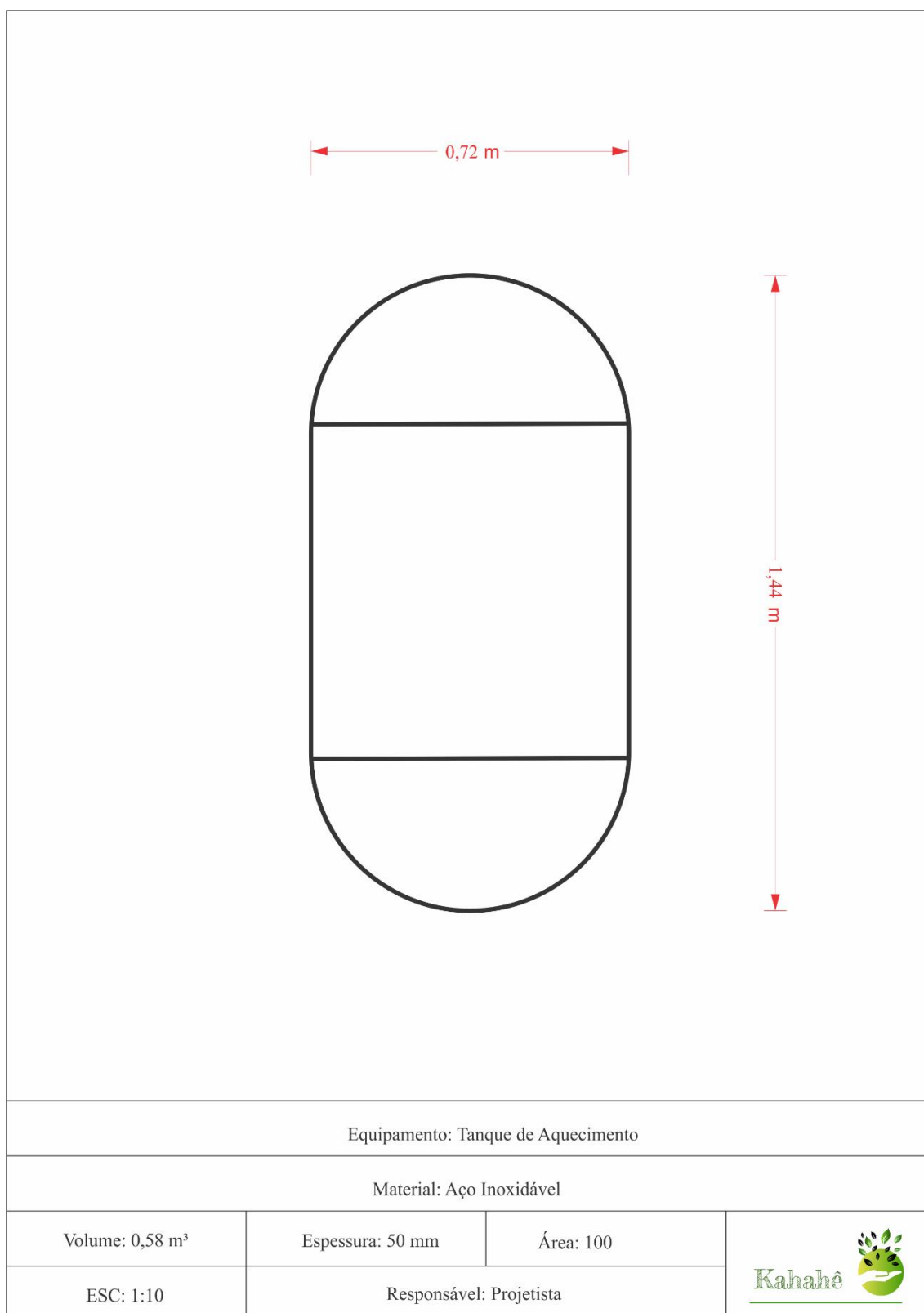


APÊNDICE B

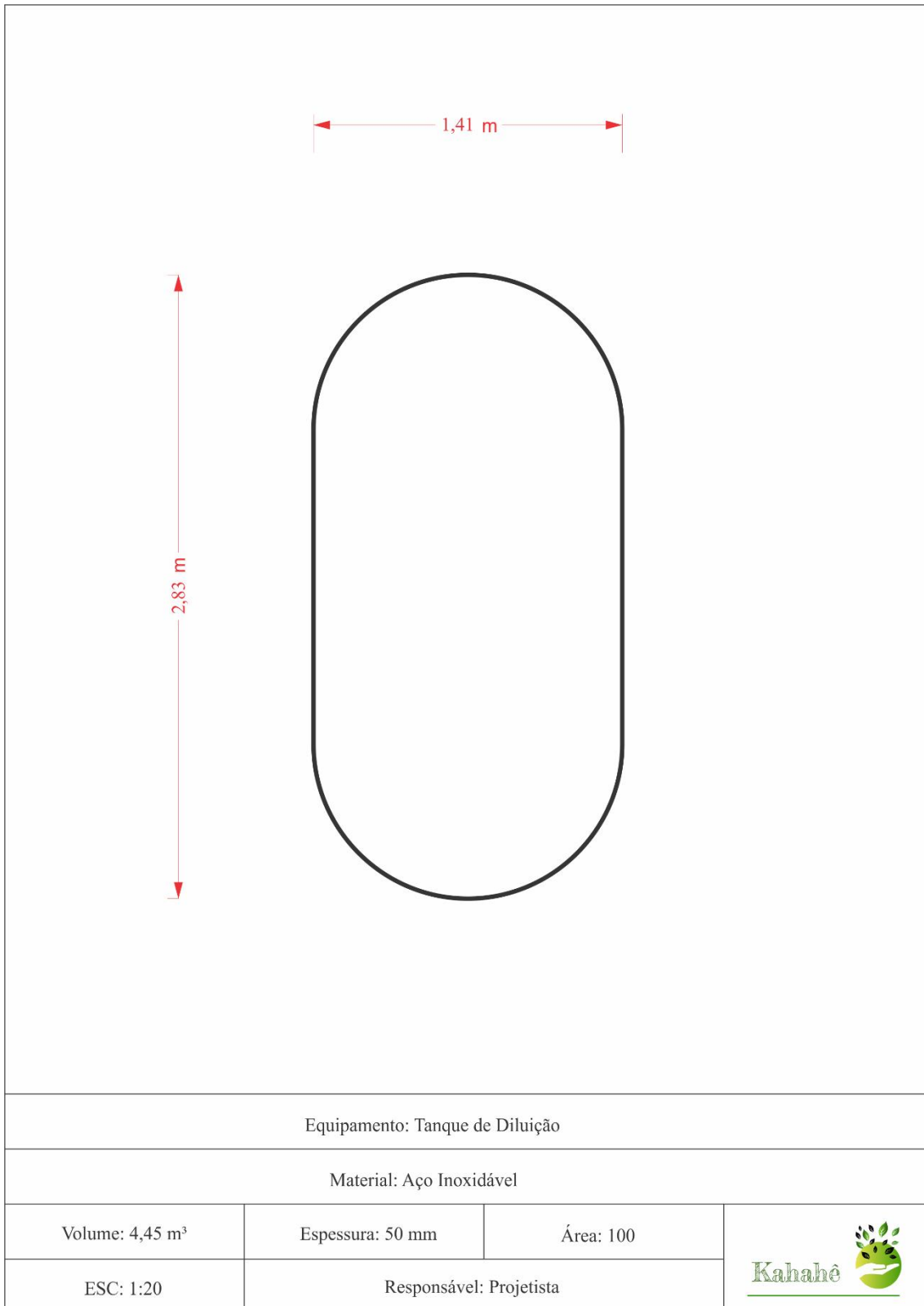
Neste apêndice estão dispostos dimensões básicas e parâmetros de projeto dos equipamentos da área externa.

- Apêndice B.1 – Tanque de Aquecimento de água
- Apêndice B.2 – Tanque de Diluição
- Apêndice B.3 – Filtro *bag*
- Apêndice B.4 – Filtro lenticular
- Apêndice B.5 – Coluna de Adsorção
- Apêndice B.6 – Evaporador
- Apêndice B.7 – Coluna de Troca Iônica

