

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ISABELLA BORDINHÃO TORRES PEREIRA  
JÉSSICA RESENDE BUSSULO  
JOÃO MARCOS GUERRA CARPI  
KARIYN YAMAMOTO  
PATRICIA FLORÊNCIO DE ANDRADE

**INDÚSTRIA DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL**

APUCARANA

2018

ISABELLA BORDINHÃO TORRES PEREIRA  
JÉSSICA RESENDE BUSSULO  
JOÃO MARCOS GUERRA CARPI  
KARIYN YAMAMOTO  
PATRICIA FLORÊNCIO DE ANDRADE

## **INDÚSTRIA DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Maria Ferrari Lima  
Coorientadora: Prof. Dra. Andrea Sartori Jabur

APUCARANA

2018



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Indústria de Suco de Laranja Integral

por

Isabella Bordinhão Torres Pereira

Jéssica Resende Bussulo

João Marcos Guerra Carpi

Kariyn Yamamoto

Patrícia Florêncio de Andrade

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de Novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Apucarana. Os candidatos foram arguidos pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Ferrari Lima  
Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Sartori Jabur  
Coorientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Cláudia Ueda  
Membro

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Guerra Sgorlon  
Membro

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

Dedico este trabalho à minha mãe Leiko Kawasaki e aos meus irmãos Kyohei e Emily por estarem ao meu lado em todas as decisões tomadas durante a caminhada. E também aos meus amigos que foram cruciais para que continuasse no curso de Engenharia Química, dando apoio perante os desafios que surgiram durante a graduação.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por toda sabedoria e força que me proporcionaram neste período. Aos meus pais Centirlei Nespole de Andrade e Marinalva Florêncio de Andrade, por serem os meus maiores exemplo de luta e humildade. E também, ao meu irmão Vinícius, ao Gabriel Zina, meus avós, amigos, tios, primos por acreditarem e apoiarem os meus sonhos.

Dedico este trabalho de forma especial a Deus por ser centro de todas as coisas e permitir mais essa vitória em minha vida, aos meus pais João e Luciane por não pouparem esforços para que chegasse até aqui, às minhas irmãs Isadora e Isamin por sempre estarem me apoiando, ao Geraldo Imbriani Jr. por sempre estar presente e aos meus amigos que sempre acreditaram e mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos às nossas orientadoras Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Ferrari Lima e Prof<sup>a</sup> Dra. Andrea Sartori Jabur por nos aceitar e desenvolver o nosso trabalho ao longo do ano. Expressamos imensa gratidão à nossa banca composta pelas professoras Dra. Juliana Guerra Sgorlon e Dra. Ana Cláudia Ueda por implementar melhorias no projeto. Agradecemos, também, ao professor Dr. Fernando Alves da Silva por sanar nossas dúvidas e auxiliar no que fosse necessário.

Concedemos os nossos agradecimentos aos amigos e aos professores que acompanharam esse trajeto por meio de convivência e ensinamento transmitido durante a graduação.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram no nosso desenvolvimento e conclusão deste trabalho, nosso sincero: Obrigado!

*“Ficar louco de vez em quando é necessidade  
básica para permanecer são.”*

*(Osho)*

## RESUMO

ANDRADE, Patrícia F.; BUSSULO, Jéssica R.; CARPI, João M. G.; PEREIRA, Isabella B. T.; YAMAMOTO, Kariyn. **CITRINO – Indústria de suco de laranja integral**. 2018. 149 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.

A busca por hábitos mais saudáveis levou o ser humano a consumir mais alimentos sem conservantes e aditivos químicos. Essa demanda fez com que a indústria de sucos, principalmente a integral, recebesse destaque. O Brasil, como grande produtor e exportador de laranja, tem em seu mercado interno inúmeras marcas de suco. No entanto, no nicho dos integrais, poucas indústrias apostam, devido ao seu menor prazo de validade. O Estado de São Paulo é responsável por cerca de 70% da safra nacional de laranjas, com o Cinturão Citrícola em seu território, o que favorece a implantação de uma indústria de suco de laranja. A Citrino, empresa proposta neste trabalho, estará localizada em Franca - SP, por possuir o melhor tratamento de água do Brasil, fornecedores de matéria-prima em um raio máximo de 380 km e proximidade ao porto de Santos, para futuramente entrar no mercado de exportação de concentrado de suco de laranja congelado. A partir dos balanços de massa e energia foi possível dimensionar os equipamentos utilizados na planta operacional da Citrino, como também realizar a integração energética a fim de diminuir o material combustível utilizado na caldeira. O investimento necessário para que este projeto se torne possível será retornado após 3 anos de operação da fábrica. Preocupada com o meio ambiente a Citrino se propõem a realizar atividades que impactem de forma mínima no mesmo, como captar água da chuva para posterior uso não potável em suas instalações, realizar um eficiente tratamento de efluentes e realizar a doação das cascas e bagaço da laranja para produtores de ração.

Palavras-chave: Cítricos. Laranja. Suco Integral. Sustentável.

## ABSTRACT

ANDRADE, Patrícia F.; BUSSULO, Jéssica R.; CARPI, João M. G.; PEREIRA, Isabella B. T.; YAMAMOTO, Kariyn. **CITRINO – Whole Orange Juice Industry**. 2018. 149 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2018.

The search for healthier habits has driven the human being to consume more food without preservatives and chemical additives. This demand has made the juice industry, especially integral ones, received prominence. Brazil, as a major producer and exporter of oranges, has in its intern market countless brands of juice. However, in the niche of the integrals, few industries bet, due to their shorter expiration date. The State of São Paulo is responsible for about 70% of the national orange harvest, with the Citrus Belt in its territory, which favors the implementation of an orange juice industry. Citrino, the company proposed in this work will be located in Franca - SP, due to owning the best water treatment in Brazil, providers around it within a maximum radius of 380 km and proximity to Santos' port, in order to enter on the export market of frozen orange juice concentrate in the future. From the mass and energy balances it was possible to size the equipment used in the operational plant of Citrino, as well as to realize the energy integration in order to reduce the combustible material used in the boiler. The investment required to make this project possible will be returned after 3 years of factory operation. Concerned about the environment, Citrino proposes to carry out activities that have a minimal impact on the environment, such as collecting rainwater for later non-potable use in its facilities, efficiently treating effluents, and donating orange peel and bagasse for feed producers.

Keywords: Citrus. Orange. Integral Juice. Sustainable.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – LOGOTIPO DA EMPRESA.....	27
FIGURA 2 – RÓTULO ELABORADO PARA O SUCO CITRINO .....	28
FIGURA 3 – LARANJAS UTILIZADAS PARA O PROCESSO DE SUCO.....	35
FIGURA 4 – VETOR TRANSMISSOR PSILÍDEO <i>DIAPHONA CITRI</i> .....	36
FIGURA 5 – SINTOMAS DE UMA LARANJEIRA INFECTADA EM <i>GREENING</i> .....	37
FIGURA 6 – CRESCENTE EXPORTAÇÃO DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL DE TONELADA POR ANO.....	38
FIGURA 7 – EXPORTAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL EM TONELADAS POR ANO	39
FIGURA 8 – CONSUMO DE SUCO 100% INTEGRAL DE LARANJA, EM MILHÕES DE LITRO.....	40
FIGURA 9 – PRODUÇÃO DE PAÍSES SELECIONADOS – LARANJA FRESCA (1000 T).....	42
FIGURA 10 – PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS (%) NA PRODUÇÃO DE LARANJA <i>IN NATURA</i> NA SAFRA DE 2017 .....	43
FIGURA 11 – DIVISÃO DAS REGIÕES DO CINTURÃO CITRÍCOLA NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	44
FIGURA 12 – MÉDIA ANUAL DE INCIDÊNCIA SOLAR GLOBAL NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	45
FIGURA 13 – MAPA DAS CIDADES FORNECEDORAS DE LARANJA E DE FRANCA.....	46
FIGURA 14 – CIDADES PRÓXIMAS À FRANCA- SP .....	47
FIGURA 15 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA INTEGRAL .....	52
FIGURA 16 – SILO <i>BIN</i> PARA ARMAZENAMENTO DE LARANJA .....	53
FIGURA 17 – LAVADORA POR ASPERSÃO .....	54
FIGURA 18 – TRANSPORTADORA DE ROLETES .....	54
FIGURA 19 – EXTRATORA TIPO ESPREMEDOR .....	56
FIGURA 20 – EXTRATORA TIPO MANDRIL.....	56
FIGURA 21 – OPERAÇÃO DE UMA EXTRATORA TIPO ESPREMEDOR .....	57
FIGURA 22 – <i>FINISHER</i> TIPO PARAFUSO .....	58
FIGURA 23 – <i>FINISHER</i> TIPO PÁ.....	59
FIGURA 24 – CENTRÍFUGA CLARIFICADORA.....	60
FIGURA 25 – ESQUEMA DE UMA UNIDADE DE PASTEURIZAÇÃO HSTS .....	62
FIGURA 26 – ENVASADORA DE LÍQUIDOS DMOM.....	63
FIGURA 27 – ENVASADORA DMOM.....	64
FIGURA 28 – FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE EFLUENTE .....	65
FIGURA 29 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO .....	67
FIGURA 30 – VOLUME DE CONTROLE NA EXTRATORA .....	68
FIGURA 31 – BALANÇO DE MASSA DA EXTRATORA .....	69
FIGURA 32 – VOLUME DE CONTROLE NO <i>FINISHER</i> .....	70
FIGURA 33 – BALANÇO DE MASSA NO <i>FINISHER</i> .....	71

FIGURA 34 – VOLUME DE CONTROLE NA CENTRÍFUGA CLARIFICADORA.....	71
FIGURA 35 – BALANÇO DE MASSA NA CENTRÍFUGA CLARIFICADORA .....	72
FIGURA 36 – BALANÇO DE MASSA NO PASTEURIZADOR.....	72
FIGURA 37 – BALANÇO GLOBAL DO PROCESSO.....	73
FIGURA 38 - BALANÇO DE MASSA NA LAVADORA.....	75
FIGURA 39 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 1 .....	77
FIGURA 40 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CPI 1.....	78
FIGURA 41 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 1 .....	78
FIGURA 42 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 2 .....	80
FIGURA 43 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CIP 2.....	81
FIGURA 44 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 2 .....	81
FIGURA 45 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 3 .....	82
FIGURA 46 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CIP 3.....	83
FIGURA 47 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 3 .....	84
FIGURA 48 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE FRIA .....	86
FIGURA 49 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE QUENTE .....	86
FIGURA 50 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE QUENTE E FRIA COM $[\Delta T]_{\text{MIN}}=10^{\circ}\text{C}$ .....	87
FIGURA 51 - DIAGRAMA DE BLOCOS PARA O PROCESSO DE PASTEURIZAÇÃO .....	87
FIGURA 52 - DIAGRAMA DE BLOCOS PARA O PROCESSO DE RESFRIAMENTO .....	90
FIGURA 53 - VÁLVULA BORBOLETA TIPO INOX.....	99
FIGURA 54 - VÁLVULA DE RETENÇÃO DO TIPO DISCO.....	99
FIGURA 55 - ESQUEMA DE UMA GRADE .....	107
FIGURA 56 - ESQUEMA DE UM DESARENADOR RETANGULAR DE FLUXO HORIZONTAL .....	108
FIGURA 57 - MEDIDOR DE VAZÃO TIPO CALHA PARSHALL.....	108
FIGURA 58 - TANQUE DE EQUALIZAÇÃO COM MISTURADOR HIPERBÓLICO	109
FIGURA 59 - VISTA LATERAL DA LAGOA ANAERÓBIA .....	112
FIGURA 60 - VISTA SUPERIOR DA LAGOA ANAERÓBIA.....	112
FIGURA 61 - SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	117
FIGURA 62 - FILTRO RETENÇÃO DE MATERIAIS GROSSEIROS.....	118
FIGURA 63 - DISPOSITIVOS DE DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA .....	119
FIGURA 64 - CISTERNA VERTICAL 5000 L .....	120
FIGURA 65 - LAYOUT CITRINO.....	123
FIGURA 66 - PLANTA BAIXA ÁREA INDUSTRIAL .....	124
FIGURA 67 - PLANTA PRÉDIO INDUSTRIAL.....	125
FIGURA 68 - PLANTA 3D GERAL .....	126

FIGURA 69 - PLANTA 3D PRÉDIO INDUSTRIAL .....	126
FIGURA 70 - VISTA 3D SILO.....	127
FIGURA 71 - VISTA 3D AUDITÓRIO.....	127
FIGURA 72 - VISTA RECEPÇÃO 3D.....	128
FIGURA 73 - VISTA 3D REFEITÓRIO.....	128
FIGURA 74 - ÁREA PARA AS INTALAÇÕES FABRIS DA CITRINO .....	133
FIGURA 75 - PARCELAS DE AMORTIZAÇÃO E DE PRESTAÇÃO DURANTE 5 ANOS .....	135
FIGURA 76 - ORGANOGRAMA CITRINO.....	140
FIGURA 77 - FLUXO DE CAIXA .....	148
FIGURA 78 - GRÁFICO <i>PAYBACK</i> .....	149
FIGURA 79 - PONTO DE EQUILÍBRIO .....	150

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE LARANJAS DOCES.....	35
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DO SUCO DE LARANJA EXIGIDO PELA LEGISLAÇÃO.....	31
TABELA 2 – TEORES DE % DE SUCO, °BRIX E RATIO PARA CADA VARIEDADE DE LARANJA .....	31
TABELA 3 – COMPOSIÇÃO APROXIMADA DE SUCO DE LARANJA .....	33
TABELA 4 – ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO DE LARANJA <i>IN NATURA</i> NO BRASIL NA SAFRA DE 2017 .....	42
TABELA 5 – PREÇO DE PRATELEIRA DOS PRINCIPAIS CONCORRENTES .....	47
TABELA 6 – ESTIMATIVA POPULACIONAL DAS CIDADES PAULISTAS.....	48
TABELA 7 - COMPOSIÇÃO APROXIMADA DA LARANJA <i>IN NATURA</i> .....	68
TABELA 8 - DADOS E VALORES OBTIDOS DAS CORRENTES.....	89
TABELA 9 - DADOS E VALORES OBTIDOS DAS CORRENTES NA ETAPA DO RESFRIAMENTO .....	92
TABELA 10 - SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO.....	95
TABELA 11- ÁREAS DE TROCA TÉRMICA PARA CADA ETAPA DO PASTEURIZADOR.....	106
TABELA 12 - DIMENSÕES DA LAGOA ANAERÓBIA.....	112
TABELA 13 - DIMENSÕES DA LAGOA FACULTATIVA .....	114
TABELA 14 - PARÂMETRO DE QUALIDADE ESTABELECIDO PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	121
TABELA 15 - INVESTIMENTO FIXO EM EQUIPAMENTOS .....	130
TABELA 16 - INVESTIMENTO FIXO EM MÓVEIS, UTENSÍLIOS E TRANSPORTE .....	131
TABELA 17 - MATÉRIA PRIMA .....	131
TABELA 18 - POTÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS.....	132
TABELA 19 - CUSTO MENSAL .....	132
TABELA 20 - INVESTIMENTO PRÉ-OPERACIONAL .....	133
TABELA 21 - INVESTIMENTO TOTAL .....	134
TABELA 22 - FINANCIAMENTO DO INVESTIMENTO TOTAL .....	134
TABELA 23 - TARIFA DO INVESTIMENTO TLP .....	135
TABELA 24 - CAPITAL DEPRECIÁVEL .....	136
TABELA 25 - CAPITAL DEPRECIÁVEL DE CADA EQUIPAMENTO .....	136
TABELA 26 - CARGA TRIBUTÁRIA DE PRODUÇÃO EM CADA MODALIDADE ..	138
TABELA 27 - ALÍQUOTAS IPVA 2019 ESTADO DE SÃO PAULO.....	139
TABELA 28 - DIVISÃO DA JORNADA DE TRABALHO.....	143
TABELA 29 - SISTEMA DE RODÍZIO DE FUNCIONÁRIOS DO GRUPO 2 .....	144
TABELA 30 - SISTEMA DE RODÍZIO DE FUNCIONÁRIOS DO GRUPO 4 .....	144
TABELA 31 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 1 .....	145
TABELA 32 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 2 .....	145
TABELA 33 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 3 .....	145
TABELA 34 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 4 .....	145

TABELA 35 - GASTOS ANUAIS .....	146
TABELA 36 - CUSTOS DIRETO DO PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA INTEGRAL .....	147
TABELA 37 - <i>PAYBACK</i> DESCONTADO .....	149

## LISTA DE ABREVIATURAS

A.C. – Antes de Cristo

CV – Cavalo

h – Hora

ha – Hectare

kg – Quilograma

km – Quilômetro

kW – Quilowatts

kWh – Quilowatts hora

L - Litro

m – Metros

m<sup>3</sup> - Metro cúbico

mg – Miligrama

mL – Mililitros

mm – Milímetro

pH – Potencial hidrogeniônico

rpm – Rotações por minuto

t – Tonelada

V – Volt

## **LISTA DE SIGLAS**

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CAGED – Cadastro de empregados e desempregados
- CEPEA – Centro de estudos avançados em economia aplicada
- CIP – Clean in place
- COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
- CONAB – Companhia nacional de abastecimento
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CSLL – Contribuição Social sobre Lucro Líquido
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- ETE - Estação de tratamento de esgoto
- FCOJ - Frozen concentrated orange juice
- FUNDECITRUS - Fundo de defesa da citricultura
- HLB - Huanglongbing
- HTST - High Temperature and Short Time
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
- IPCA – Índice de Preços ao Consumidor
- IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
- IPTU – Imposto sobre a propriedade predial e territorial urbano



IPTU – Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbano

IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

IRPJ – Imposto de Renda Pessoa Jurídica

ISS – Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza

JBT- John Bean Technologies

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NBR – Norma Brasileira

NFC - Not from concentrate

NTS – Norma Técnica da Sabesp

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PET – Poli (tereftalato) de etileno

PIS/PASEP – Programa de Integração Social e Formação do Patrimônio do Servidor

SEBRAE – Serviços Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEBRAE- Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas

SECEX - Secretaria de Comércio Exterior

SNA - Sociedade Nacional de Agricultura

TDH – Tempo de detenção hidráulica

TLP – Taxa de Longo Prazo

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

UNEP – United Nations Environment Programme

USDA - United States Department of Agriculture

VPL – Valor Presente Líquido

## LISTA DE SÍMBOLOS

$A_{\frac{1}{2}}$  – Área de meia profundidade

$A_s$  – Área superficial

$B$  – Largura

$C_{NaOH}$  – Concentração molar de hidróxido de sódio

$C_{HNO_3}$  – Concentração molar de ácido acético

$CO_{total}$  – Carga orgânica total

$CO_v$  – Carga orgânica volumétrica depositada na lagoa facultativa

$CO_{final}$  – Carga orgânica final lançada no corpo receptor

$L$  – Comprimento

$L_s$  – Carga superficial máxima

$m_{Cl}$  – Massa de cloro líquido

$m_{H_2O}$  – Massa de água

$\dot{m}_2$  – Vazão mássica alimentada no finisher

$\dot{m}_4$  – Vazão mássica de polpa proveniente do finisher

$\dot{m}_5$  – Vazão mássica de extrato (suco+polpa) proveniente do finisher

$\dot{m}_6$  – Vazão mássica de polpa proveniente da centrífuga clarificadora

$\dot{m}_7$  – Vazão mássica de extrato (suco+polpa) proveniente da centrífuga clarificadora

$\dot{m}_{bagaço,3}$  – Vazão mássica de bagaço proveniente da extratora

$\dot{m}_{laranja,1}$  – Vazão mássica de laranja alimentada na extratora

$\dot{m}_{polpa,2}$  – Vazão mássica de polpa proveniente da extratora

$\dot{m}_s$  – Vazão mássica de suco final

$\dot{m}_{suco,2}$  – Vazão mássica de suco proveniente da extratora

$\dot{m}_{lavagem}$  – Vazão mássica da lavadora

$\dot{m}_{Cl}$  – Vazão mássica do cloro líquido

$\dot{m}_{H_2O}$  - Vazão mássica de água

$\dot{m}_{NaOH}$  – Vazão mássica do hidróxido de sódio

$\dot{m}_{HNO_3}$  – Vazão mássica do ácido nítrico

$\dot{m}_{CIP1}$  – Vazão mássica do CIP 1

$\dot{m}_{CIP2}$  – Vazão mássica do CIP 2

$\dot{m}_{CIP3}$  – Vazão mássica do CIP 3

$MM_{NaOH}$  – Massa molar de hidróxido de sódio

$MM_{HNO_3}$  - Massa molar de ácido acético

$\eta$  – Eficiência da remoção do tratamento

$\dot{Q}_{lavagem}$  – Vazão volumétrica da lavadora

$\dot{Q}_{CIP1}$  – Vazão volumétrica CIP 1

$\dot{Q}_{CIP2}$  – Vazão volumétrica CIP 2

$\dot{Q}_{CIP3}$  – Vazão volumétrica CIP 3

$Q_{7,10}$  – Vazão mínima de 7 dias consecutivos em com período de retorno de 10 anos

$\dot{Q}_{diária}$  – Vazão volumétrica diária de suco

$T_F$  – Temperatura média do ar no mês mais frio

$V_{Cl}$  – Volume do cloro líquido

$V_{H_2O}$  – Volume de água

$V_{tanque}$  – Volume do tanque asséptico refrigerado

$V_{administrativo}$  – Volume do reservatório no setor administrativo

$V_{diário}$  – Volume diário de suco produzido

$V_{industrial}$  – Volume do reservatório no setor industrial

$V_{total}$  – Volume total

$x_{H_2O}$  – Fração mássica da água

$x_{HNO_3}$  – Fração mássica do ácido nítrico

$x_{NaOH}$  – Fração mássica do hidróxido de sódio

$x_2$  – Fração de extrato da laranja (suco + polpa)

$x_{bagaço,1}$  – Fração de bagaço da laranja na fruta

$x_{bagaço}$  – Fração de bagaço da laranja

$x_{Cl}$  – Fração mássica de cloro líquido

$x_{polpa\ da\ laranja,1}$  – Fração de polpa da laranja na fruta

$x_{polpa,2}$  – Fração de polpa no extrato proveniente da extratora

$x_{suco\ da\ laranja,1}$  – Fração de suco de laranja na fruta

$x_{suco,2}$  – Fração de suco no extrato proveniente da extratora

°C: Grau Celsius

% - Porcentagem

% V/V - Porcentagem em volume

$\rho_{suco}$  - Massa específica do suco de laranja

$\rho_{Cl}$  - Massa específica do cloro líquido

$\rho_{H_2O}$  - Massa específica da água

$c_{psuco}$  – Calor específico do suco de laranja

Q – Calor trocado

$\Delta H$ - Variação de entalpia

$\Delta T$ - Variação de temperatura

$\dot{m}_{suco}$  - Vazão mássica do suco de laranja.

$\dot{m}_{vapor}$  - Vazão mássica do vapor de água

$\dot{m}_{carvão}$  - Vazão mássica do carvão

$PCI_{carvão}$  - Poder calorífico do carvão mineral RS

$\dot{m}_{amônia_{liq}}$  - Vazão mássica da amônia líquida

$\dot{m}_{amônia}$  - Vazão mássica total de amônia no sistema

$\dot{W}_c$  - Trabalho realizado pelo compressor

$h$  – Entalpia

$\Delta T_{ml}$  - Média logarítmica das temperaturas das correntes no regenerador

$U$  – Coeficiente global de troca térmica

$\bar{h}$  - Coeficiente convectivo

$D_h$  - Diâmetro hidráulico

$k$  - Condutividade térmica

$Re$  - Número de Reynolds

$Pr$  - Número de Prandtl

$Nu$  – Número de Nusselt

$f$  - Fator de atrito

$A$  - Área de troca térmica

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO</b> .....	26
1.1 APRESENTAÇÃO EMPRESA .....	26
1.2 APRESENTAÇÃO PRODUTO .....	28
<b>2 INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	30
3.1 DEFINIÇÃO .....	30
3.2 HISTÓRIA MUNDIAL DO SUCO DE LARANJA.....	31
3.3 HISTÓRIA NACIONAL DO SUCO DE LARANJA .....	32
3.4 MATÉRIA-PRIMA.....	33
3.4.1 Laranja .....	33
3.4.2 Clima e solo.....	34
3.4.3 Pragas e doenças .....	36
<b>4 PLANO DE NEGÓCIO</b> .....	38
4.1 ANÁLISE DE MERCADO .....	38
4.1.1 Mercado externo .....	38
4.1.2 Mercado interno .....	40
4.2 REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA E LOCALIZAÇÃO .....	41
4.3 MERCADO CONSUMIDOR .....	48
4.3.1 Compradores do suco de laranja .....	48
4.3.2 Subproduto.....	49
4.4 PERSPECTIVAS FUTURAS .....	50
<b>5 JUSTIFICATIVA</b> .....	51
<b>6 FLUXOGRAMA E DESCRIÇÃO DO PROCESSO</b> .....	52
6.1 FLUXOGRAMA .....	52
6.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO .....	53
6.2.1 Recepção da matéria-prima .....	53
6.2.2 Armazenamento (Silos).....	53
6.2.3 Lavagem .....	53
6.2.4 Seleção .....	54
6.2.5 Extração .....	55
6.2.6 Clarificação.....	58
6.2.7 Pasteurização.....	60

6.2.8 Envase .....	62
6.2.9 Armazenamento .....	64
6.2.10 Distribuição.....	64
6.2.11 Lavagem dos equipamentos .....	64
6.3 TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	65
<b>7 BALANÇO DE MASSA .....</b>	<b>67</b>
7.1 BALANÇO DE MASSA DO SUCO DE LARANJA .....	67
7.2 BALANÇO DE MASSA DA ÁGUA DE LIMPEZA .....	73
7.2.1 Balanço de massa da lavadora .....	73
7.2.2 Balanço de massa da CIP 1 .....	75
7.2.3 Balanço de massa da CIP 2.....	78
7.2.4 Balanço de massa da CIP 3.....	81
<b>8 BALANÇO DE ENERGIA E INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA .....</b>	<b>85</b>
<b>9 DIAGRAMA DE FLUXO DO PROCESSO .....</b>	<b>93</b>
<b>10 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROCESSO .....</b>	<b>94</b>
10.1 SILO DE ARMAZENAMENTO .....	94
10.2 LAVADORA.....	94
10.3 TRANSPORTADORA .....	94
10.4 EXTRATORA .....	94
10.5 FINISHER.....	95
10.6 CENTRÍFUGA CLARIFICADORA.....	95
10.7 PASTEURIZADOR.....	95
10.8 TANQUES DE ARMAZENAMENTO .....	96
10.8.1 Tanque asséptico refrigerado.....	96
10.8.2 Tanque asséptico .....	96
10.9 ENVASADORA .....	96
10.10 ROTULADORA .....	97
10.11 CODIFICADORA.....	97
10.12 ENFARDADEIRA .....	97
10.13 CÂMARA FRIA.....	97
10.14 BOMBA CENTRÍFUGA .....	97
10.15 CALDEIRA .....	98
10.16 BALANÇA RODOVIÁRIA .....	98

10.17 MEDIDORES.....	98
10.17.1 Temperatura.....	98
10.17.2 Pressão .....	98
10.17.3 Nível .....	98
10.18 CONTROLADOR .....	99
10.18.1 Válvula .....	99
10.19 ÁREA DE TROCA TÉRMICA.....	99
10.19.1 Regeneração.....	100
10.19.2 Aquecimento .....	103
10.19.3 Refrigeração.....	104
<b>11 DESCRIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES</b> ..	<b>107</b>
11.1 TRATAMENTO PRELIMINAR.....	107
11.1.1 Grades .....	107
11.1.2 Desarenador.....	107
11.1.3 Medidor de vazão (Calha Parshall) .....	108
11.1.4 Tanque de equalização .....	109
11.2 TRATAMENTO SECUNDÁRIO.....	109
11.2.1 Lagoa anaeróbia .....	110
11.2.2 Lagoa facultativa .....	113
<b>12 DIMENSIONAMENTO DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL</b> .....	<b>117</b>
12.1 ÁREA DE CAPTAÇÃO .....	117
12.2 CALHAS E CONDUTORES VERTICAIS .....	118
12.3 GRADES E FILTROS.....	118
12.4 DISPOSITIVO DE DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA .....	118
12.5 DIMENSIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	119
12.6 PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO.....	121
<b>13 LAYOUT</b> .....	<b>122</b>
13.1 PLANTA BAIXA E LAYOUT 2D.....	122
13.2 PLANTA 3D.....	126
<b>14 ANÁLISE ECONÔMICA</b> .....	<b>129</b>
14.1 CAPITAL TOTAL INVESTIDO.....	129
14.2 CAPITAL FIXO INICIAL .....	130
14.3 CAPITAL DE GIRO .....	131



14.4 INVESTIMENTO PRÉ-OPERACIONAL.....	132
14.5 INVESTIMENTO TOTAL.....	134
14.6 FINANCIAMENTO.....	134
14.7 CAPITAL DEPRECIÁVEL.....	136
14.8 TAXA DE IMPOSTO DE PRODUÇÃO.....	137
14.9 TAXA DE IMPOSTOS DE VEÍCULOS E TERRITÓRIO.....	139
14.9.1 IPVA.....	139
14.9.2 IPTU.....	139
14.10 CUSTO E DESCRIÇÃO DOS CARGOS.....	140
14.10.1 Estrutura organizacional.....	140
14.10.2 Descrição dos cargos.....	141
14.10.3 Jornada de trabalho e custos.....	143
14.11 PREVISÃO DE CUSTO E DESPESAS.....	146
14.12 CUSTO UNITÁRIO.....	146
14.13 FATURAMENTO MENSAL E ANUAL.....	147
14.14 FLUXO DE CAIXA.....	147
14.15 PAYBACK.....	148
14.16 PONTO DE EQUILÍBRIO.....	150
<b>15 CONCLUSÃO.....</b>	<b>151</b>
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>152</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO EMPRESA

A Citrino é uma indústria voltada para o mercado interno e regional na produção de suco de laranja integral. Sua sede será situada na cidade de Franca, localizada ao norte do estado de São Paulo, entre os grandes centros econômicos São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro.

O nome Citrino refere-se ao mineral quartzo de cor amarelada, muito apreciada em joalherias. Com tal característica de coloração, o mineral faz menção à preciosa bebida de mesma cor, o suco de laranja integral.

A empresa foi criada em 2018 com o intuito de levar às pessoas a importância do consumo de vitaminas e fibras da laranja, cuja fruta pode ser substituída de forma prática no dia a dia das famílias pelo suco integral. Preocupada com a geração futura e livre de conservantes, a Citrino conta com uma equipe preparada para atingir o mercado regional.

**Missão:** Oferecer sucos integrais de alta qualidade para as famílias brasileiras, unindo sabor e nutrição, participando da formação de uma geração mais saudável com transparência, seriedade e fidelidade.

**Visão:** Tornar-se líder nacional no ramo de suco e ingredientes naturais derivados da laranja, buscando atuar de forma sustentável, otimizando ao máximo cada processo visando a mínima geração de resíduos. Ser reconhecido pela inovação tecnológica que garante alta produção a baixo custo operacional e por fornecer um ambiente de trabalho seguro e respeitoso aos funcionários.

**Valores:**

- Respeito ao ambiente;
- Ética;
- Inovação;
- Transparência;
- Confiabilidade.

FIGURA 1 – LOGOTIPO DA EMPRESA



**Citrino**

*Você mais saudável*

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

## 1.2 APRESENTAÇÃO PRODUTO

O suco Citrino de laranja integral consiste em uma dose unitária de 300 mL, suficiente para acompanhar as refeições diárias. Seu tamanho torna a bebida prática, levando a refrescância da fruta de forma rápida e saudável aos seus consumidores. O produto é feito apenas de laranja, 100% natural, e passa pelo procedimento de pasteurização que permite a não proliferação de bactérias, fungos e microrganismo, e assegura a validade do suco em 30 dias após a fabricação.

A bebida possui um alto valor nutricional, fonte de vitaminas e minerais como potássio, ácido fólico e betacaroteno, essenciais à saúde.

O rótulo do produto é do tipo *sleeve* que cobre toda a garrafa, assim, não permitindo a passagem da luz o qual poderia causar a degradação do suco de laranja. A Figura 2 abaixo ilustra o rótulo do produto que chegará às prateleiras ao consumidor.

FIGURA 2 – RÓTULO ELABORADO PARA O SUCO CITRINO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

## 2 INTRODUÇÃO

A laranja brasileira destaca-se por sua qualidade devido a característica ideal para produção de suco. Em razão de grande escala de processo e com seu baixo custo, o Brasil tornou-se o maior produtor de suco de laranja, sendo responsável por 60% da produção mundial e aproximadamente 80% da produção brasileira de laranja são destinadas à indústria de bebidas (FRANCO, 2016).

Segundo Gottems (2018), a cada cinco copos de suco de laranja consumidos no mundo, três são produzidos no Brasil, em nenhuma outra commodity, o país tem amplitude semelhante.

Com alta produção de laranja, a citricultura fechou o ano de 2017 com uma das principais atividades geradoras de emprego do Estado de São Paulo. Conforme os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), do Ministério do Trabalho, a atividade encerrou o ano com um total de 51.477 admissões. (CITRUSBR, 2017).

De acordo com Zafalon (2017), as vendas externas do produto não concentrado (NFC) estão em ascensão. Entre 2001/02 e 2016/17, as NFC subiram de 24 mil toneladas para 1,21 milhão de toneladas.

O Brasil é considerado o maior exportador de suco de laranja do mundo. De novembro a janeiro de 2016, foram exportados US\$ 437,66 milhões de suco integral. Os principais importadores do suco de laranja brasileiro são Estados Unidos, União Europeia, Japão e China (FRANCO, 2016).

O suco integral trata-se de bebida saborosa, funcional e que traz benefícios à saúde. As propriedades funcionais da bebida não sofrem nenhum processo de quebra dos nutrientes e das partículas, atuando no aumento da imunidade. A recomendação diária de vitamina C é de 45 mg por dia, aproximadamente uma laranja. O suco pode ser uma ótima alternativa para atingir os níveis de vitaminas e fibras (MASTROROSA, 2017).

Cabe destacar outros setores como subproduto da indústria citrícola que são os mercados de óleos essenciais, bagaço para ração animal e a polpa congelada.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DEFINIÇÃO

O suco de laranja pode ser obtido nas formas natural, o suco não concentrado (*Not From Concentrate* – NFC) também conhecido como integral, e suco concentrado congelado (*Frozen Concentrated Orange Juice* – FCOJ), e reconstituído. A categoria natural engloba sucos provenientes de frutas frescas e preparados na hora. O suco integral é aquele no qual não há adição de açúcares e está na sua concentração natural. O suco concentrado é parcialmente desidratado. O suco reconstituído é feito a partir do suco concentrado, com adição de água, devendo apresentar os mesmos parâmetros de qualidade do suco integral (GONÇALVES, 2009).

Outra modalidade de suco é o néctar. Esse necessita de uma participação de suco de laranja acima de 30% e açúcar em sua composição (GONÇALVES, 2009).

Também é possível encontrar no Brasil os preparados líquidos, bebidas concentradas para refresco pronto, ou néctar de laranja. Nos supermercados é comum encontrar o néctar de laranja pronto para beber e o preparado líquido para refresco de laranja, a ser reconstituído pelo consumidor (GONÇALVES, 2009).

De acordo com Gonçalves (2009), a lei brasileira exige que refrigerantes de laranja devem conter no mínimo 10% de suco de laranja, com adição de dióxidos de carbono para constituir uma bebida gaseificada, e a informação deve constar no rótulo. Para os néctares e refrescos, mesmo que gaseificados, não há essa obrigatoriedade. Além dessas modalidades, há os sucos desidratados e mistos.

Segundo a Instrução Normativa n. 01, de 07 de jan. de 2000 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000), que regulamenta os padrões de identidade e qualidade para polpa de diferentes frutas e suco de frutas, o suco de laranja deverá possuir cor amarela, aroma e sabor próprio. Deverá também possuir a composição demonstrada na Tabela 1.

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DO SUCO DE LARANJA EXIGIDO PELA LEGISLAÇÃO

<b>Composição</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Sólidos solúveis em ° Brix, a 20° C	10,5	-
Relação de sólidos solúveis em °Brix/acidez em g/100g de ácido cítrico anidro	7,0	-
Ácido ascórbico (mg/100mg)	25,00	-
Açúcares totais naturais da laranja (g/100g)	-	13,00
Óleo essencial de laranja %v/v	-	0,035

\*Um grau °Brix corresponde a 1g de sacarose por 100g de solução.

FONTE: BRASIL, 2000.

Segundo Hortibrasil (2009), o Teor de Sólidos Solúveis (°Brix), o Ratio (Açúcares/Acidez) e a Porcentagem de Suco (Peso do Suco/Peso do Fruto) para cada variedade de laranja com valores determinados para o Estado de São Paulo e para o Triângulo Mineiro, estão ilustrados na Tabela 2.

TABELA 2 – TEORES DE % DE SUCO, °BRIX E RATIO PARA CADA VARIEDADE DE LARANJA

<b>Variedade</b>	<b>% de suco</b>	<b>°Brix</b>	<b>Ratio</b>
Hamlin	35	10,0	9,5
Baia	35	10,0	9,5
Rubi	40	9,0	9,5
Pêra	45	10,0	9,5
Natal	44	10,0	9,5
Valência	44	10,0	9,5
Lima	35	10,0	-

FONTE: HORTIBRASIL, 2009.