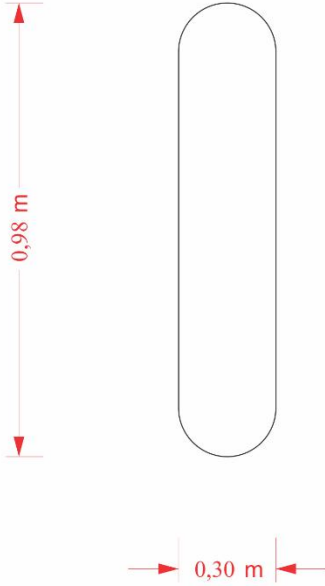

Apêndice B.1 – Tanque de Aquecimento de água



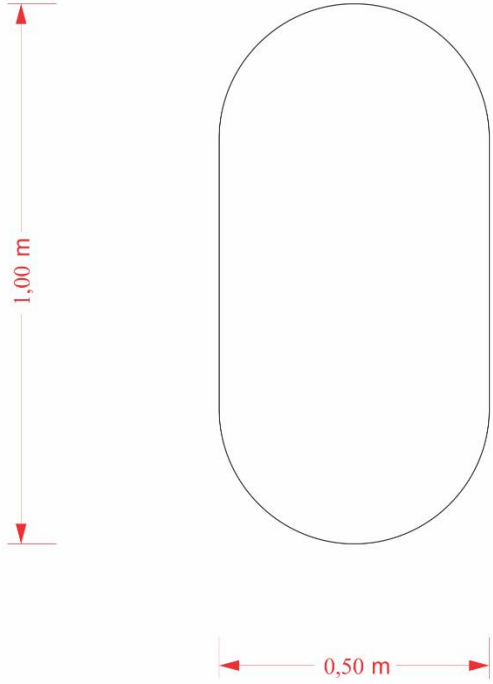

Apêndice B.2 – Tanque de Diluição



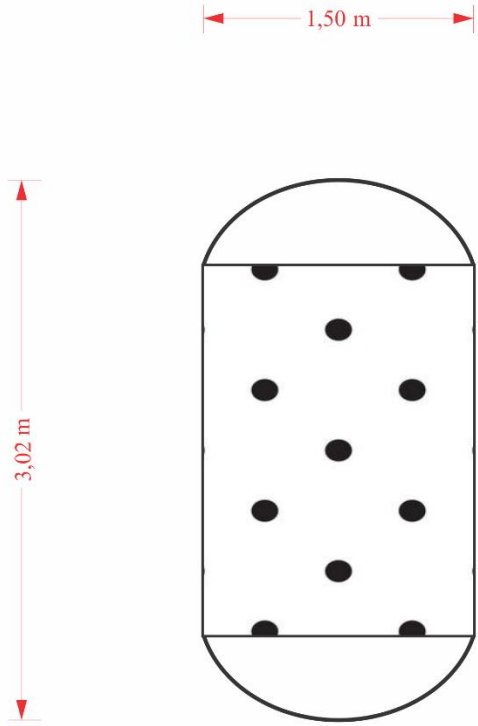

Apêndice B.3 – Filtro *bag*

			
Equipamento: Filtro Bag			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 0,0214 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 100	 Kahahê
ESC: 1:100	Responsável: Projetista		

Apêndice B.4 – Filtro lenticular

			
Equipamento: Filtro lenticular			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 0,20 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 100	
ESC: 1:100	Responsável: Projetista		

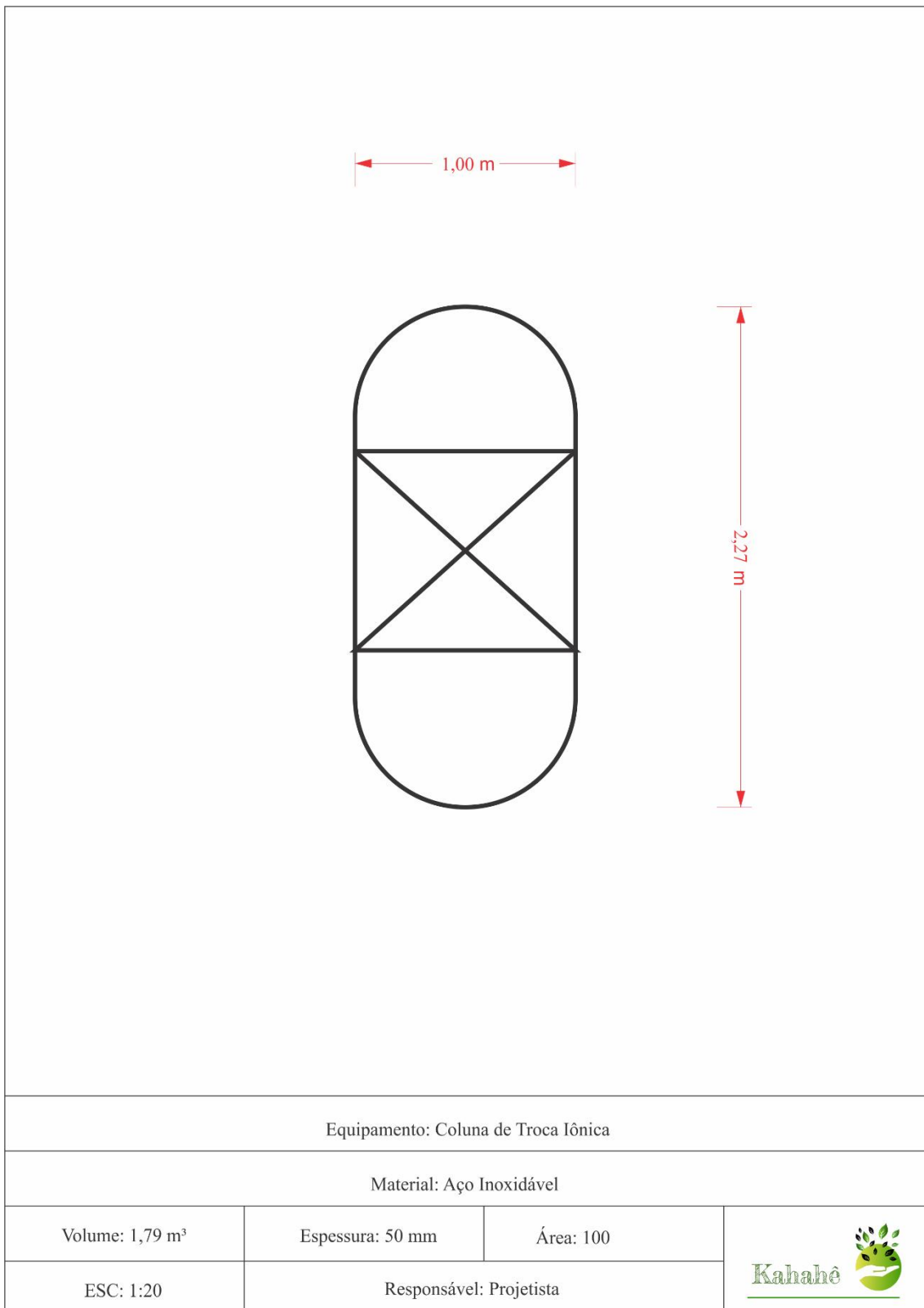
Apêndice B.5 – Coluna de Adsorção

			
Equipamento: Tanque de Adsorção			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 5,34 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 100	 Kahahê
ESC: 1:30	Responsável: Projetista		

Apêndice B.6 – Evaporador

Equipamento: Evaporador			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 5,34 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 100	
ESC: 1:20	Responsável: Projetista		