### 3.2 HISTÓRIA MUNDIAL DO SUCO DE LARANJA

As primeiras menções de frutas cítricas na história mundial datam de 1027 a 256 a.C., em publicações chinesas famosas. A região asiática é o local onde há registros dos primeiros cultivos das espécies cítricas, por serem espécies nativas da região. A primeira laranja doce citada de que se tem conhecimento pertence ao grupo das tangerinas, denominada *tien kan*. A distribuição mundial das espécies cítricas, especialmente as laranjas, deu-se pelo contato entre diferentes nações, que faziam trocas de animais e plantas comuns em suas regiões. Dessa forma, o cultivo de espécies cítricas foi sendo disseminado pelo mundo, ocorrendo mutações e dando origem à laranja, como hoje conhecemos, decorrente do cruzamento de vários tipos de cítricos (DONADIO; MOURÃO FILHO; MOREIRA, 2005).

No continente americano, foi Colombo quem trouxe as primeiras sementes de espécies cítricas por volta de 1493, chegando ao Brasil no início da sua colonização, em 1530. Na Flórida, Estados Unidos, exploradores espanhóis trouxeram os primeiros cítricos entre 1513 e 1565. Já na Califórnia, este fato ocorreu através das missões franciscanas em meados de 1769 (DONADIO; MOURÃO FILHO; MOREIRA, 2005).

Foi em 1905, nos Estados Unidos, que produtores de laranja e comerciantes juntamente com industriais, criaram a máquina de espremer. Disponível primeiramente em bares, para posteriormente chegar aos lares americanos, com a ideia de se beber mais o suco de laranja. Esta ideia foi incentivada pelos produtores de laranja, pois a substituição do fruto “in natura” pelo suco aumentaria a demanda pela fruta, já que para se obter um copo de suco de laranja, são necessárias de três a quatro laranjas. A partir deste momento, as famílias aceitaram e compraram a ideia, tornando-se assim um costume de ingerir o suco de laranja no café da manhã. O suco anteriormente era entregue nas portas das casas da mesma forma que o leite engarrafado. Seu consumo foi aumentando e sua produção acelerou-se a partir da Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento da indústria (RIBEIRO, 1992).

### 3.3 HISTÓRIA NACIONAL DO SUCO DE LARANJA

A primeira fábrica de suco de laranja não concentrado foi implantada no Brasil no período da Segunda Guerra Mundial, a fim de evitar o desperdício do fruto. Contudo, a empresa fracassou por falta de mercado consumidor. A retomada da indústria de suco de laranja foi feita devido a uma geada que atingiu os pomares da Flórida em 1962, dando a oportunidade ao Brasil de abastecer o mercado interno e externo (NEVES et al, 2013).

O suco de laranja originário do Brasil é conhecido por sua elevada qualidade. O tipo de suco produzido é ditado pelo comportamento do consumidor em mercados de mais alto poder aquisitivo, que nos últimos anos passou a preferir o suco não concentrado ao suco concentrado congelado, por ser um produto de paladar mais agradável, com sabor mais aproximado ao do suco espremido na hora e por possuir uma imagem mais saudável. As primeiras produções de NFC no Brasil começaram em 1999/2000 ainda em caráter experimental, em 2000 foram realizadas as primeiras exportações, mas só em 2002/03 o NFC passou a ser registrado pela Secex



(Secretaria de Comércio Exterior) separadamente das exportações do FCOJ (FRANCO, 2016).

### 3.4 MATÉRIA-PRIMA

#### 3.4.1 Laranja

No gênero *Citrus*, a família *Rutaceae* se destaca economicamente. Esse gênero compreende grande variedades de frutas, em sua maioria representada por laranjas doces (*Citrus sinensis*), tangerinas (*Citrus reticulada* e *Citrus deliciosa*), limões (*Citrus limon*), limas ácidas como o Tahiti (*Citrus latifolia*) e o Galego (*Citrus aurantiifolia*), e doces tais como a lima da Pérsia (*Citrus limettioides*), pomelo (*Citrus paradisi*), cidra (*Citrus medica*), laranja azeda (*Citrus aurantium*) e toranjas (*Citrus grandis*) (BASTOS et al., 2014).

De acordo com Lorenzi et al. (2006), as laranjeiras possuem porte médio, atingindo em média cinco a dez metros de altura, possuindo uma copa densa, arredondada e perene. As suas folhas são verdes, brilhantes e muito aromáticas, e as flores são pequenas e brancas, atraindo as abelhas metalíferas em profusão. Geralmente, as laranjas são esféricas, de casca alaranjada, com pericarpo esbranquiçada rico em pectina.

O suco de laranja é constituído por água, açúcares, ácidos orgânicos, pectina, minerais, óleos essenciais, fibras, proteínas e lipídios, conforme a Tabela 3.

TABELA 3 – COMPOSIÇÃO APROXIMADA DE SUCO DE LARANJA

Constituintes	Porcentagem (%)
Água	85-90
Açúcares	6-9
Ácidos	0,5-1,5
Pectina	0,5-1,5
Minerais	0,5-0,8
Óleos essenciais	0,2-0,5
Fibra	0,5-1,0
Proteína	0,5-0,8
Lipídios	0,1-0,2

FONTE: MACRER et al., 1993.

### 3.4.2 Clima e solo

Segundo Buslig (1991), o gênero *Citrus* é de origem tropical; dessa forma o clima com temperatura entre 23°C e 32°C e alta umidade relativa do ar são favoráveis para citricultura.

As laranjeiras adaptam-se em diferentes regimes térmicos, desde temperaturas elevadas e constantes, até em grande variação sazonal. Temperaturas acima de 40°C e abaixo de 13°C acarretam a perda de produtividade, devido à baixa taxa de fotossíntese (ORTOLANI et al., 1991). Reuther (1977) demonstrou que a temperatura do ar exerce influência nas fases de desenvolvimento da planta até a maturação dos frutos.

O desenvolvimento das árvores e conseqüentemente a produção de frutos ocorrem em solos profundos e permeáveis, com pH na faixa de 5,0 a 6,5. Solos com pouca profundidade, de textura argilosa sujeitos a encharcamentos desfavorecem o crescimento da laranjeira. Em solo arenosos, a capacidade de retenção de água é baixa, assim, limitando o desenvolvimento das raízes (JUNIOR et al., 2005).

A deficiência hídrica (< 50mm/mês) nas regiões tropicais durante 2 a 4 meses, pode acarretar na redução de metabolismo da planta cítrica, o qual induz a um repouso vegetativo. A ausência de chuva provoca queda de flores, reduzindo a produção (DOORENBOS e KASSAM, 1979).

Segundo Camargo et al. (1999), as condições climáticas do Estado de São Paulo influenciam o rendimento dos citros, principalmente as variáveis meteorológicas que favorecem a floração e crescimento inicial dos frutos.

Quanto à maturação, as cultivares são divididas em subgrupos, que podem ser precoces (maio a julho), meia-estação (agosto a outubro) ou tardia (novembro a janeiro), e também quanto à coloração do endocarpo, o qual pode ser: claro, alaranjado ou de polpa avermelhada, devido a presença de antocianinas, como mostra o Quadro 1 a seguir.

QUADRO 1 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE LARANJAS DOCES

Cultivar	Característica do fruto		
	Maturação	Teor de suco	Acidez
Pera	Ano todo	Alto	Baixa
Valência	Tardia	Alto	Média
Natal	Tardia	Alto	Média
Folha murcha	Tardia	Alto	Baixa
Hamlin	Precoce	Baixo	Alta
Bahia	Meia-estação	Baixo	Média
Baianinha	Meia-estação	Baixo	Média
Lima	Meia-estação	Baixo	Baixa
Rubi	Meia-estação	Médio	Média
Westin	Precoce	Médio	Média

FONTE: BASTOS et al., 2014.

As principais variedades de laranjas doces destinadas ao processamento para suco são Pera, Valência, Natal e Folha murcha como ilustra a Figura 3 a seguir.

FIGURA 3 – LARANJAS UTILIZADAS PARA O PROCESSO DE SUCO



FONTE: CITRÍCOLA LUCATO, 2016.

Nas condições do estado de São Paulo, a laranja pera possui maturação mediana ou meia-estação e está apta para colheita entre 10 e 14 meses após a antese (momento de maturação de uma flor). Outras cultivares como Natal, Valência e Folha murcha são tardias, abrangendo o ponto de colheita entre 12 e 18 meses (BASTOS et al., 2014).

A maturação da Halim é precoce e há baixo valor comercial para produção de suco em comparação à Pera, Natal e Valência (POZZAN e TRIBONI, 2005).

A diversidade no plantio das laranjas é uma forma de manejar o controle de pragas e doenças e reduzir os impactos das adversidades climáticas.

### 3.4.3 Pragas e doenças

É comum o aparecimento de algumas pragas e doenças na citricultura, algumas delas são consideradas graves, como o *Greening*, também chamado de Huanglongbing (HLB), sendo o agente causal uma bactéria chamada *Candidatus Liberibacter ssp.*, que se aloja e se desenvolve no floema das plantas impedindo a distribuição da seiva. Seu vetor de transmissão é o psíldeo *Diaphona citri*, um pequeno inseto de coloração cinza e com manchas escuras nas asas que mede de 2 a 3 mm de comprimento. Quando contaminadas, as plantas novas não chegam a produzir e plantas adultas tornam-se improdutivas em 2 a 5 anos. Uma vez infectadas as plantas devem ser eliminadas, pois não há métodos curativos para o *Greening*. Para controle do psíldeo podem ser utilizados inseticidas em pulverização e sistêmicos, aplicados via solo (granulados), em *drench* (via líquido) e diretamente ao tronco (FUNDECITRUS, 2009).

FIGURA 4 – VETOR TRANSMISSOR PSILÍDEO *DIAPHONA CITRI*



FONTE: FUNDECITRUS, 2009.

FIGURA 5 – SINTOMAS DE UMA LARANJEIRA INFECTADA EM *GREENING*

FONTE: FUNDECITRUS, 2009.

Outras doenças mais comuns causadas por fungos são verrugose, gomose, melanose, rubelose e mancha preta, e pragas como ácaros, cochonilhas, coleobrocas, pulgões, moscas-das-frutas, lagartas e formigas (DONADIO; MOURÃO FILHO; MOREIRA, 2005).

## 4 PLANO DE NEGÓCIO

### 4.1 ANÁLISE DE MERCADO

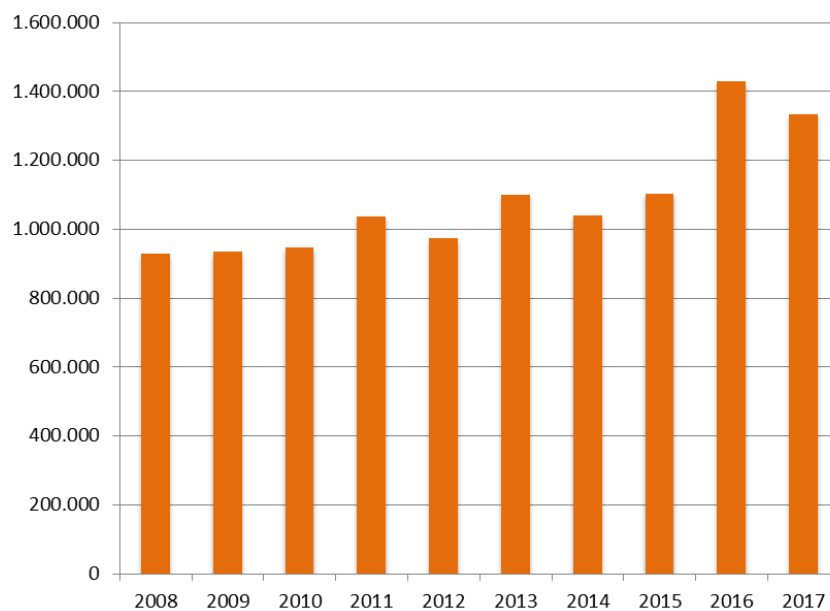
#### 4.1.1 Mercado externo

O Brasil é responsável por 60% da produção mundial de suco, sendo cerca de 80% da produção brasileira destinada à indústria de suco de laranja. Os principais importadores de suco de laranja são a União Europeia, Estados Unidos, Japão e China (FRANCO, 2016).

As exportações de suco de laranja continuam em ritmo crescente nos primeiros meses da safra 2017/2018 de acordo com a Secex. Entre os meses de julho de 2017 e março de 2018, os embarques totalizaram 855,8 toneladas de suco de laranja. O suco de laranja integral participa com US\$ 437,66 milhões (FARMING BRASIL, 2018).

A Figura 6 demonstra a crescente exportação de suco de laranja nos anos de 2008 à 2017.

FIGURA 6 – CRESCENTE EXPORTAÇÃO DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL DE TONELADA POR ANO



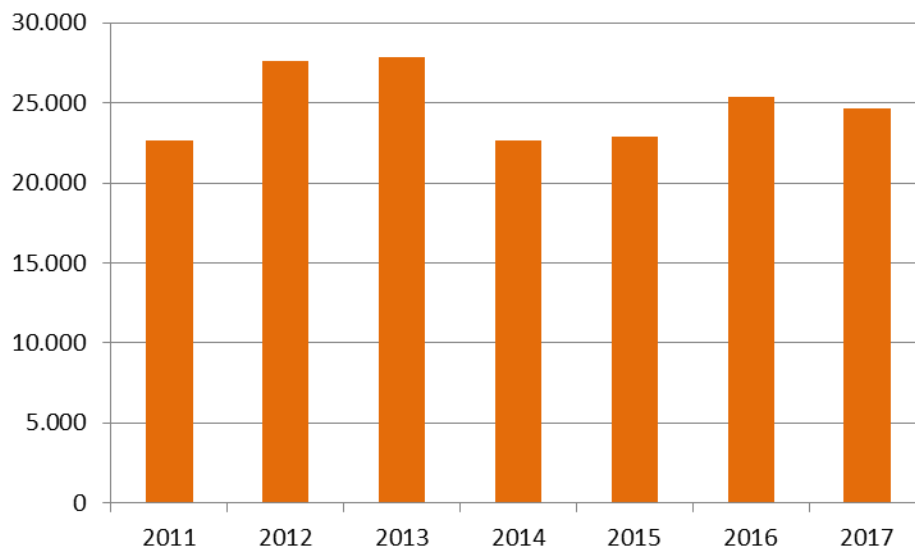
FONTE: ADAPTADO CITURUSBR, 2018.

O Brasil é destaque na produção de óleo essenciais cítricos, obtido como subproduto da indústria de suco de laranja. Entre os 18 óleos mais importantes o Brasil lidera dois dos mais importantes, *Citrus sinensis* e *Citrus aurantifolia*. Destaca-se a importância da *Citrus Sinensis*, popularmente conhecida como laranja doce, sendo uma das frutas utilizadas na produção de suco da Citrino, dessa forma facilitando futuramente a obtenção em larga escala. (Sociedade Nacional de Agricultura, 2017).

O mercado mundial de óleo essencial movimentava US\$ 15 bilhões por ano, representando um crescimento de 11% por ano. O Brasil contribuiu com de 5% do total de óleos importados, entre janeiro a outubro de 2013, o Brasil exportou cerca de 26 mil toneladas de óleos cítricos. Os maiores consumidores de óleos essenciais são os EUA (40%) e União Europeia (30%), sendo a França o maior importador (Sociedade Nacional de Agricultura, 2017).

A Figura 7 apresenta as exportações de óleo essencial nos anos de 2011 à 2017.

FIGURA 7 – EXPORTAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL EM TONELADAS POR ANO



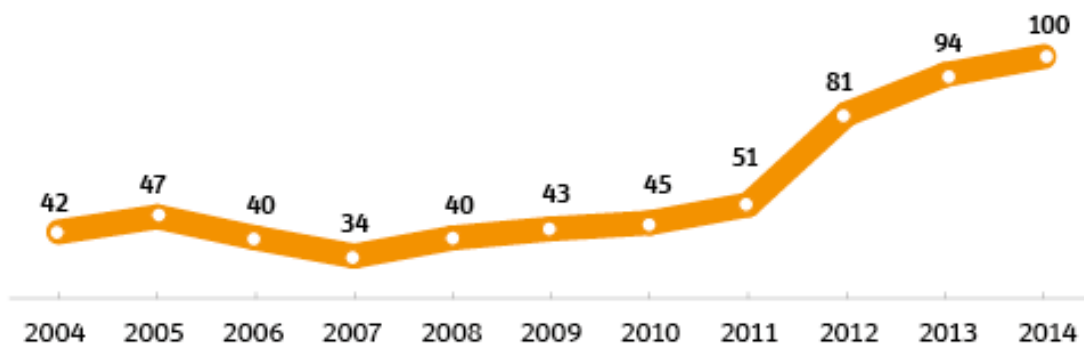
FONTE: ADAPTADO CITURUSBR, 2018.

#### 4.1.2 Mercado interno

A sociedade está cada dia mais preocupada com a saúde, assim a busca pela qualidade de vida se estende aos cuidados com a alimentação, marcado por uma crescente demanda por produtos saudáveis e com características nutricionais e sensoriais próximas dos alimentos *in natura*. Deste modo, a indústria alimentícia está cada vez mais atenta aos desejos do consumidor e investindo em novas formulações para novos produtos, e concentrando o marketing no apelo à vida saudável (WANSINK, 2004; MACHADO, 2013).

De acordo com SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2006), verificou-se o aumento de consumo de bebidas não alcoólicas e não carbonatadas, tais como sucos (prontos, concentrados, entre outros), chás e água. Os sucos prontos estão entre as bebidas que mais crescem no setor das não alcoólicas. A Figura 8 apresenta esse aumento do consumo de suco de laranja integral entre os anos 2004 a 2014.

FIGURA 8 – CONSUMO DE SUCO 100% INTEGRAL DE LARANJA, EM MILHÕES DE LITRO



FONTE: FREITAS, 2015.

Segundo Bouças (2018), o mercado brasileiro de refrigerantes, que encolheu 4,6% em volume de vendas no ano passado, para 11,5 bilhões de litros, pode apresentar nova queda neste ano, entre 5 a 6%. Pesquisa feita em fevereiro, com 1355 brasileiros, demonstrou que 31% escolheu bebidas não alcoólicas ao invés das alcoólicas nos últimos 12 meses. Do total, 38% está interessado em bebidas com benefícios provenientes de ingredientes naturais; 34% informou que gostaria de ter mais opções de bebidas sem adoçantes artificiais; 34% gostaria de ver mais bebidas



não alcoólicas com embalagens retornáveis; e 28% teve o interesse de ver mais opções de bebidas vegetais. Outra pesquisa revelou também que 30% dos brasileiros estão comprando mais bebidas naturais e 25% consumindo menos bebidas com ingredientes artificiais.