Apêndice B.7 – Coluna de Troca Iônica

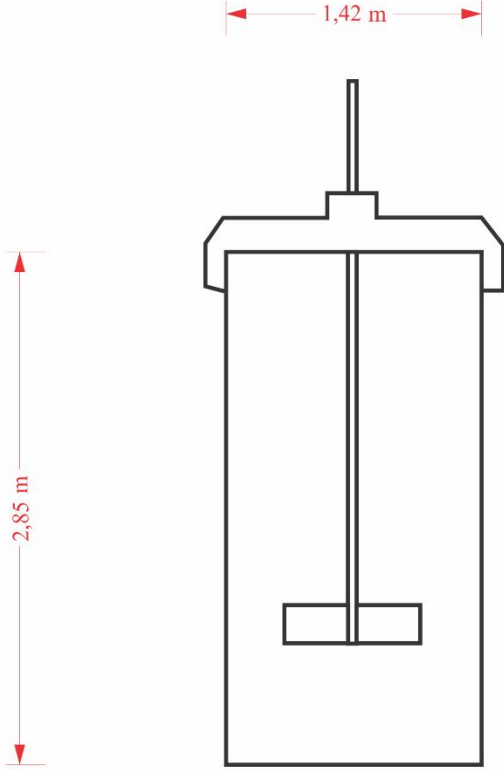



APÊNDICE C

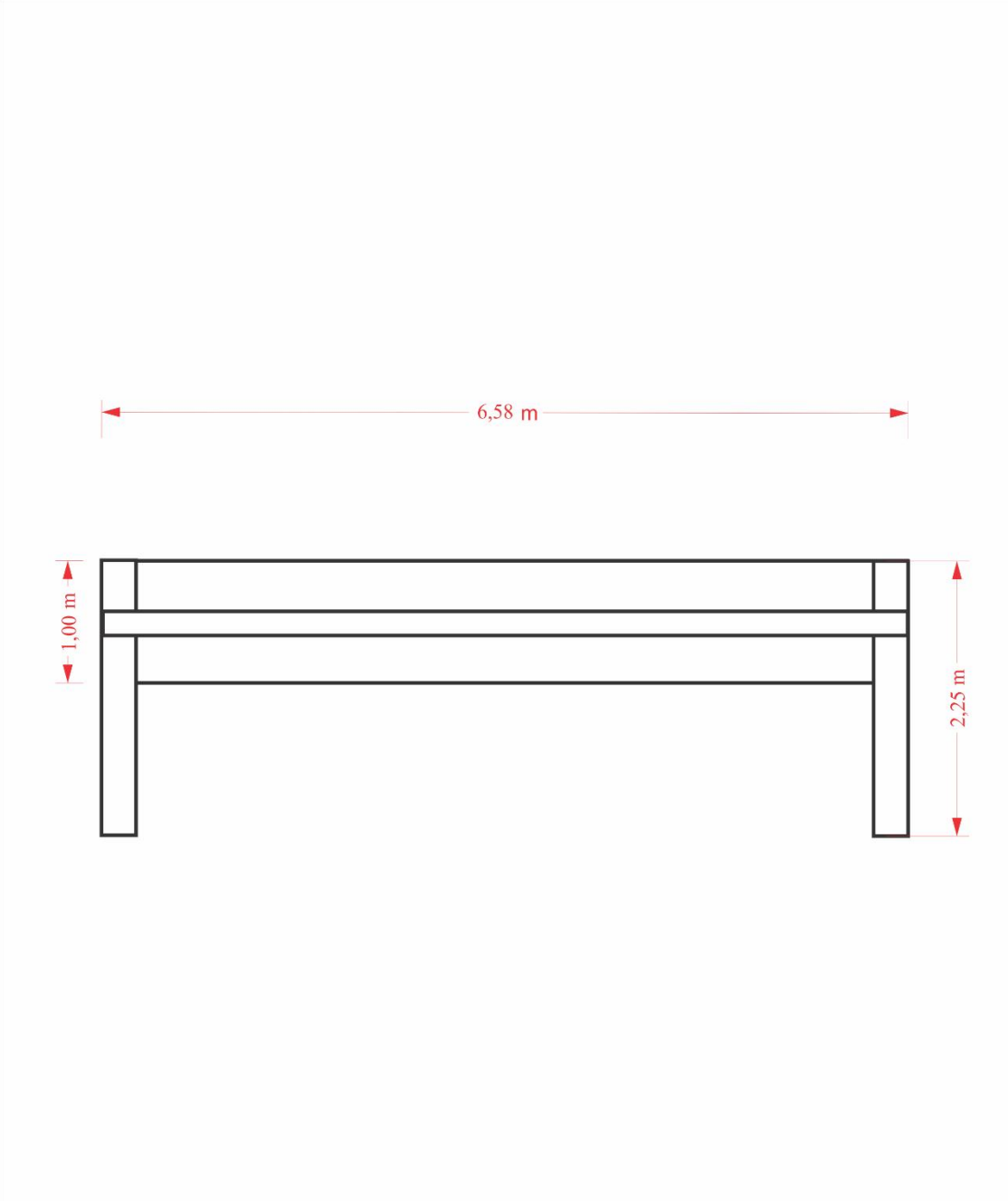

Neste apêndice estão dispostos dimensões básicas e parâmetros de projeto dos equipamentos da área interna e finalização.

- Apêndice C.1 – Cristalizador
- Apêndice C.2 – Filtro Prensa
- Apêndice C.3 – Recristalizador
- Apêndice C.4 – Misturador
- Apêndice C.5 – *Spray dryer*

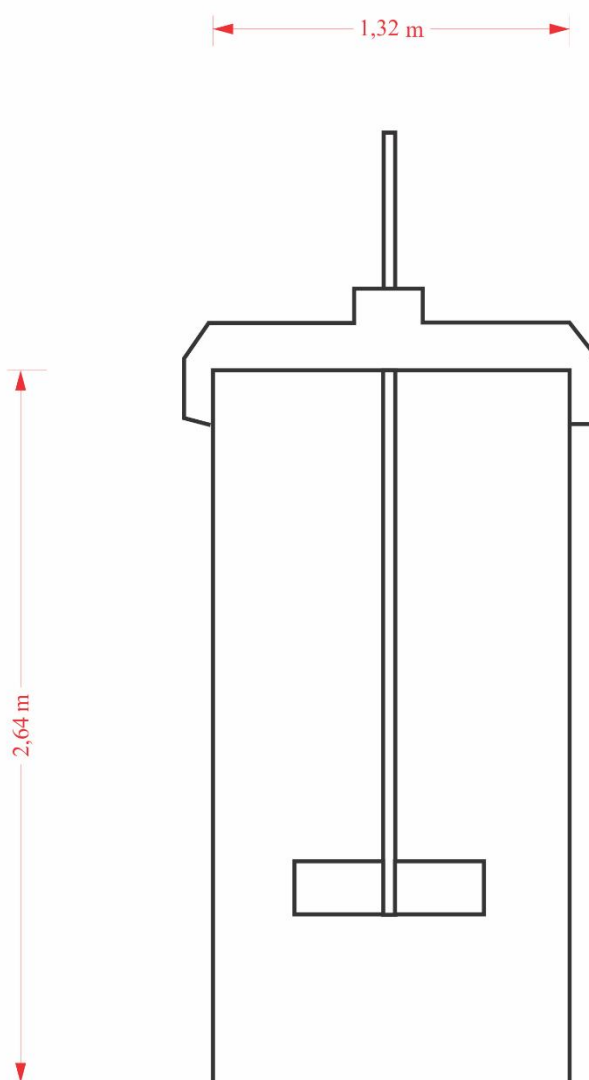

Apêndice C.1 – Cristalizador

			
Equipamento: Cristalizador			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 4,54 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 200	
ESC: 1:30	Responsável: Projetista		

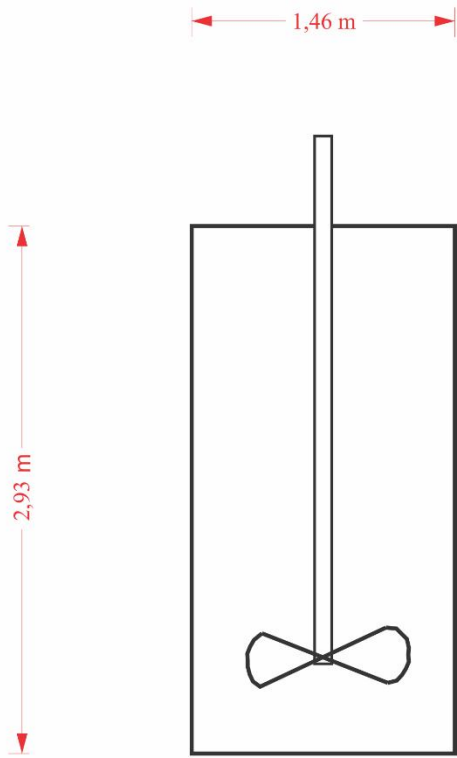

Apêndice C.2 – Filtro Prensa

			
Equipamento: Filtro Prensa			
Material: Aço Inoxidável			
Nº de placas: 59	Espessura: 50 mm	Área: 200	
ESC: 1:40	Responsável: Projetista		

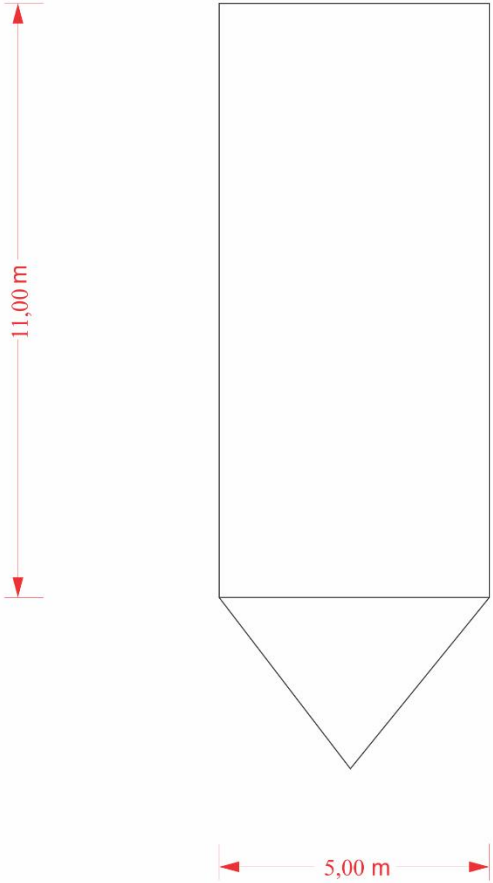

Apêndice C.3 – Recristalizador

			
Equipamento: Recristalizador			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 3,60 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 200	 Kahahê
ESC: 1:20	Responsável: Projetista		