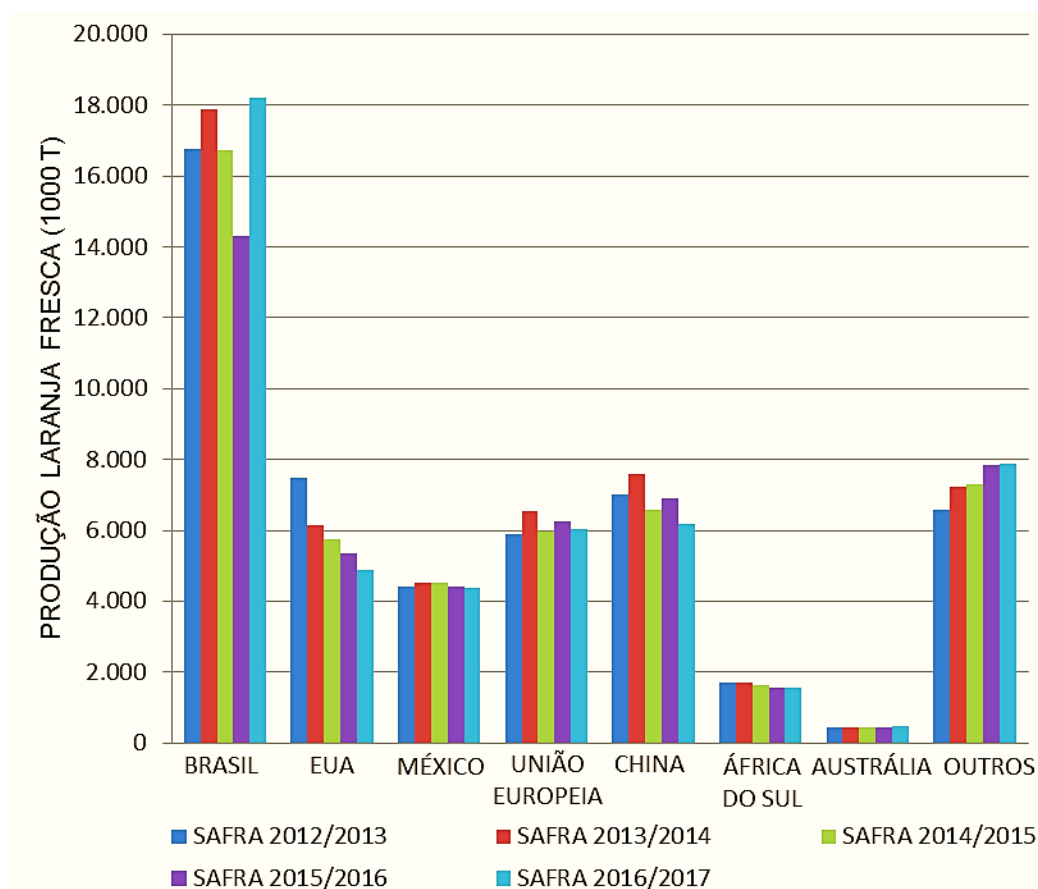
Com maior preocupação dos consumidores em ingerir produtos mais saudáveis, no ano de 2016, o segmento de sucos e bebidas de frutas foi responsável por 31% dos lançamentos de produtos no mercado de bebidas não alcoólicas. E 52% dos produtos lançados em 2016 foram integrais, de maior valor agregado. Deste modo, refrescos e néctares, mais baratos, têm perdido participação de mercados para os sucos 100% (LOPES, 2017).

Estudos da Tetra Pak indicam que o consumo de sucos integrais será multiplicado em cinco vezes nos próximos anos. No ano de 2014 o consumo do país foi de 470 bilhões de litros e a expectativa é que aumente nos anos seguintes (DOURADOS AGORA, 2016).

#### 4.2 REGIÃO DE IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA E LOCALIZAÇÃO

Segundo Conab (2017), estimou-se uma produção de aproximadamente 18 milhões de toneladas para safra brasileira de laranja *in natura* nos anos 2016/17, como demonstra a Figura 9 a seguir. De acordo com departamento, a produção aumentará 5,39% em comparação ao ano interior.

FIGURA 9 – PRODUÇÃO DE PAÍSES SELECIONADOS – LARANJA FRESCA (1000 t)



FONTE: ADAPTADO DE CONAB, 2017.

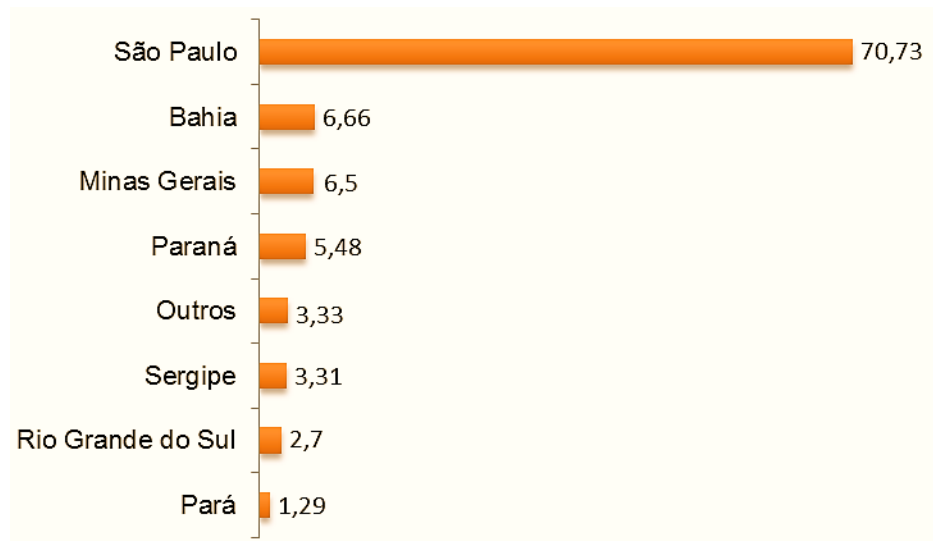
Ao analisar os dados anteriores, nota-se que o Brasil é o maior produtor mundial de laranja com área de plantio de 629.770 hectares (IBGE, 2017). No Brasil, a região responsável por 70,73% da produção é o estado de São Paulo, seguido de Bahia, Minas Gerais e Paraná conforme a Tabela 4 e a Figura 10.

TABELA 4 – ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO DE LARANJA *IN NATURA* NO BRASIL NA SAFRA DE 2017

Região – UF	Área colhida (ha)	Produtividade (kg.h <sup>-1</sup> a)	Produção (t)	Participação % na produção
São Paulo	426.455	24.540	10.465.335	70,73
Bahia	71.500	13.785	985.650	6,66
Minas Gerais	38.082	25.264	962.113	6,50
Paraná	21.600	37.542	810.900	5,48
Sergipe	42.769	11.437	489.156	3,31
Rio Grande do Sul	24.327	16.414	399.296	2,70
Pará	13.650	14.014	191.291	1,29
Outros	32.211	15.289	492.477	3,33

FONTE: CONAB, 2017.

FIGURA 10 – PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS (%) NA PRODUÇÃO DE LARANJA *IN NATURA* NA SAFRA DE 2017

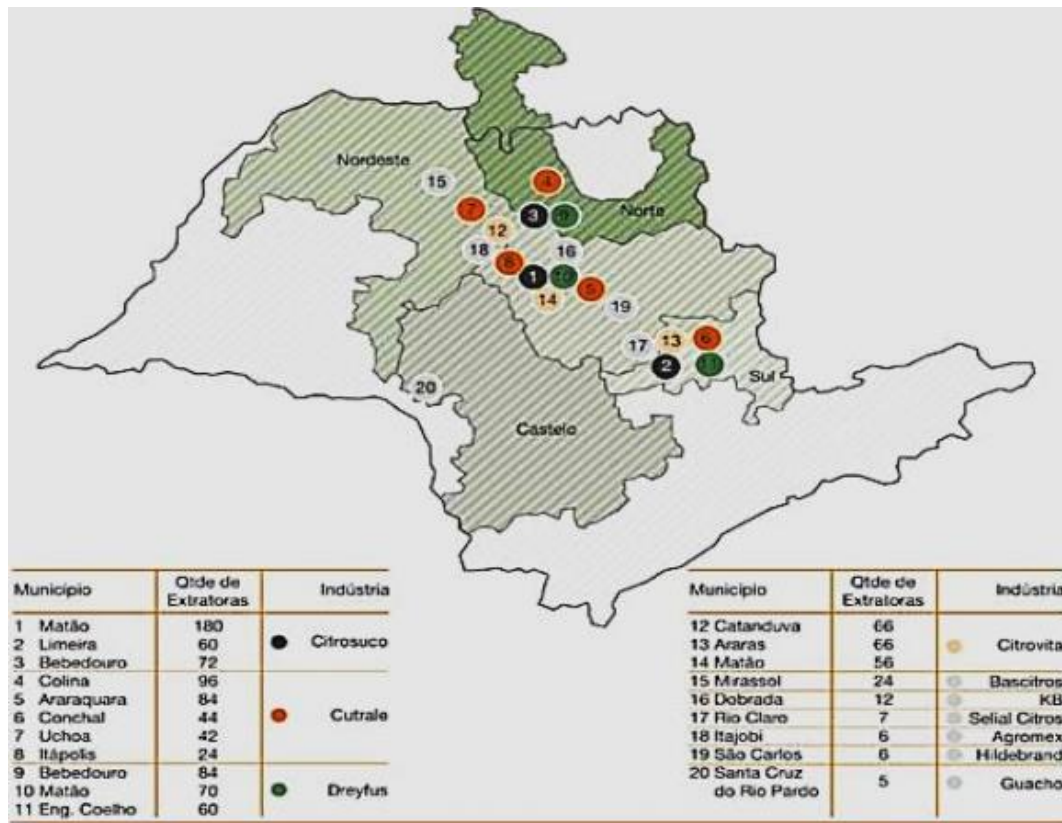


FONTE: ADAPTADO DE CONAB, 2017.

Devido à alta concentração produtiva na região paulista, o local denominou-se como cinturão citrícola, o qual compreende Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro. No cinturão citrícola, estão localizados diversos institutos de pesquisa voltados à laranja, que buscam melhorias na qualidade das frutas e soluções para prevenir e combater as pragas e doenças.

Embora a região seja contínua, há diferenças significativas da citricultura de uma determinada localidade em relação à outra, divididas em cinco regiões produtoras denominadas de Noroeste, Norte, Centro, Sul, em função da sua posição geográfica no Estado de São Paulo, e Castelo, devido à relação ao eixo da rodovia Castelo Branco. A Figura 11 a seguir mostra essas regiões citadas e também onde as fábricas processadoras estão localizadas.

FIGURA 11 – DIVISÃO DAS REGIÕES DO CINTURÃO CITRÍCOLA NO ESTADO DE SÃO PAULO



FONTES: NEVES et al., 2010.

De acordo com Fundecitrus (2017), a estimativa da safra de laranja 2017/18 do cinturão citrícola é de 385,20 milhões de caixas de 40,8 kg. Estima-se que a região Central será a maior produtora com 109,10 milhões de caixas.

Para a escolha da região de implantação da indústria deve-se levar em consideração critérios como a qualidade da água, distância do fornecedor de matéria-prima, incentivos fiscais oferecidos e a qualidade da malha viária.

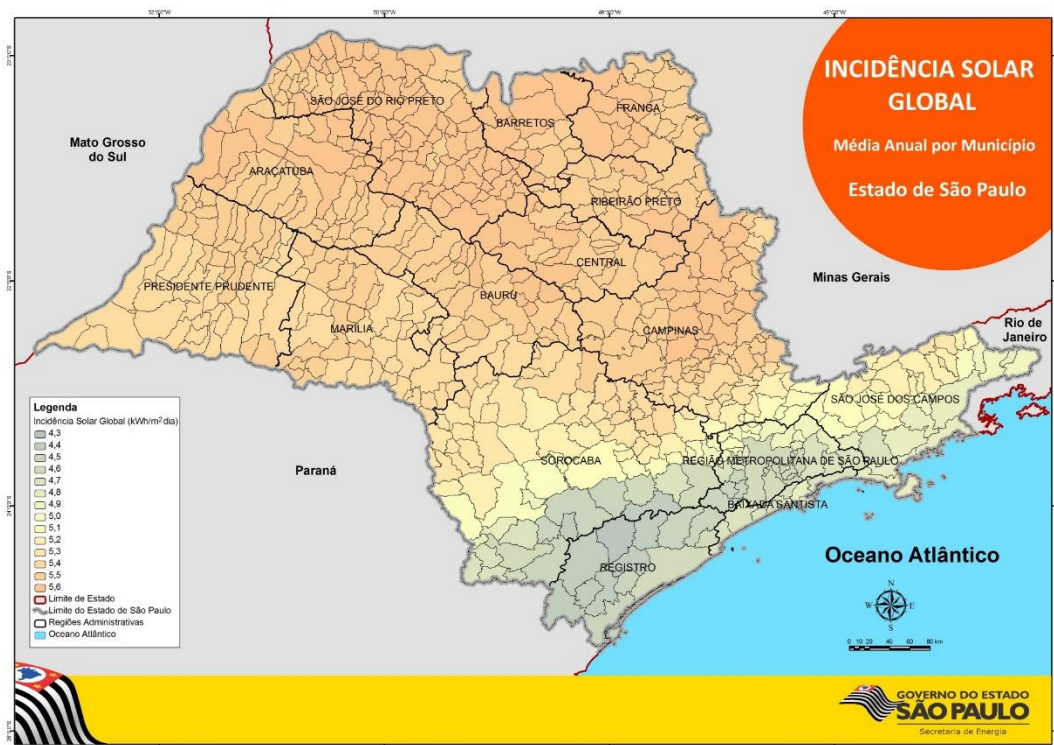
Franca é a primeira cidade do país em saneamento básico e está localizada no interior do estado de São Paulo. A mesma tem 100% de água tratada e coleta-tratamento de esgoto, indicada pela quarta vez consecutiva como o município que mais se destaca no quesito saneamento (SÃO PAULO, 2017a).

Segundo Portal do Governo de São Paulo (2017b), a malha rodoviária paulista possui 81,6% de sua extensão classificados como ótimo ou bom. Como a distribuição será regional, essa característica tem um impacto positivo no custo da logística, uma vez que a probabilidade de acontecer algum acidente diminui, o tempo de transporte é reduzido e acontecem menos danos à carga e ao veículo.

Além de auxiliar na logística e possuir um ótimo tratamento de água, o município de Franca oferece incentivos fiscais relacionados às atividades desenvolvidas pela empresa. Os incentivos disponibilizados por lei são: pelo prazo de cinco anos, os impostos municipais não incidem sobre atividades necessárias à industrialização de produtos do solo, e desconto cumulativo de até 10% no IPTU aos proprietários de imóveis comerciais que adotem medidas que estimulem a proteção, preservação e recuperação do ambiente.

Como a empresa tem como perspectiva futura implementar um sistema de placas fotovoltaicas para aproveitamento da luz solar como energia elétrica, acarretando em um menor uso de energia da rede, no cumprimento de um dos requisitos solicitados para obter desconto no IPTU e, conseqüentemente, barateamento do custo final do produto é importante que o local de escolha para a instalação possua uma incidência de irradiação solar boa. De acordo com o Governo do Estado de São Paulo (2013), Franca está localizada na região paulista com maior incidência de irradiação solar como pode ser visualizado na Figura 12.

FIGURA 12 – MÉDIA ANUAL DE INCIDÊNCIA SOLAR GLOBAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

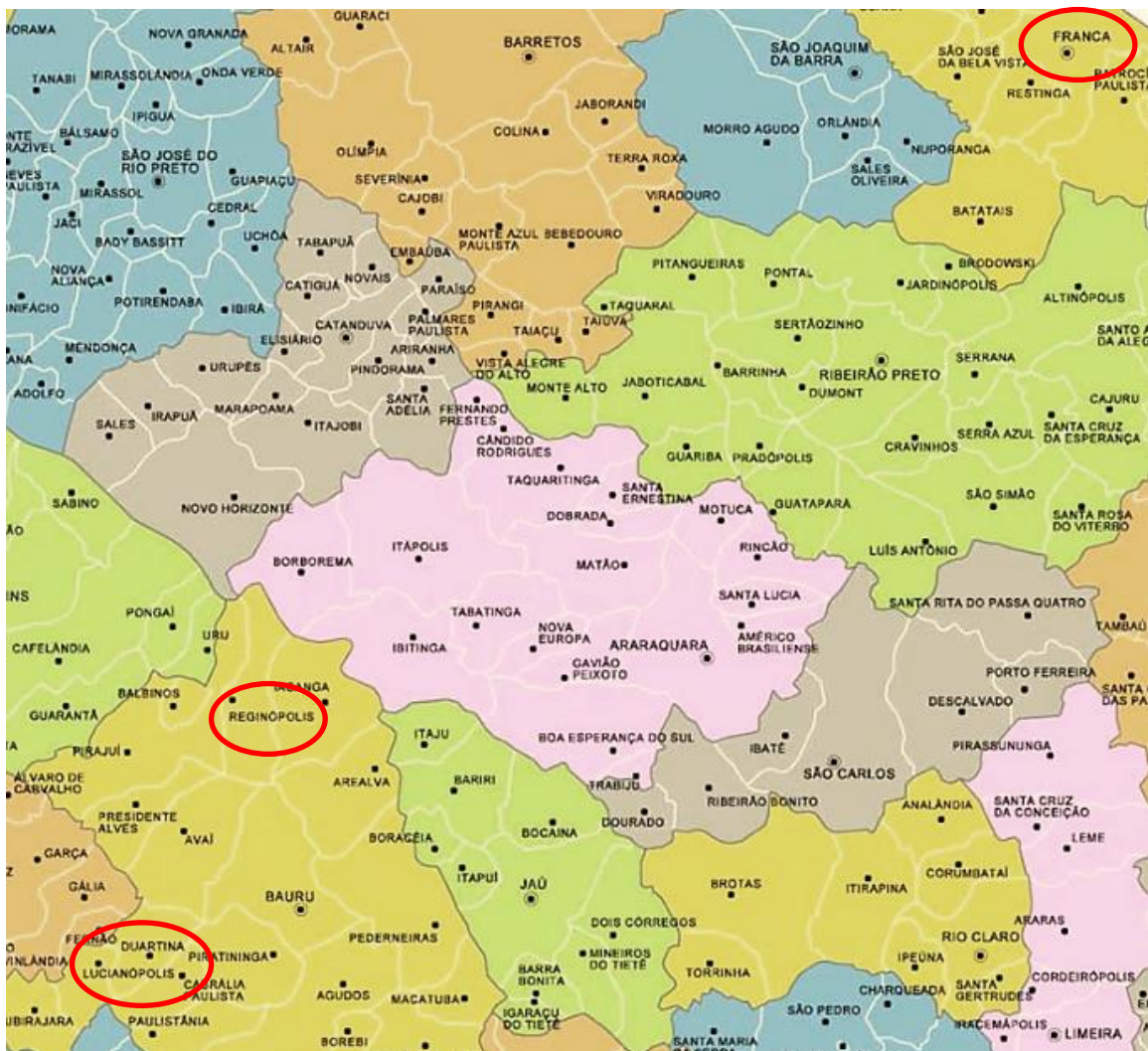


FONTE: GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013.



De acordo com Nosso Campo (2016), no Centro-Oeste Paulista, os municípios de Lucianópolis (SP), Duarteina (SP) e Reginópolis (SP) têm mais de 25 mil hectares com plantações de laranja. A distância de Lucianópolis até Franca são 359 km, Duarteina são 352 km e Reginópolis são 287 km. Como as três cidades estão próximas de Franca (Figura 13), todas podem ser utilizadas como fornecedores de laranja. Portanto, a indústria será instalada em Franca – SP.

FIGURA 13 – MAPA DAS CIDADES FORNECEDORAS DE LARANJA E DE FRANCA



FONTE: SP TURISMO, 2018.

Os principais concorrentes nas regiões, onde o suco será vendido, são os sucos de laranja naturais integrais das marcas Natural One, Naturacitrus e Xandô. O preço de prateleira médio para esses produtos está disponível na Tabela 5.

TABELA 5 – PREÇO DE PRATELEIRA DOS PRINCIPAIS CONCORRENTES

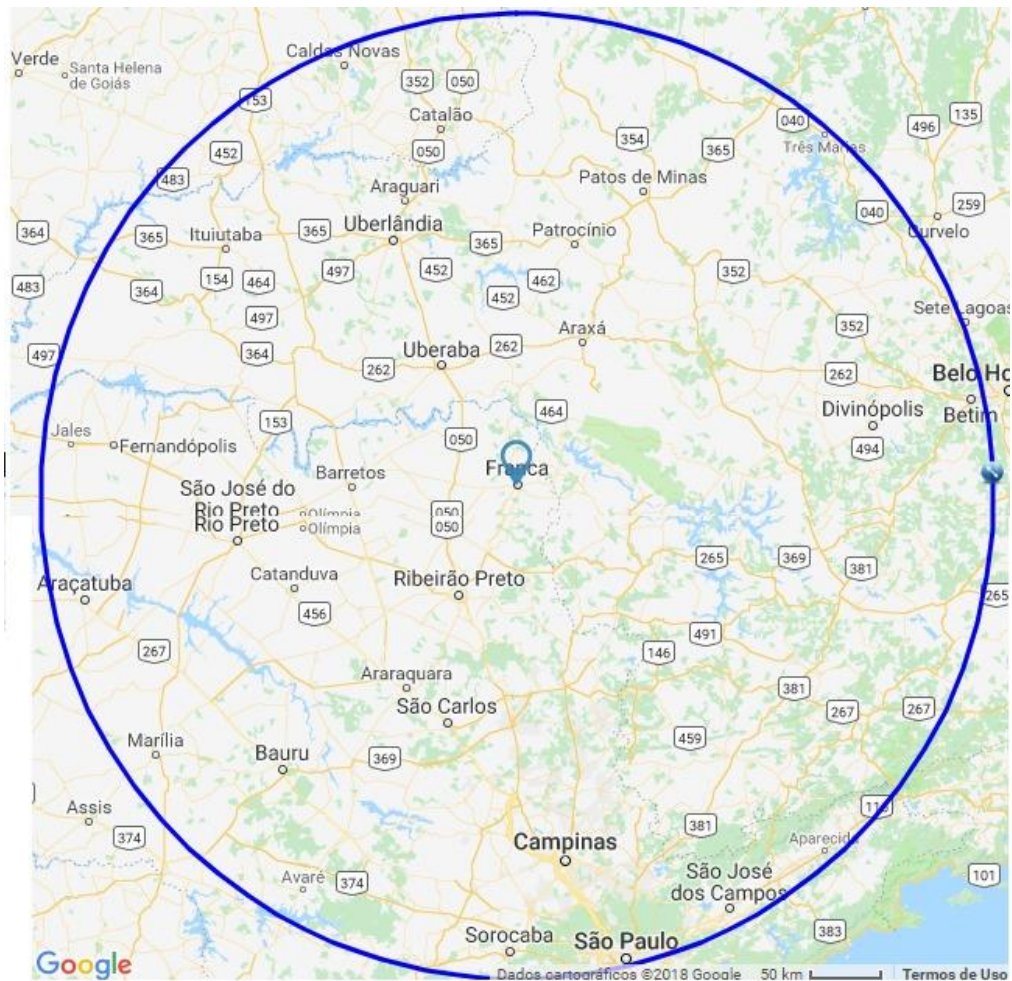
Marca	Natural One 900mL	Naturacitrus 1L	Xandô 1L
Preço (R\$)	8,37	7,90	6,45

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

#### 4.3 DEFINIÇÃO DE PRODUÇÃO

Definiu-se um raio de 350 km para atingir o mercado consumidor a partir da cidade sede, em específico a região oeste de Franca - SP, onde engloba principais cidades metropolitanas como ilustra a Figura 14.

FIGURA 14 – CIDADES PRÓXIMAS À FRANCA- SP



FONTE: IMAGEM GOOGLE, 2018.

As cidades estabelecidas e suas respectivas populações se encontram na Tabela 6 a seguir.

TABELA 6 – ESTIMATIVA POPULACIONAL DAS CIDADES PAULISTAS

<b>Cidade</b>	<b>População</b>
Araraquara	230.770
Barretos	120.638
Bauru	344.039
Campinas	1.182.429
Catanduva	221.475
Franca	347.237
Ribeirão preto	682.310
São Carlos	246.078
São José do Rio Preto	408.258
São José dos Campos	703.219
São Paulo	12.110.000
Sorocaba	659.871
Uberaba	328.272
Uberlândia	676.613
<b>Total</b>	<b>18.261.209</b>

FONTE: IBGE, 2016.

Segundo Piedrahita (2016), o consumo médio anual de suco de laranja integral no Brasil foi de 0,4 litros por habitante. Conforme esse dado, estabeleceu-se base de cálculo para produção de suco de laranja da Citrino.

A produção anual de suco de laranja será equivalente a 7,3 milhões de litros e com meta diária de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>.

### 4.3 MERCADO CONSUMIDOR

#### 4.3.1 Compradores do suco de laranja

Analisando o comportamento de consumidores intermediários e finais do suco integral de laranja de uma grande concorrente do mercado Prat's, localizada em Paranavaí – PR, adotou-se como objetivo vender o suco da Citrino primeiramente para varejistas (mercados, padarias, lanchonetes, hotéis, entre outros). É essencial que os consumidores da Citrino tenham consciência de que o suco de laranja é um produto vivo, que para manter sua qualidade não deve ser exposto a altas temperaturas e ser armazenado em refrigeração adequada (OLIVEIRA, 2016).



#### 4.3.2 Subproduto

Os resíduos provenientes da indústria de citros envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço, dentre outros. Além da sua biomassa, esses subprodutos são fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação e aproveitamento.

O acúmulo de grandes volumes de resíduos armazenados em locais inadequados pode gerar sérios riscos de poluição ambiental em recursos hídricos e solos, e criar um ambiente propício para proliferação de vetores transmissíveis, tais como moscas, formigas, ratos e baratas, os quais podem levar riscos à saúde humana (PEREIRA et al., 2009).

A polpa cítrica é um ingrediente de alta densidade energética para animais em crescimento e lactação e tem pouco ou nenhum efeito adverso na fermentação ruminal em comparação a alimentos ricos em amido (BAMPIDIS; ROBINSON, 2006).

Nussio et al. (2000) verificaram que a adição de polpa cítrica em dietas de vacas leiteiras que continham amido de baixa, média e alta degradabilidade, aumentou a produção leiteira, quando adicionada às dietas com média e alta degradabilidade ruminal. Sendo assim, Santos (1999) sugeriu adição de polpa cítrica em dietas que possuem excesso de amido degradável no rúmen.

Com a safra de laranja sendo iniciada em maio e terminando em dezembro, a época de produção é favorável, pois coincide com a entressafra de grãos como o milho e sorgo. Portanto, os pecuaristas têm a vantagem desse suplemento energético nos meses em que o milho atinge a cotação máxima (SCOTON, 2003).

O Brasil tem seu destaque na produção de óleos essenciais que são extraídos do pericarpo do fruto (parte mais externa da casca) e, ao lado da Índia, China e Indonésia é considerado um dos quatro produtores mundiais.

Derivados de óleo essencial de laranja, são usados em perfumarias, sabonetes e na área farmacêutica em geral, além de materiais de limpeza, e setores alimentícios. O rendimento máximo de extração de óleo é de 0,4%, isso equivale a 4 kg de óleo cítrico para cada tonelada de fruta processada (SILVA, 2002).

Deste modo, é plausível afirmar a doação de todo o resíduo obtido, sendo responsabilidade do receptor retirá-los. E, futuramente, realizar a retirada do óleo essencial e vendê-lo para os produtores que utilizam essa matéria-prima.

#### 4.4 PERSPECTIVAS FUTURAS

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017), a produção de laranja deverá passar de 14,6 milhões de toneladas na safra 2016/17 para 14,9 milhões de toneladas em 2026/27. A produção deve ficar estagnada nos próximos anos pois a taxa anual de crescimento prevista é de 0,2 %.

As exportações de suco de laranja devem passar de 2,3 milhões de toneladas em 2016/17 para 2,8 milhões de toneladas ao final do período das projeções. Isso representa um aumento de 19,6% na quantidade exportada. Restrições comerciais na forma de barreiras ao comércio são o principal fator limitante da expansão do suco de laranja (BRASIL, 2017).

Após consolidar-se no mercado regional, a Citrino e seu plano diretor tem como meta construir novas filias em várias regiões do país uma vez que a produção brasileira de laranja deve permanecer sólida. Como as projeções para exportação são vantajosas, a outra meta é produzir suco de laranja não concentrado para exportação aos países que apresentam uma tendência de aumento de demanda desse produto. Em relação ao óleo essencial, subproduto do processo que possui alto valor agregado, no futuro objetiva-se realizar a sua extração para venda.

## 5 JUSTIFICATIVA

Os consumidores brasileiros apresentam uma mudança no consumo de bebidas optando por sucos naturais sem adição de conservantes. Dessa forma, o mercado de suco de laranja integral está em crescimento. O Brasil é o maior produtor de laranjas do mundo e a maior produção está localizada no estado de São Paulo.

Os subprodutos possuem alto valor agregado. A escolha da indústria de suco de laranja integral levou em consideração os parâmetros de mercado citados anteriormente.

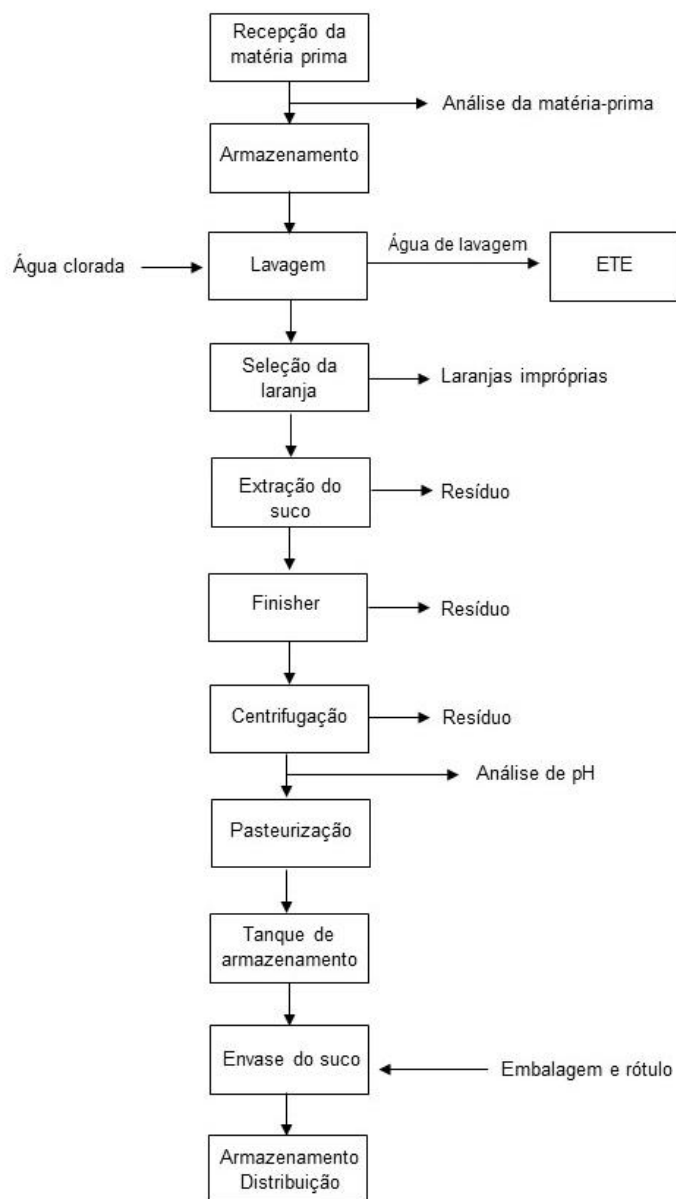
Sendo assim, o Brasil possui grandes vantagens na competição agroindustrial: baixos custos de produção, clima favorável, mão de obra barata, terras férteis, pomares com boa produtividade, estrutura logística das indústrias para embarque e desembarque nos portos (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2017).

## 6 FLUXOGRAMA E DESCRIÇÃO DO PROCESSO

### 6.1 FLUXOGRAMA

O fluxograma do processamento do suco de laranja integral apresentado na Figura 15 representa uma adaptação do processo de Tocchini, Nisida e Martin (1995).

FIGURA 15 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA INTEGRAL



FONTE: MODIFICADO DE TOCCHINI; NISIDA; MARTIN, 2018.

## 6.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

### 6.2.1 Recepção da matéria-prima

A matéria-prima é transportada por meio de caminhões, que são pesados para quantificar a massa de fruta recebida. Em seguida, coleta-se uma amostra significativa de cada carga para que realizem as análises de sólidos solúveis (°Brix) e acidez, bem como identificação de lote e variedade. Essas análises são fundamentais para selecionar a ordem dos lotes que serão processados.

Após a análise as laranjas são descarregadas sobre esteiras transportadoras que as direcionam para o armazenamento.

### 6.2.2 Armazenamento (Silos)

As frutas selecionadas são armazenadas em silos de armazenamento tipo *bins* (Figura 16). Como a estocagem é por um curto período de tempo, no máximo 48 horas, não necessita de resfriamento. Os silos são feitos de estruturas metálicas ou de madeiras e deve ser um ambiente seco, ventilado, e sem incidência de luz solar direta.

FIGURA 16 – SILO *BIN* PARA ARMAZENAMENTO DE LARANJA



FONTE: GRACIELLA, 2018.

### 6.2.3 Lavagem

As frutas são lavadas para retirar as sujidades da casca. A lavagem é feita em duas etapas, usando primeiramente jatos de água clorada, seguido de enxague com água límpida.

O lavador das laranjas será dotado de escovas cilíndricas rotativas com cerdas de nylon, as frutas entram na máquina e, ao mesmo tempo, são escovadas e lavadas por meio de jatos d'água de alta pressão, conforme a Figura 17.

FIGURA 17 – LAVADORA POR ASPERSÃO



FONTE: ROMANIA, 2018.

A água de lavagem é direcionada para estação de tratamento de efluente (ETE).

#### 6.2.4 Seleção

Nesta etapa, as frutas passam por uma inspeção visual, de modo que as laranjas impróprias, podres e partes defeituosas são descartadas. No transportador de roletes (Figura 18) que se seleciona o diâmetro do fruto e também se descarta pedaços de folhas, caules e pedras por meio da distância entre roletes.

FIGURA 18 – TRANSPORTADORA DE ROLETES



FONTE: GRUPO ARBOR, 2013.

Os frutos devem possuir mesmo diâmetro, pois os extratores possuem um determinado tamanho padrão para processamento, e também devem estar maduros, de modo que se obtenha o máximo de rendimento em sólidos solúveis e as melhores características de sabor e aroma. (MACRER et al., 1993).

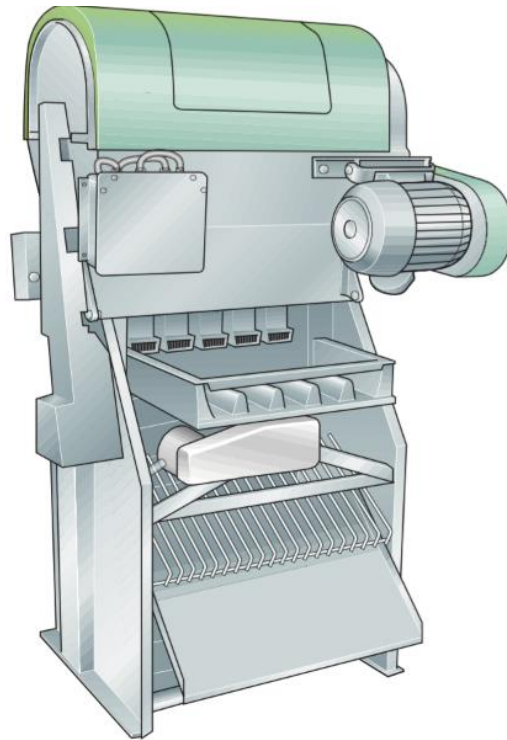
Os funcionários que realizam essa etapa devem passar por um treinamento que esclareça os critérios de seleção e seu comportamento quanto aos cuidados de higiene. O ambiente onde é realizada essa etapa deve ter boa iluminação, ser mantido limpo e arejado.

#### 6.2.5 Extração

Segundo Tetra Pak (1998), a etapa de extração consiste em espremer ou escarear as laranjas inteiras ou cortadas por meio de pressão mecânica, evitando que o bagaço, óleo e outros componentes da fruta entrem no suco e alterem o sabor. Após a lavagem, as laranjas são direcionadas para o extrator ideal para obter um melhor rendimento do suco. Essa etapa é muito importante, uma vez que determina o rendimento e qualidade do suco, portanto, é necessário o ajuste correto das condições de operação do extrator.