Apêndice C.4 – Misturador

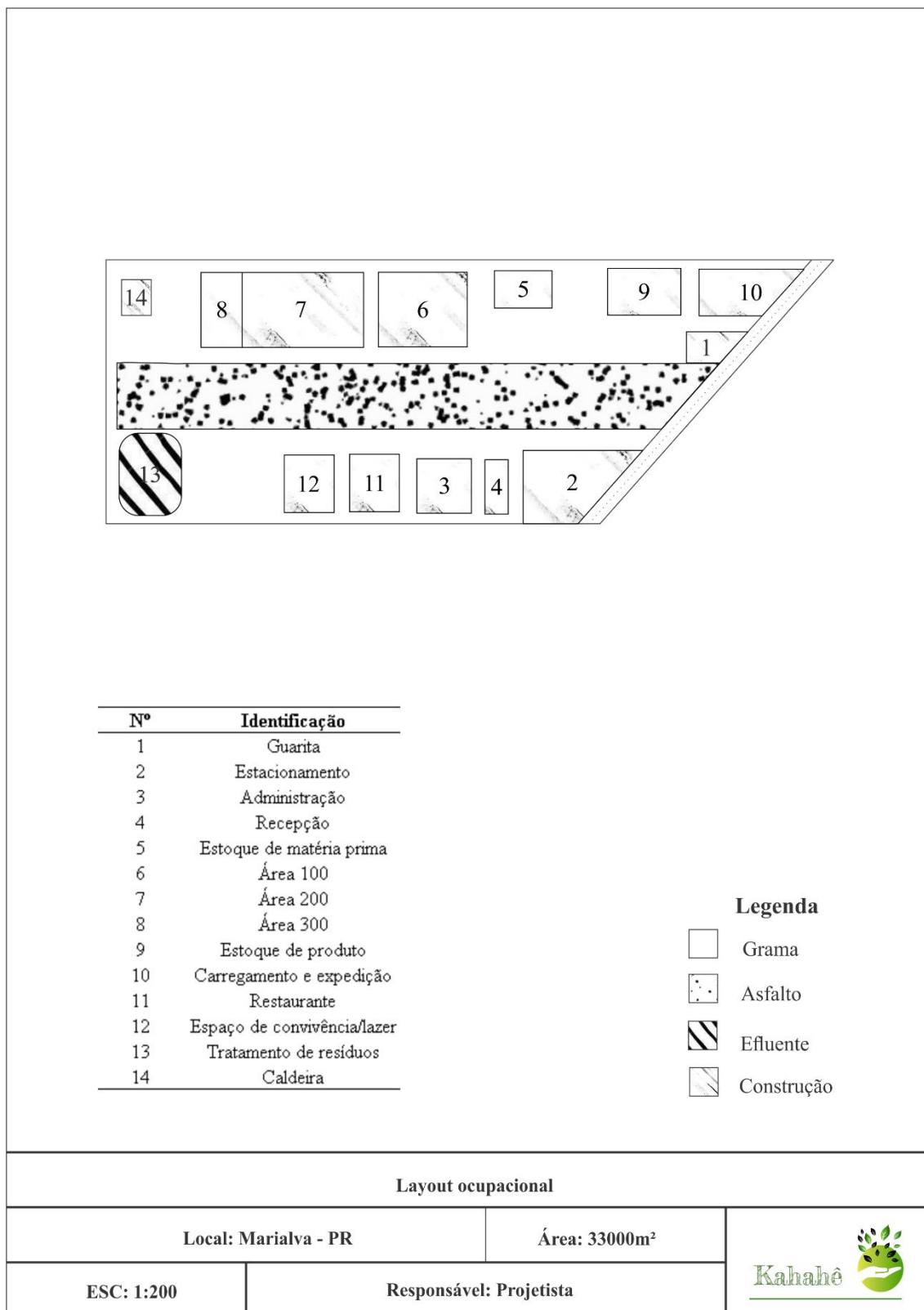
			
Equipamento: Misturador			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 4,94 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 200	 Kahahê
ESC: 1:30	Responsável: Projetista		

Apêndice C.5 – *Spray dryer*

			
Equipamento: Spray dryer			
Material: Aço Inoxidável			
Volume: 215,98 m ³	Espessura: 50 mm	Área: 300	 Kahahê
ESC: 1:100	Responsável: Projetista		

APÊNDICE D

Figura 43 - Layout da Kahahê



APÊNDICE E

Neste apêndice estão dispostos todos os dados relacionados à análise financeira da Kahahê.

- Apêndice E.1 – Custos com equipamentos e infraestrutura administrativa
- Apêndice E.2 – Utilidades e insumos consumidos durante o processo produtivo.
- Apêndice E.3 – Fluxo de Caixa

Apêndice E.1 – Custos com equipamentos e infraestrutura administrativa

Tabela E.1 – Equipamentos e mobilidade

Equipamento	Quantidade	Preço Un. (R\$/un)	Preço Total (R\$)
Tanque de Aquecimento	1	R\$ 114.950,00	R\$ 114.950,00
Tanque de Diluição	1	R\$ 238.150,00	R\$ 238.150,00
Bomba de deslocamento positivo	2	R\$ 172.700,00	R\$ 345.400,00
Filtro Bag	1	R\$ 9.800,00	R\$ 9.800,00
Filtro Lenticular	1	R\$ 656.700,00	R\$ 656.700,00
Filtro Prensa	1	R\$ 2.141.150,00	R\$ 2.141.150,00
Filtro Manga	1	R\$ 24.750,00	R\$ 24.750,00
Coluna de Adsorção	1	R\$ 222.200,00	R\$ 222.200,00
Evaporador	1	R\$ 552.200,00	R\$ 552.200,00
Difusor	1	R\$ 48.950,00	R\$ 48.950,00
Tanque de troca iônica	2	R\$ 155.100,00	R\$ 310.200,00
Cristalizador	2	R\$ 837.100,00	R\$ 1.674.200,00
Misturador	1	R\$ 2.013.550,00	R\$ 2.013.550,00
Envasadora	2	R\$ 17.600,00	R\$ 35.200,00
Spray dryer	1	R\$ 1.673.100,00	R\$ 1.673.100,00
Carro	5	R\$ 50.000,00	R\$ 250.000,00
Empilhaeira	1	R\$ 111.000,00	R\$ 111.000,00
Caldeira	1	R\$ 2.000.000,00	R\$ 2.000.000,00
Valor total			R\$ 12.421.500,00

Tabela E.1.1 – Infraestrutura

Especificação	Preço total (R\$)
Terreno	-
Instalação elétrica	R\$ 621.075,00
Construção civil	R\$ 745.290,00
Instalações industrial	R\$ 1.242.150,00
Infraestrutura Adm	R\$ 50.000,00
Tratamento de efluentes	R\$ 300.000,00
Total	R\$ 2.958.515,00

Apêndice E.2 – Utilidades e insumos consumidos durante o processo produtivo.

Tabela E.2 – Consumo total de insumos

Componente	Consumo/turno	Unidade	Custo fixo		Custo variável anual	
Extrato	3493,31	kg/turno	R\$	21,09	R\$	79.584.669,71
Etanol	20333,10	kg/turno	R\$	9,00	R\$	197.637.743,64
Soda	4204,69	kg/turno	R\$	0,02	R\$	90.821,39
Biomassa	28000,00	kg/hora	R\$	0,07	R\$	16.934.400,00
Total					R\$	294.247.634,73

Apêndice E.3 – Fluxo de Caixa

Tabela E.3 – Fluxo de caixa detalhado

Capacidade de produção	80%		85%		90%		95%		99%	
Ano	1		2		3		4		5	
(+) Receita bruta anual	R\$	355.778.428,34	R\$	378.014.580,11	R\$	400.250.731,89	R\$	422.486.883,66	R\$	440.275.805,07
(-) Impostos diretos	-R\$	109.046.088,29	-R\$	115.861.468,80	-R\$	122.676.849,32	-R\$	129.492.229,84	-R\$	134.944.534,26
(-) Custos operacionais	-R\$	230.269.357,79	-R\$	244.981.739,52	-R\$	259.694.121,26	-R\$	274.406.503,00	-R\$	286.176.408,39
(=) EBITDA	R\$	16.462.982,27	R\$	17.171.371,79	R\$	17.879.761,30	R\$	18.588.150,82	R\$	19.154.862,43
(-) Depreciação	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60
(-) Despesa Financeira	-R\$	2.564.710,08	-R\$	2.422.999,18	-R\$	2.244.070,01	-R\$	2.065.140,84	-R\$	1.886.211,67
(=) Lucro Líquido antes dos impostos (LAIR)	R\$	12.712.781,59	R\$	13.562.882,00	R\$	14.450.200,69	R\$	15.337.519,38	R\$	16.083.160,16
(-) IRPJ+CSSL+ADIRPJ	-R\$	4.320.345,74	-R\$	4.609.379,88	-R\$	4.911.068,23	-R\$	5.212.756,59	-R\$	5.466.274,46
(=) Lucro Líquido depois dos impostos	R\$	8.392.435,85	R\$	8.953.502,12	R\$	9.539.132,46	R\$	10.124.762,79	R\$	10.616.885,71
(-) Amortização Financeiro	-R\$	3.022.938,60	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21
(=) Fluxo de Caixa	R\$	5.369.497,25	R\$	2.907.624,92	R\$	3.493.255,25	R\$	4.078.885,58	R\$	4.571.008,50

Capacidade de produção	100%		100%		100%		100%		100%	
Ano	6		7		8		9		10	
(+) Receita bruta anual	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43
(-) Impostos diretos	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36
(-) Custos operacionais	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73
(=) EBITDA	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34
(-) Depreciação	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60
(-) Despesa Financeira	-R\$	1.707.282,50	-R\$	1.528.353,33	-R\$	1.349.424,16	-R\$	1.170.494,99	-R\$	991.565,82

(=) Lucro Líquido antes dos impostos (LAIR)	R\$	16.403.767,24	R\$	16.582.696,41	R\$	16.761.625,58	R\$	16.940.554,75	R\$	17.119.483,92
(-) IRPJ+CSSL+ADIRPJ	-R\$	5.575.280,86	-R\$	5.636.116,78	-R\$	5.696.952,70	-R\$	5.757.788,61	-R\$	5.818.624,53
(=) Lucro Líquido depois dos impostos	R\$	10.828.486,38	R\$	10.946.579,63	R\$	11.064.672,88	R\$	11.182.766,13	R\$	11.300.859,39
(-) Amortização Financeiro	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21
(=) Fluxo de Caixa	R\$	4.782.609,17	R\$	4.900.702,42	R\$	5.018.795,67	R\$	5.136.888,93	R\$	5.254.982,18


Capacidade de produção		100%		100%		100%		100%		100%
Ano		11		12		13		14		15
(+) Receita bruta anual	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43	R\$	444.723.035,43
(-) Impostos diretos	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36	-R\$	136.307.610,36
(-) Custos operacionais	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73	-R\$	289.118.884,73
(=) EBITDA	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34	R\$	19.296.540,34
(-) Depreciação	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60	-R\$	1.185.490,60
(-) Despesa Financeira	-R\$	812.636,65	-R\$	633.707,48	-R\$	454.778,31	-R\$	275.849,14	-R\$	96.919,97
(=) Lucro Líquido antes dos impostos (LAIR)	R\$	17.298.413,09	R\$	17.477.342,26	R\$	17.656.271,43	R\$	17.835.200,60	R\$	18.014.129,77
(-) IRPJ+CSSL+ADIRPJ	-R\$	5.879.460,45	-R\$	5.940.296,37	-R\$	6.001.132,29	-R\$	6.061.968,20	-R\$	6.122.804,12
(=) Lucro Líquido depois dos impostos	R\$	11.418.952,64	R\$	11.537.045,89	R\$	11.655.139,14	R\$	11.773.232,40	R\$	11.891.325,65
(-) Amortização Financeiro	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21	-R\$	6.045.877,21
(=) Fluxo de Caixa	R\$	5.373.075,43	R\$	5.491.168,68	R\$	5.609.261,94	R\$	5.727.355,19	R\$	5.845.448,44