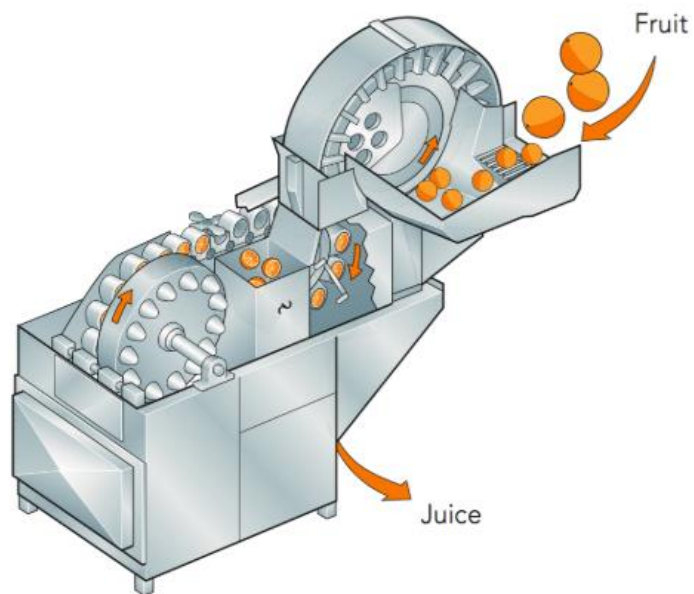
Existem dois tipos de extratores que dominam as plantas de processamento de laranja, o tipo espremedor e o tipo mandril, conforme a Figura 19 e 20, respectivamente. Para esses dois tipos há duas marcas principais: JBT para tipo espremedor e Brown para o tipo mandril (TETRA PAK, 1998).

FIGURA 19 – EXTRATORA TIPO ESPREMEDOR



FONTE: TETRA PAK,1998.

FIGURA 20 – EXTRATORA TIPO MANDRIL

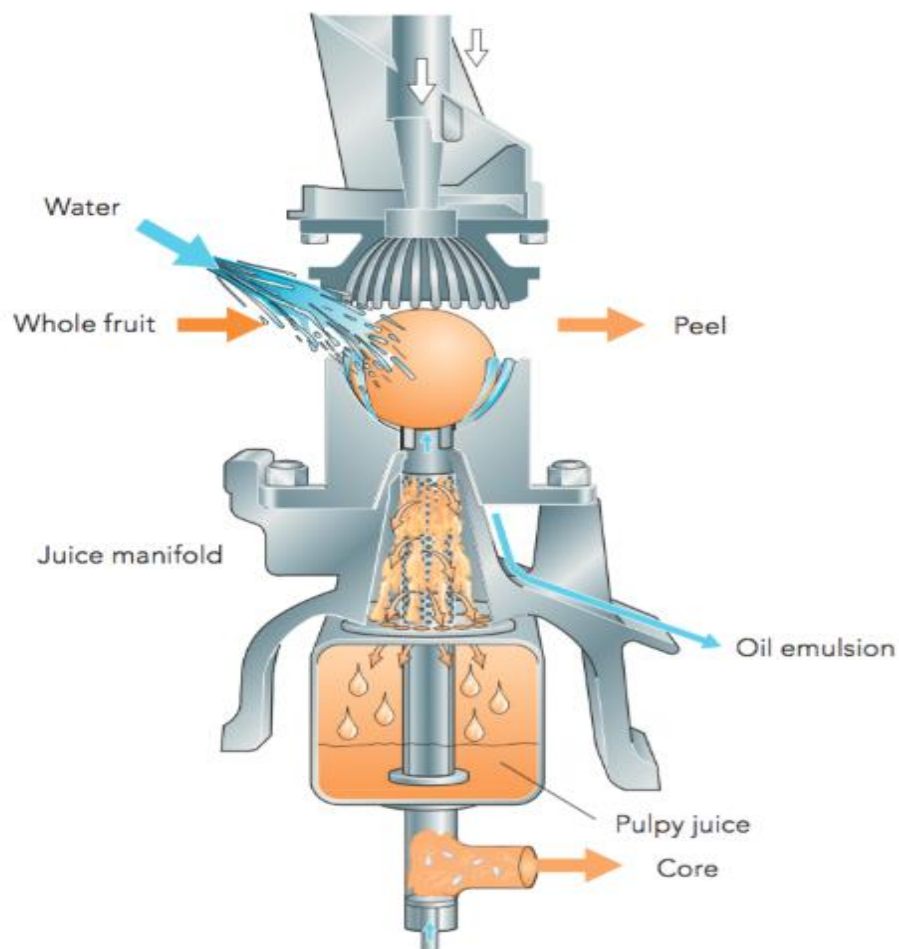


FONTE: TETRA PAK,1998.



De acordo com Yamanaka (2005), o processo de extração pelo tipo espremedor pode ser dividido em quatro partes. Primeiro, a laranja é colocada automaticamente no copo inferior, então o copo superior desce comprimindo a fruta contra o cortador inferior localizado na extremidade do tubo coador, que abre um orifício na fruta, através do qual o suco escoar, sem entrar em contato com a casca. A extração é completada com a compressão do material retido dentro do tubo coador e a casca é expelida por um espaço anular no copo superior e as membranas e sementes saem pelo orifício central do elemento que comprime o material existente no interior do tubo coador, na fase final de extração. O funcionamento da extratora do tipo espremedor está ilustrado na Figura 21.

FIGURA 21 – OPERAÇÃO DE UMA EXTRATORA TIPO ESPREMEDOR



FONTE: TETRA PAK, 1998.

O extrator tipo mandril corta a laranja em dois hemisférios, sendo cada um seguro por um copo. A extração é feita pela pressão de um cone à metade cortada do fruto.

Os dois tipos de extração possuem rendimentos similares e só se diferem em relação à qualidade da polpa (TETRA PAK, 1998).

#### 6.2.6 Clarificação

O suco que sai da extratora possui um teor de aproximadamente 20 a 25% de polpa e então vai para a etapa de ajuste de polpa que é realizada por um *finisher*. O *finisher* funciona basicamente como peneira e pode ser do tipo parafuso ou pá (TETRA PAK, 1998).

Os *finishers* de tipo parafuso (Figura 22) possuem um parafuso de aço inoxidável que transporta o suco com polpa até o momento em que essa mistura é pressionada contra uma peneira cilíndrica. A polpa retida na peneira é descartada pelo *finisher* (TETRA PAK, 1998).

FIGURA 22 – *FINISHER* TIPO PARAFUSO



FONTE: GENEMCO, 2010.

Os *finishers* de tipo pá (Figura 23) possuem um conjunto de pás que giram ao redor de um eixo em um cilindro. As pás empurram a polpa contra a peneira por meio de força centrífuga. Devido a isso a polpa é menos danificada e a quantidade de suco processada é maior (TETRA PAK, 1998).

FIGURA 23 – FINISHER TIPO PÁ



FONTE: GENEMCO, 2010.

Para o processo da Citrino optou-se por utilizar um finisher do tipo pá, anterior a centrífuga, por possuir maior capacidade de processamento e ao melhor tratamento dado a polpa e pela disponibilidade no mercado. Outro ponto a ser levado em consideração é que atualmente as principais fornecedoras recomendam o uso do finisher tipo pá. Será utilizado apenas um finisher, pois a eficiência desse tipo de equipamento produzido atualmente é semelhante aos dois em série proposto pela literatura em 1998.

Após a passagem pelo *finisher*, o teor de polpa será em média 12%, porém para a comercialização do suco recomenda-se 4% de teor de polpa. Dessa forma é necessário o uso de quatro centrífugas para diminuir o teor de polpa e eliminar possíveis resíduos sólidos que ainda fazem parte do suco. A centrífuga clarificadora (Figura 24) separa a parte sólida da líquida e opera sem a necessidade de paradas para a retirada da polpa, uma vez que a polpa é descarregada abrindo um compartimento na periferia do vaso giratório. Por fim, o suco clarificado deixa a centrífuga e segue para a etapa de pasteurização (TETRA PAK, 1998).

FIGURA 24 – CENTRÍFUGA CLARIFICADORA



FONTE: GUIALAT, 2016.

### 6.2.7 Pasteurização

A qualidade do suco é influenciada por fatores microbiológicos, enzimático, químicos e físicos, que comprometem suas características nutricionais e organolépticas, como sabor, cor, aroma, consistência e turbidez.

As bactérias produtoras de ácido lático como *Lactobacillus* e *Leuconostoc* apresentam resistência térmica muito baixa, sendo destruídas quando aplicado o tratamento térmico. Os produtos da degradação pelas bactérias são o CO<sub>2</sub>, ácido lático o diacetil. O diacetil produz um sabor desagradável ao suco e um forte odor (CORRÊA NETO, 1999).

A deterioração mais comum em suco de frutas é causada por leveduras, devido à sua alta resistência a ácidos e por apresentarem maior resistência térmica (CORRÊA NETO, 1999).

Os fungos da microbiota natural das frutas são capazes de se desenvolverem em uma alta faixa de pH, contudo possuem uma baixa resistência térmica, sendo eliminados na pasteurização. Existem também fungos termorresistentes, como do gênero *Byssochlamys*, que podem deteriorar o suco (CORRÊA NETO, 1999).

No tratamento térmico, emprega-se uma temperatura em torno de 90°C para preservar o suco, mas esse calor aplicado pode ser insuficiente para alguns fungos termorresistentes. Temperaturas mais elevadas podem alterar as características físico-químicas do produto. Nestes casos, adota-se o maior cuidado com práticas higiênico-sanitárias, que possam diminuir a contaminação das matérias-primas (CORRÊA NETO, 1999).

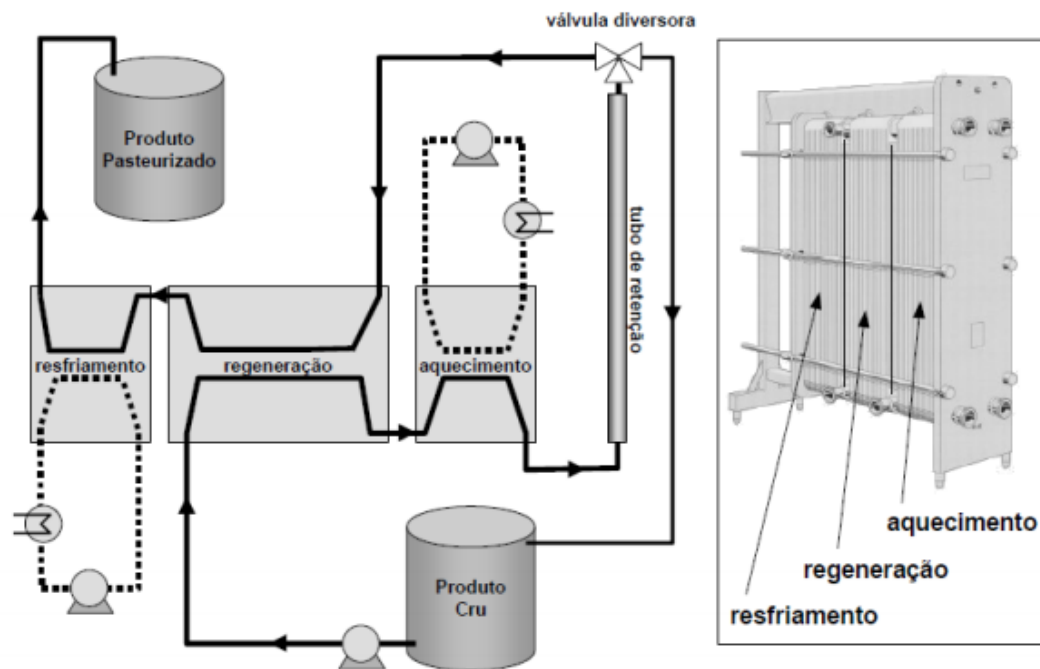
O suco de laranja possui também enzimas, como a pectinesterase, que acelera a hidrólise na molécula da pectina. A pectina é um componente que atua como um emulsificante e ajuda a manter a suspensão, conseqüentemente, a turbidez do suco. A parte turva do suco corresponde à viscosidade do suco de laranja, de modo que a quebra dessas enzimas provoca a redução dessa viscosidade. O calor é o método mais comum para inativar a pectinesterase. A temperatura varia de acordo com o tipo e o pH das laranjas. Os sucos provenientes das laranjas *Valência* e *Pineapple* são pasteurizados com tempos de retenção de 12, 6 e 3 segundos que varia de acordo com a temperatura. A temperatura específica de pasteurização, varia de acordo com o pH do suco. Para pH 3,6 a temperatura deve estar entre 88 e 96 °C, já no pH 4,1 de 93,5 a 99 °C para inativar a pectinesterase. Um tratamento térmico no mínimo a 91°C durante 40 segundos é suficiente para inativação enzimática do suco de laranja (CORRÊA NETO, 1999).

No processo de pasteurização a alta temperatura e a curto tempo HTST (*High Temperature and Short Time*) uma pequena quantidade do produto é submetida ao tratamento térmico em um trocador de calor. Assim, o alimento não sofre superaquecimento, o suco é rapidamente aquecido e resfriado, sendo letais às enzimas e micro-organismos, conservando os fatores químicos. Utiliza-se trocadores de calor por placas ou tubular. Os trocadores de calor por placas tratam-se de um conjunto de placas de metal corrugadas com aberturas para a passagem de dois fluidos, suco e água aquecida ou vapor. Esse trocador apresenta uma grande área comparada ao volume, com maior eficiência térmica. Já no trocador por tubos, a bebida circula de um tubo a outro e a água aquecida é recirculada pelas paredes do tubo. São utilizados para fluidos viscosos e que necessitam altas pressões (CORRÊA NETO, 1999).

O tratamento térmico por placas contínuo possui ótimas vantagens, como boa distribuição de temperatura, facilidade de higienização e manutenção; é um equipamento compacto e é viável economicamente (GUT, 2012).

O equipamento é composto por seções de forma que a bebida seja aquecida por certo período e resfriada até a temperatura de embalagem a 30°C. O trocador possui um segmento de regeneração, em que a entalpia do produto já aquecido é recuperada para pré-aquecer o produto bruto que entra no equipamento, em uma seção de regeneração térmica (GUT, 2012).

FIGURA 25 – ESQUEMA DE UMA UNIDADE DE PASTEURIZAÇÃO HSTS



FONTE: GUT, 2012.

Portanto, verifica-se que a pasteurização é o processo utilizado para assegurar a qualidade dos produtos, aumentar a vida de prateleira e reduzir a atividade enzimática. Para a escolha do método de pasteurização adequada observou-se que o tratamento térmico do suco deve ocorrer de forma rápida, com alta eficiência e de forma higiênica. Assim, o modelo adequado para o processo do suco é o trocador de calor por placas contínuo por sua alta eficiência e manutenção.

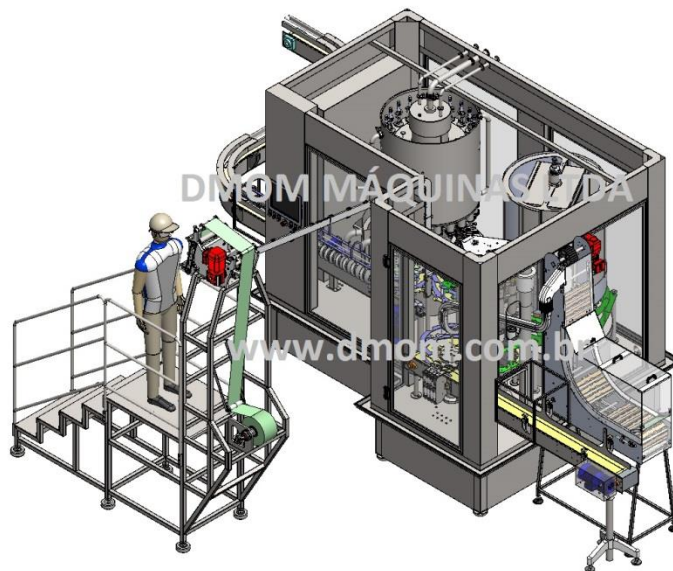
### 6.2.8 Envase

O processo de envase inicia-se com o fim do processo de fabricação do suco de laranja. Nesta etapa, é importante destacar sobre a embalagem a ser utilizada para

armazenamento do suco. A embalagem tem como função proteger e conservar o produto em questão, como também apresentar todas as informações necessárias ao consumidor. A embalagem escolhida para armazenamento do suco de laranja é a de poli (tereftalato) de etileno (PET), por ser reciclável, no volume de 300 mL (BARÃO, 2011).

Considerando um alto padrão de esterilidade das embalagens, a mesma não necessita de lavagem antes de receber o suco. No momento do envase, é de extrema relevância que o suco tenha o mínimo contato com o ar, evitando sua oxidação e contaminação. Deve ser uma operação rápida e com ausência de gotejamentos. Esse equipamento deve ser lavado e sanitizado com frequência, a fim de evitar proliferação de bactérias e microrganismos (Figura 26 e 27) (RIZZO; MENEGUZZO, 2007).

FIGURA 26 – ENVASADORA DE LÍQUIDOS DMOM



FONTE: DMOM MÁQUINAS LTDA, 2018.



FIGURA 27 – ENVASADORA DMOM



FONTE: DMOM MÁQUINAS LTDA, 2018.

### 6.2.9 Armazenamento

Após o envase é o momento de se armazenar o suco a baixas temperaturas, mantendo assim as condições nas quais o suco saiu da pasteurização. Sua estabilidade físico-químicas e microbiológicas deve ser mantida em condições de estocagem em temperatura de 4°C. Nesta temperatura, a validade do suco de laranja em prateleira é de cerca de 29 dias e após abertos os sucos devem ser consumidos em quarenta e oito horas. Assim, será necessária uma câmara fria, onde ocorrerá a estocagem do produto até sua distribuição aos clientes (VENTURINI, 2005) (OLIVEIRA, 2016).

### 6.2.10 Distribuição

A distribuição do suco de laranja deve ser em transporte refrigerado nas condições de armazenamento.

### 6.2.11 Lavagem dos equipamentos

Para a lavagem dos equipamentos utiliza-se a limpeza em linha (CIP - *Clean in place*), que ocorre em circuito fechado em equipamentos que circula e recircula detergentes e soluções de enxague até a limpeza total. A higienização a CIP é um sistema capaz de limpar 100% as extratoras, tanques e trocadores de calor, através da remoção de resíduos alimentícios e bactérias (SOUZA, 2010).



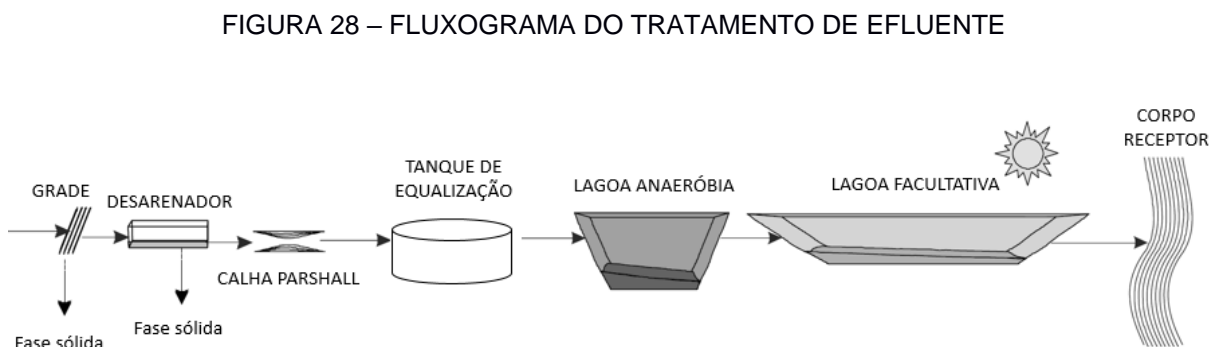
Os produtos utilizados para limpeza são à base de hidróxido de sódio nas concentrações de 2,0% a 2,5% e um produto a base de ácido nítrico com concentração de 1% a 1,5%. A temperatura de operação depende do tipo de resíduo e do equipamento. De forma geral, a pré-lavagem utiliza água fria com o objetivo de remover os resquícios grosseiros. Segue-se para a limpeza com solução alcalina para remover resíduos como proteínas e gorduras, seguido por uma limpeza ácida de 30 minutos que retira resíduos minerais. Posteriormente ocorre o enxágue para remover os produtos químicos de limpeza e finalizado com um enxágue final à temperatura ambiente (SOUZA, 2010).

### 6.3 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Ao realizar a lavagem das laranjas e dos equipamentos para o preparo do suco, geram-se um efluente de 295 mg/L e 1380 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), respectivamente (YAMANAKA 2005). Deste modo, adotou-se o sistema australiano para tratar o efluente com alta carga orgânica.

Esse sistema é dotado por tratamento preliminares (grades, desarenador, medidor de vazão e tanque de equalização) e tratamento secundário (lagoa anaeróbia e lagoa facultativa).

A Figura 28 apresenta o fluxograma típico do tratamento de efluente de indústria cítrica.



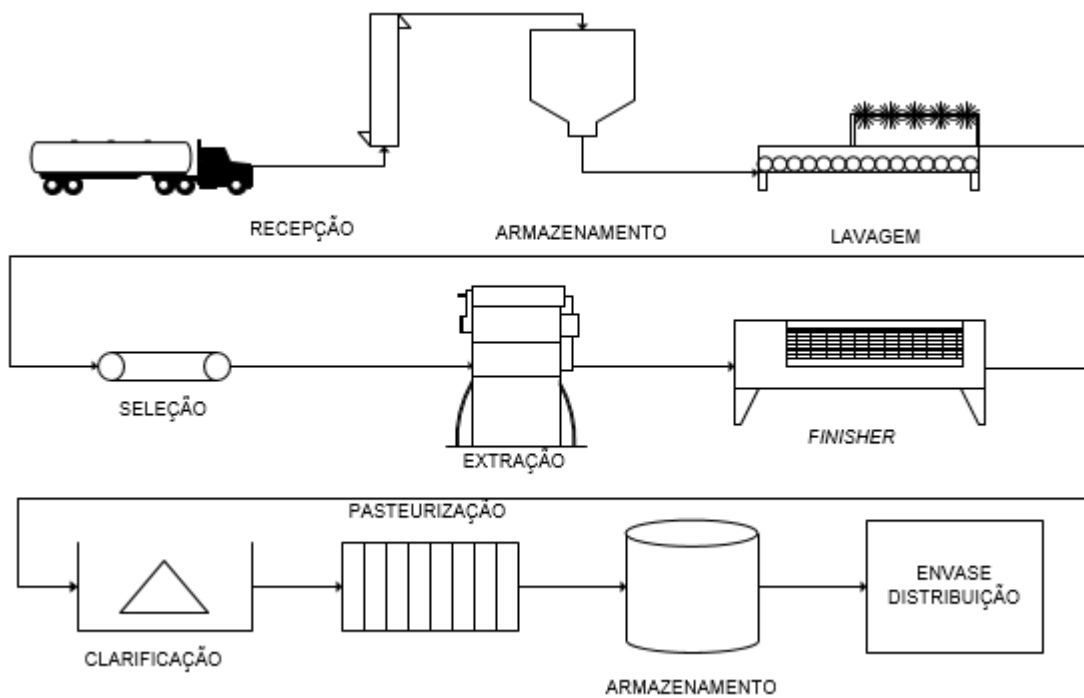
FONTE: SPERLING, M.V. (ADAPTADO), 2014.

Mais informações sobre o tratamento e dimensionamento das lagoas serão apresentadas na seção 10.

## 7 BALANÇO DE MASSA

O fluxograma simplificado do processo consta na Figura 29, sendo o número de equipamentos não correspondente ao processo. A representação exata dos equipamentos se encontra no Diagrama de Fluxo de Processo (Seção 9).

FIGURA 29 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO

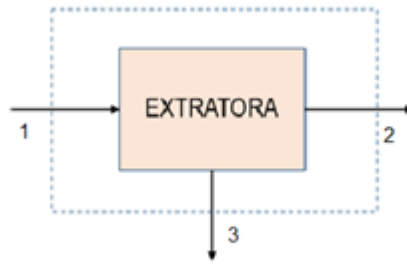


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

### 7.1 BALANÇO DE MASSA DO SUCO DE LARANJA

Definiu-se um volume de controle na extratora (Figura 30) que possui uma entrada de laranja (corrente 1), uma saída de bagaço (corrente 3) e outra de extrato (corrente 2). O tempo de processamento de suco e de limpeza e manutenção foi estimado em 6,5 h e 1,5 h, respectivamente. Totalizando 8 horas de operação diária. Todos os cálculos foram realizados considerando regime permanente.

FIGURA 30 – VOLUME DE CONTROLE NA EXTRATORA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para o início do processo, utilizou-se uma massa de 44067,61 kg de laranja, sendo a vazão mássica de entrada de 6779,63 kg.h<sup>-1</sup>. A partir da Tabela 7, considerou-se a porcentagem da corrente 2 sendo 45% de suco da laranja, 25% de polpa da laranja, totalizando 70% ( $x_2$ ), e a porcentagem de bagaço, 30% da laranja ( $x_{\text{bagaço}}$ ).

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO APROXIMADA DA LARANJA *IN NATURA*

Composição	Porcentagem mássica (%)
Suco	40-45
Casca externa (flavedo)	8-10
Casca interna (albedo)	15-30
Polpa e membranas	20-30
Semente	0-4

FONTE: ABECITRUS, 2004.

A partir da quantidade de extrato na saída (corrente 2), calculou-se as frações de suco e polpa no extrato. De acordo com as Equações 1 e 2, temos:

$$x_{\text{suco},2} = \frac{x_{\text{suco da laranja},1}}{x_2} = \frac{0,45}{0,7} = 0,643 \quad (1)$$

$$x_{\text{polpa},2} = \frac{x_{\text{polpa da laranja},1}}{x_2} = \frac{0,25}{0,7} = 0,357 \quad (2)$$

Encontradas as frações, calcularam-se as vazões mássicas de suco e de polpa presentes no extrato, e de bagaço, por meio das Equações 3, 4 e 5, respectivamente.

Para a corrente 2, temos:

$$\dot{m}_{suco,2} = \dot{m}_{laranja,1} * x_{suco\ da\ laranja,1} \quad (3)$$

$$\dot{m}_{suco,2} = 6779,63 \frac{kg}{h} * 0,45 = 3051,51 \frac{kg}{h}$$

$$\dot{m}_{polpa,2} = \dot{m}_{laranja,1} * x_{polpa\ da\ laranja,1} \quad (4)$$

$$\dot{m}_{polpa,2} = 6779,63 \frac{kg}{h} * 0,25 = 1694,23 \frac{kg}{h}$$

Portanto, a vazão total da corrente 2 é 4745,74 kg.h<sup>-1</sup> ( $\dot{m}_2$ ).

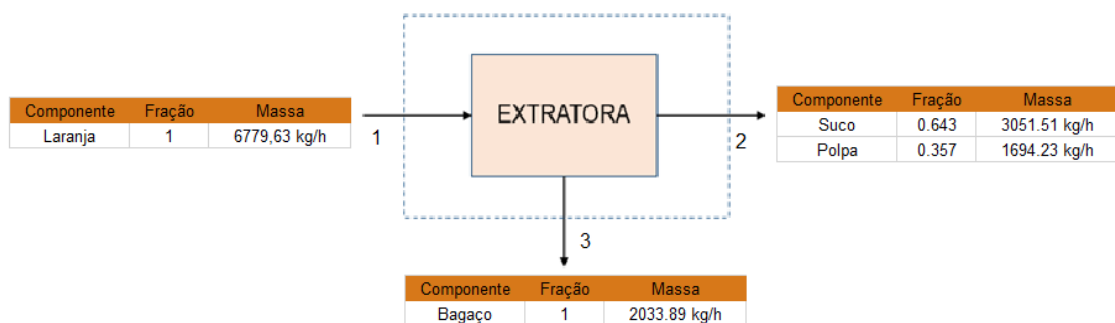
Para a corrente 3, temos:

$$\dot{m}_{bagaço,3} = \dot{m}_{laranja,1} * x_{bagaço,1} \quad (5)$$

$$\dot{m}_{bagaço,3} = 6779,63 \frac{kg}{h} * 0,3 = 2033,89 \frac{kg}{h}$$

A Figura 31 esboça as correntes de entrada e saída na extratora com as respectivas vazões e frações.

FIGURA 31 – BALANÇO DE MASSA DA EXTRATORA

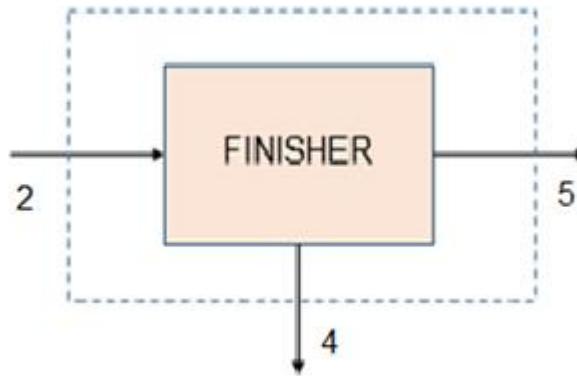


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

No *finisher* ocorre a primeira filtração e remoção de polpa do extrato. De acordo com TETRAPAK (1998), o teor de polpa resultante deste equipamento deve ser em torno de 12%.

Determinadas as frações de saída do *finisher*, definiu-se o volume de controle do equipamento conforme a Figura 32.

FIGURA 32 – VOLUME DE CONTROLE NO *FINISHER*



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para encontrar a vazão mássica de saída do *finisher* (corrente 5) foi feito um balanço de massa global (Equação 6) e para a polpa (Equação 7) no *finisher*.

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_4 + \dot{m}_5 \quad (6)$$

$$0,357\dot{m}_2 = \dot{m}_4 + 0,12\dot{m}_5 \quad (7)$$

Combinando as equações 7 e 8, temos:

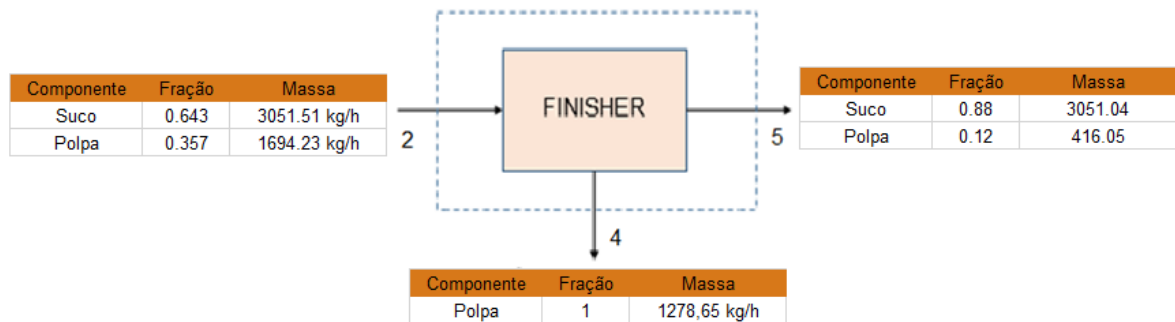
$$0,357\dot{m}_2 = \dot{m}_2 - \dot{m}_5 + 0,12\dot{m}_5 \quad (8)$$

$$0,357 * 4745,74 = 4745,74 - \dot{m}_5 + 0,12\dot{m}_5 \quad (9)$$

Portanto, a vazão mássica de saída do *finisher* (corrente 5) é 3467,09 kg.h<sup>-1</sup> e a de polpa (corrente 4) é 1278,65 kg.h<sup>-1</sup>.

A Figura 33 esboça as correntes de entrada e saída no *finisher* com as respectivas vazões e frações.

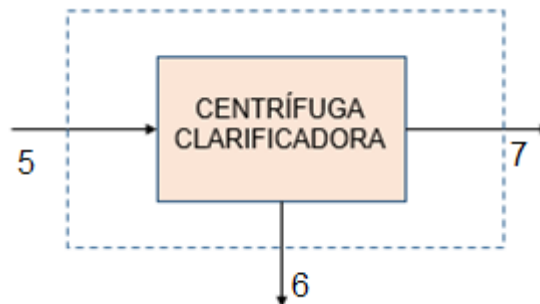
FIGURA 33 – BALANÇO DE MASSA NO FINISHER



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Segundo a TETRAPAK (1998), após o *finisher* temos uma centrífuga clarificadora, onde o teor de polpa recomendada para comercialização de suco é de 4%. Conseqüentemente, a fração de suco é de 96%.

FIGURA 34 – VOLUME DE CONTROLE NA CENTRÍFUGA CLARIFICADORA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para encontrar a vazão mássica da corrente 7 foi feito um balanço de massa global (Equação 10) e para a polpa (Equação 11) na centrífuga.

$$\dot{m}_5 = \dot{m}_6 + \dot{m}_7 \quad (10)$$

$$0,12\dot{m}_5 = \dot{m}_6 + 0,04\dot{m}_7 \quad (11)$$

Combinando as equações 10 e 11, temos:

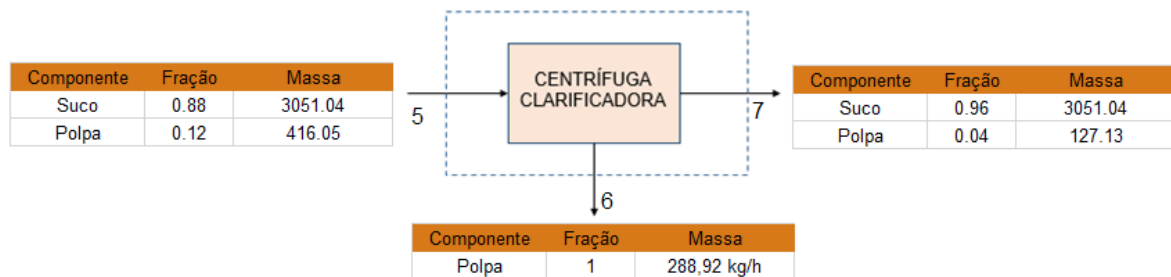
$$0,12\dot{m}_5 = \dot{m}_5 - \dot{m}_7 + 0,04\dot{m}_7$$

$$0,12 * 3467,09 = 3467,09 - \dot{m}_7 + 0,04\dot{m}_7$$

Portanto, a vazão mássica da corrente 7 é 3178,17 kg.h<sup>-1</sup> e a da corrente 6 é 288,92 kg.h<sup>-1</sup>.

A Figura 35 esboça as correntes de entrada e saída na centrífuga com as respectivas vazões e frações.

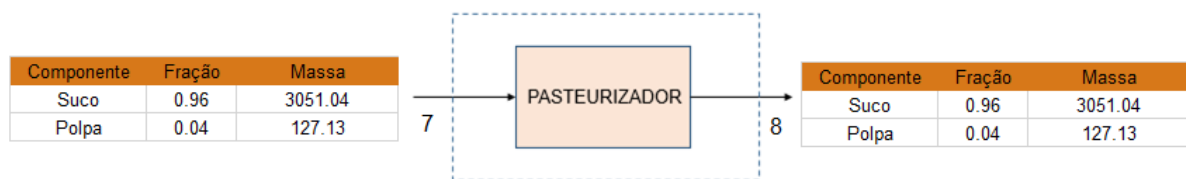
FIGURA 35 – BALANÇO DE MASSA NA CENTRÍFUGA CLARIFICADORA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

A partir desta etapa, desconsidera-se perdas significativas de massa no processo de pasteurização e refrigeração (Figura 36). Dessa maneira, a vazão mássica de suco ao final do processo é 3178,17 kg.h<sup>-1</sup>.

FIGURA 36 – BALANÇO DE MASSA NO PASTEURIZADOR



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Segundo Alves *et al.* (2016), a massa específica do suco de laranja a 30°C é de 1032,43 kg/m<sup>3</sup>. Assim, obteve-se a vazão volumétrica da produção de suco por hora conforme a Equação 12.

$$\dot{Q}_{diária} = \frac{\dot{m}_8}{\rho_{suco}} \quad (12)$$



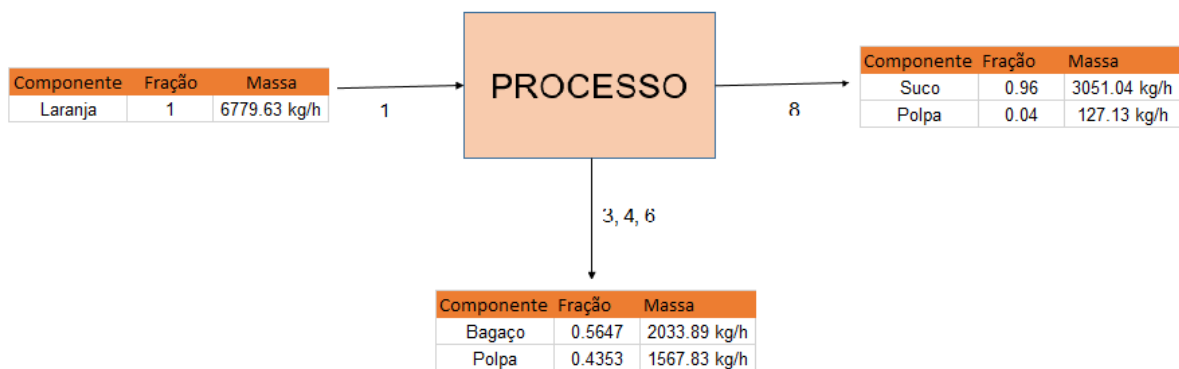
$$\dot{Q}_{diária} = \frac{3178,17 \frac{kg}{h}}{1032,43 \frac{kg}{m^3}} = 3,078 m^3 \cdot h^{-1}$$

Operando 6,5 horas por dia, tem-se:

$$V_{diário} = 3,078 \frac{m^3}{h} * 6,5 h = 20,007 m^3$$

Portanto, o balanço global é representado pela Figura 37.