APÊNDICE F – Embalagens adoçante natural de estévia

Figura 44 – Embalagem para sachê

edulcorante natural glicosídeos de steviol

Adoçante natural
de stévia



100%
STÉVIA

Contém 50 sachês 0,7 g

Kahahê

O ADOÇANTE NATURAL DE STÉVIA KAHAHÊ É, NATURALMENTE, PARA TODOS OS MOMENTOS: DESDE DE O CAFÉ DIÁRIO ATÉ SUAS RECEITAS. SUBSTITUI COMPLETAMENTE O AÇÚCAR E AINDA: ZERO CALORIAS E ZERO CONSERVANTES.

100%
STÉVIA

Informação Nutricional		
Quantidade por porção 0,70 g (1 sachê)		%VDI(*)
Valor energético	0 kcal = 0 kJ	0%
Carboidratos	0,7 g	0%

Não contém quantidade significativa de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.
*Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades.

INGREDIENTES: GLICOSÍDEOS DE ESTEVIOL (STÉVIA)
CONSUMO DIÁRIO MÁXIMO POR PESSOA: 5,5 MG/KG

Kahahê


Contém 50 sachês 0,7 g

Por uma essência mais doce

Figura 45 – Embalagem de sachês

edulcorante natural glicosídeos de steviol

Adoçante natural
de stévia



100%
STÉVIA

Contém 0,7 g

Kahahê

O ADOÇANTE NATURAL DE STÉVIA KAHAHÊ É, NATURALMENTE, PARA TODOS OS MOMENTOS: DESDE DE O CAFÉ DIÁRIO ATÉ SUAS RECEITAS. SUBSTITUI COMPLETAMENTE O AÇÚCAR E AINDA: ZERO CALORIAS E ZERO CONSERVANTES.

100%
STÉVIA

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
QUANTIDADE POR PORÇÃO 0,70 G (1 SACHÊ)		%VDI(*)
VALOR ENERGÉTICO	0 KJ	0%
CARBIDRATOS	0,7 G	0%

NÃO CONTÉM QUANTIDADE SIGNIFICATIVA DE PROTEÍNAS, GORDURAS TOTAIS, GORDURAS SATURADAS, GORDURAS TRANS, FIBRA ALIMENTAR E SÓDIO.
*VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2.000 KCAL OU 8.400 KJ. SEUS VALORES DIÁRIOS PODEM SER MAIORES OU MENORES DEPENDENDO DE SUAS NECESSIDADES.

INGREDIENTES: GLICOSÍDEOS DE ESTEVIOL (STÉVIA)
CONSUMO DIÁRIO MÁXIMO POR PESSOA: 5,5 MG/KG

Kahahê

Contém 0,7 g

Por uma essência mais doce

Figura 46 – Embalagem de 10 kg

edulcorante natural glicosídeos de steviol

Adoçante natural
de stévia

100%
STÉVIA
Contém 10 kg

Kahahê

O ADOÇANTE NATURAL DE STÉVIA KAHAHÊ É, NATURALMENTE, PARA TODOS OS MOMENTOS: DESDE DE O CAFÉ DIÁRIO ATÉ SUAS RECEITAS. SUBSTITUI COMPLETAMENTE O AÇÚCAR E AINDA: ZERO CALORIAS E ZERO CONSERVANTES.

100%
STÉVIA

Informação Nutricional	
Quantidade por porção 10 g	%VDI ^(*)
Valor energético	0 kcal = 0 kJ 0%
Carboidratos	10 g 2%

Não contém quantidade significativa de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.

*Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades.

INGREDIENTES: GLICOSÍDEOS DE ESTEVIOL (STÉVIA)
CONSUMO DIÁRIO MÁXIMO POR PESSOA: 5,5 MG/KG

Kahahê
Por uma essência mais doce

Contém 10 kg

Figura 47 – Embalagem de 25 kg

edulcorante natural glicosídeos de steviol

Adoçante natural
de stévia

100%
STÉVIA
Contém 25 kg

Kahahê

O ADOÇANTE NATURAL DE STÉVIA KAHAHÊ É, NATURALMENTE, PARA TODOS OS MOMENTOS: DESDE DE O CAFÉ DIÁRIO ATÉ SUAS RECEITAS. SUBSTITUI COMPLETAMENTE O AÇÚCAR E AINDA: ZERO CALORIAS E ZERO CONSERVANTES.

100%
STÉVIA

Informação Nutricional	
Quantidade por porção 10 g	%VDI ^(*)
Valor energético	0 kcal = 0 kJ 0%
Carboidratos	10 g 2%

Não contém quantidade significativa de proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio.

*Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades.

INGREDIENTES: GLICOSÍDEOS DE ESTEVIOL (STÉVIA)
CONSUMO DIÁRIO MÁXIMO POR PESSOA: 5,5 MG/KG

Kahahê
Por uma essência mais doce

Contém 25 kg

Figura 48 – Modelo para bags