FIGURA 37 – BALANÇO GLOBAL DO PROCESSO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

## 7.2 BALANÇO DE MASSA DA ÁGUA DE LIMPEZA

### 7.2.1 Balanço de massa da lavadora

Para sanitização das frutas recomenda-se o uso de uma concentração de 5 mg.L<sup>-1</sup> do cloro ativo (COELHO, 2014).

Como utilizaremos uma solução de cloro a 9% em 599,967 L de água, é necessário aproximadamente 33,33 mL de cloro líquido.

Conhecendo a massa específica do cloro líquido e da água a 25°C, calcularam-se a massa de cada um dos componentes pelas Equações 13 e 14, respectivamente.

$$m_{cl} = \rho_{cl} V_{cl} \quad (13)$$

$$m_{Cl} = 1,05 \frac{g}{cm^3} \cdot 33,33 \text{ mL} \cdot \frac{1cm^3}{mL}$$

$$\therefore m_{Cl} = 34,9965 \text{ g}$$

$$m_{H_2O} = \rho_{H_2O} V_{H_2O} \quad (14)$$

$$m_{H_2O} = 0,997 \frac{g}{cm^3} \cdot 599967 \text{ mL} \cdot \frac{1cm^3}{mL}$$

$$\therefore m_{H_2O} = 598167,099 \text{ g}$$

Possuindo os valores das massas dos componentes, determinou-se as frações mássicas do cloro líquido e da água pelas respectivas Equações 15 e 16.

$$x_{Cl} = \frac{m_{Cl}}{m_{Cl} + m_{H_2O}} \quad (15)$$

$$\therefore x_{Cl} = 5,85 \cdot 10^{-5}$$

$$x_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{Cl} + m_{H_2O}} \quad (16)$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,9999$$

Para determinar as vazões mássicas das correntes de cloro e da água, inicialmente calculou-se a vazão mássica da lavagem por meio da Equação 17.

$$\dot{m}_{lavagem} = \rho_{H_2O} \dot{Q}_{lavagem} \quad (17)$$

$$\dot{m}_{lavagem} = 0,997 \frac{g}{mL} \cdot 600 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{lavagem} = 598,2 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Possuindo o valor da vazão mássica da lavagem, determinaram-se as vazões mássicas de cloro e da água através da Equação 18 e 19, respectivamente.

$$\dot{m}_{Cl} = \dot{m}_{lavagem} x_{Cl} \quad (18)$$

$$\therefore \dot{m}_{Cl} = 0,035234 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{lavagem} x_{H_2O} \quad (19)$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 598,182 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Para melhor visualização do balanço de massa na lavadora, os valores obtidos anteriormente estão dispostos na Figura 38.

FIGURA 38 - BALANÇO DE MASSA NA LAVADORA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Como a operação da lavadora é de 6,5 h, logo sua capacidade diária será em torno de 3900 L.dia<sup>-1</sup>. Para suprir a demanda da operação, necessita-se de 2 lavadoras, dessa forma, o volume de efluente diário a ser tratado é de 7800 L.

### 7.2.2 Balanço de massa da CIP 1

O processo de limpeza CIP é composto por 5 etapas: pré-lavagem com água, limpeza com solução alcalina, enxágue intermediária, limpeza com solução ácida e enxágue final. Para cada etapa utilizou-se a vazão volumétrica de 4 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

A CIP 1 corresponde a limpeza da extratora, *finisher*, tanque 1, centrífuga clarificadora e tanque 2.

Na limpeza com solução alcalina (NaOH) a solução possui concentração molar a 2%, conhecendo a massa molar do reagente, a vazão volumétrica e a concentração desejada, determinou-se a vazão mássica do hidróxido de sódio por meio da Equação 20.

$$\dot{m}_{NaOH} = C_{NaOH} MM_{NaOH} \dot{Q}_{CIP_1} \quad (20)$$

$$\dot{m}_{NaOH} = 0,02 \frac{mol}{L} \cdot 40 \frac{g}{mol} \cdot 4000 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{NaOH} = 3200 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} = 3,2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Para calcular a vazão mássica de água, primeiramente estimou-se a vazão mássica da etapa pela Equação 21.

$$\dot{m}_{CIP_1} = \rho_{H_2O} \dot{Q}_{CIP_1} \quad (21)$$

$$\dot{m}_{CIP_1} = 997 \frac{kg}{m^3} \cdot 4 \frac{m^3}{h}$$

$$\dot{m}_{CIP_1} = 3988 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Dessa forma, a vazão mássica é dada pela Equação 22.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_1} - \dot{m}_{NaOH} \quad (22)$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 3984,8 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Dispondo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de hidróxido de sódio e da água pelas Equações 23 e 24, respectivamente.

$$x_{NaOH} = \frac{\dot{m}_{NaOH}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}} \quad (23)$$

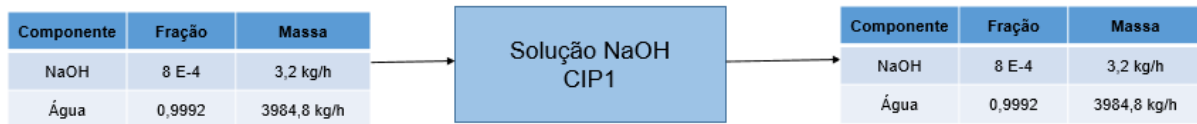
$$\therefore x_{NaOH} = 8 \cdot 10^{-4}$$

$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}} \quad (24)$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,9992$$

Os valores obtidos anteriormente estão organizados na Figura 39 a seguir.

FIGURA 39 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 1



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para limpeza com solução ácida ( $HNO_3$ ) a solução possui concentração molar a 1%, conhecendo a massa molar do reagente, a vazão volumétrica e a concentração desejada, determinou-se a vazão mássica do ácido nítrico através da Equação 25.

$$\dot{m}_{HNO_3} = C_{HNO_3} MM_{HNO_3} \dot{Q}_{CIP_1} \quad (25)$$

$$\dot{m}_{HNO_3} = 0,01 \frac{mol}{L} \cdot 63 \frac{g}{mol} \cdot 4000 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{HNO_3} = 2520 g \cdot h^{-1} = 2,52 kg \cdot h^{-1}$$

Por meio da Equação 26, estimou-se a vazão mássica de água.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_1} - \dot{m}_{HNO_3} \quad (26)$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 3985,48 kg \cdot h^{-1}$$

Conhecendo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de ácido nítrico e da água pelas Equações 27 e 28, respectivamente.

$$x_{HNO_3} = \frac{\dot{m}_{HNO_3}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}} \quad (27)$$

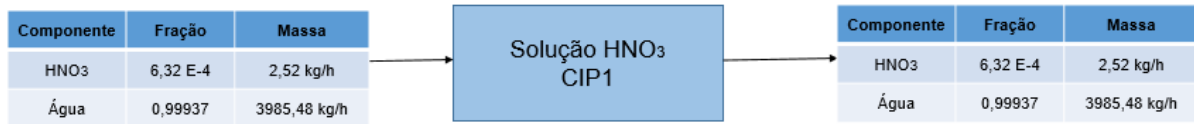
$$\therefore x_{HNO_3} = 6,32 \cdot 10^{-4}$$

$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}} \quad (28)$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,99937$$

Os valores obtidos anteriormente estão dispostos na Figura 40 abaixo.

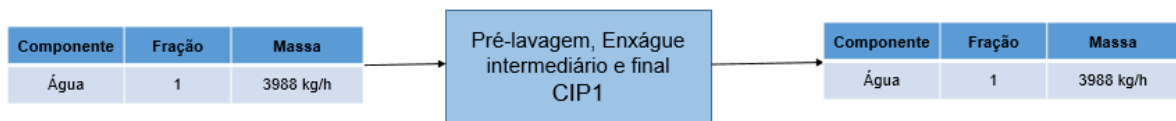
FIGURA 40 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CPI 1



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para etapas de pré-lavagem, enxágue intermediário e final, é utilizada somente a água, dessa forma os valores da fração mássica e da vazão mássica estão ilustrados na Figura 41.

FIGURA 41 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 1



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Como o tempo de operação da limpeza é de 1,5 h, com 5 etapas de lavagens, o volume total de efluente a ser tratado no CIP 1 será 30m<sup>3</sup>.

### 7.2.3 Balanço de massa da CIP 2

A limpeza CIP 2 consiste na lavagem do tanque asséptico refrigerado com capacidade volumétrica de 20 m<sup>3</sup>.

Operando a 1,5 h, a vazão volumétrica será calculada pela Equação 29.

$$\dot{Q}_{CIP_2} = \frac{V_{tanque}}{t_{CIP}} \quad (29)$$

$$\dot{Q}_{CIP_2} = \frac{20 \text{ m}^3}{1,5 \text{ h}}$$

$$\therefore \dot{Q}_{CIP_2} = 13,333 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 13333 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$$

De forma análoga a limpeza CIP 1, calculou-se a vazão mássica do hidróxido de sódio (Equação 20).

$$\dot{m}_{NaOH} = C_{NaOH} MM_{NaOH} \dot{Q}_{CIP_2}$$

$$\dot{m}_{NaOH} = 0,02 \frac{mol}{L} \cdot 40 \frac{g}{mol} \cdot 13333 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{NaOH} = 10666,4 \text{ g} \cdot h^{-1} = 10,6664 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Para calcular a vazão mássica de água, primeiramente estimou-se a vazão mássica da etapa pela Equação 21.

$$\dot{m}_{CIP_2} = \rho_{H_2O} \dot{Q}_{CIP_2}$$

$$\dot{m}_{CIP_2} = 997 \frac{kg}{m^3} \cdot 13,333 \frac{m^3}{h}$$

$$\dot{m}_{CIP_2} = 13293 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Dessa forma, a vazão mássica é dada pela Equação 22.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_2} - \dot{m}_{NaOH}$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 13282,334 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Dispondo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de hidróxido de sódio e da água da CIP 2 pelas Equações 23 e 24, respectivamente.

$$x_{NaOH} = \frac{\dot{m}_{NaOH}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}}$$

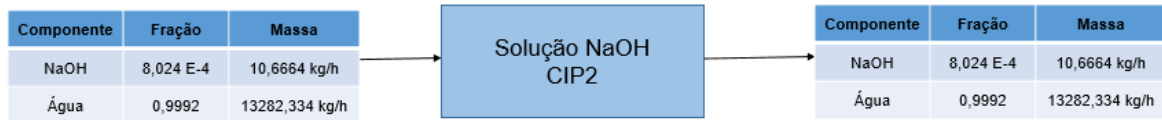
$$\therefore x_{NaOH} = 8,024 \cdot 10^{-4}$$

$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}}$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,9992$$

Os valores obtidos anteriormente estão estabelecidos na Figura 42.

FIGURA 42 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 2



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Similarmente aos cálculos da CIP 1, determinou-se a vazão mássica do ácido nítrico pela Equação 25.

$$\dot{m}_{HNO_3} = C_{HNO_3} M_{HNO_3} \dot{Q}_{CIP_2}$$

$$\dot{m}_{HNO_3} = 0,01 \frac{mol}{L} \cdot 63 \frac{g}{mol} \cdot 13333 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{HNO_3} = 8399,79 \text{ g} \cdot h^{-1} = 8,39979 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Por meio da Equação 26, estimou-se a vazão mássica de água.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_2} - \dot{m}_{HNO_3}$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 13284,6 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Conhecendo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de ácido nítrico e da água pelas Equações 27 e 28, respectivamente.

$$x_{HNO_3} = \frac{\dot{m}_{HNO_3}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}}$$

$$\therefore x_{HNO_3} = 6,32 \cdot 10^{-4}$$

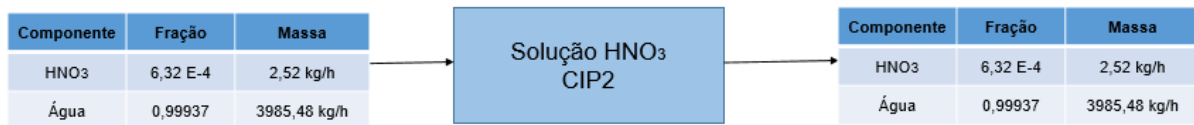
$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}}$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,99937$$

Os valores obtidos anteriormente estão dispostos na Figura 43 abaixo.



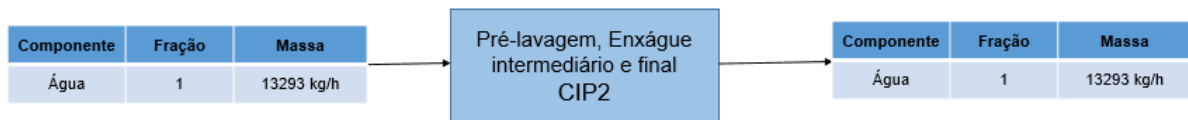
FIGURA 43 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CIP 2



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para etapas de pré-lavagem, enxágue intermediário e final, é utilizada somente a água, dessa forma os valores da fração mássica e da vazão mássica estão ilustrados na Figura 44.

FIGURA 44 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 2



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

O volume de efluente gerado na lavagem do tanque asséptico refrigerado é de 100 m<sup>3</sup>.

#### 7.2.4 Balanço de massa da CIP 3

A CIP 3 consiste na lavagem da envasadora com vazão volumétrica de 270L.h<sup>-1</sup>.

De forma análoga a limpeza CIP 1, calculou-se a vazão mássica do hidróxido de sódio (Equação 20).

$$\dot{m}_{NaOH} = C_{NaOH} MM_{NaOH} \dot{Q}_{CIP_3}$$

$$\dot{m}_{NaOH} = 0,02 \frac{mol}{L} \cdot 40 \frac{g}{mol} \cdot 270 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{NaOH} = 216 g \cdot h^{-1} = 0,216 kg \cdot h^{-1}$$

Para calcular a vazão mássica de água, primeiramente estimou-se a vazão mássica da etapa pela Equação 21.

$$\dot{m}_{CIP_3} = \rho_{H_2O} \dot{Q}_{CIP_3}$$

$$\dot{m}_{CIP_3} = 997 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,27 \frac{m^3}{h}$$

$$\dot{m}_{CIP_3} = 269,19 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Dessa forma, a vazão mássica é dada pela Equação 22.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_3} - \dot{m}_{NaOH}$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 268,974 \text{ kg} \cdot h^{-1}$$

Dispondo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de hidróxido de sódio e da água da CIP 3 pelas Equações 23 e 24, respectivamente.

$$x_{NaOH} = \frac{\dot{m}_{NaOH}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}}$$

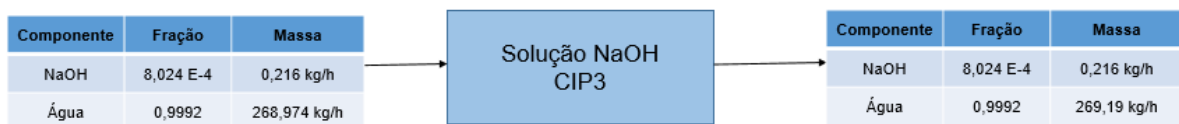
$$\therefore x_{NaOH} = 8,024 \cdot 10^{-4}$$

$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{NaOH} + \dot{m}_{H_2O}}$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,9992$$

Os valores obtidos anteriormente estão dispostos na Figura 45 a seguir.

FIGURA 45 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ALCALINA CIP 3



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Similarmente aos cálculos da CIP 1, determinou-se a vazão mássica do ácido nítrico pela Equação 25.

$$\dot{m}_{HNO_3} = C_{HNO_3} MM_{HNO_3} \dot{Q}_{CIP_3}$$

$$\dot{m}_{HNO_3} = 0,01 \frac{mol}{L} \cdot 63 \frac{g}{mol} \cdot 270 \frac{L}{h}$$

$$\therefore \dot{m}_{HNO_3} = 170,1 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} = 0,1701 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Por meio da Equação 26, estimou-se a vazão mássica de água.

$$\dot{m}_{H_2O} = \dot{m}_{CIP_3} - \dot{m}_{HNO_3}$$

$$\therefore \dot{m}_{H_2O} = 269,02 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Conhecendo os dados da vazão mássica dos componentes, determinaram-se as frações mássicas de ácido nítrico e da água pelas Equações 27 e 28, respectivamente.

$$x_{HNO_3} = \frac{\dot{m}_{HNO_3}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}}$$

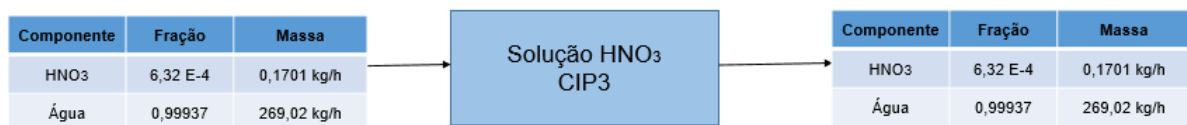
$$\therefore x_{HNO_3} = 6,32 \cdot 10^{-4}$$

$$x_{H_2O} = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\dot{m}_{HNO_3} + \dot{m}_{H_2O}}$$

$$\therefore x_{H_2O} = 0,99937$$

Os valores obtidos anteriormente estão dispostos na Figura 46 abaixo.

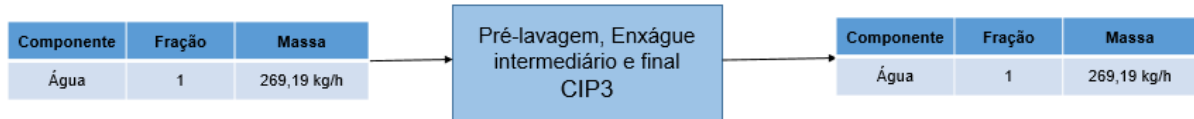
FIGURA 46 - BALANÇO DE MASSA DA SOLUÇÃO ÁCIDA CIP 3



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para etapas de pré-lavagem, enxágue intermediário e final, é utilizada somente a água, dessa forma os valores da fração mássica e da vazão mássica estão ilustrados na Figura 47.

FIGURA 47 - BALANÇO DE MASSA DA PRÉ-LAVAGEM, ETAPA DE ENXÁGUE CIP 3



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Como o tempo de operação da limpeza é de 1,5 h, com 5 etapas de lavagens, o volume total de efluente a ser tratado no CIP 3 será 2,025 m<sup>3</sup>.

## 8 BALANÇO DE ENERGIA E INTEGRAÇÃO ENERGÉTICA

O balanço de energia foi realizado para o pasteurizador e considerou-se regime permanente, variação de energia potencial e cinética desprezíveis, as carcaças dos equipamentos são isoladas do ambiente e nos processos de troca térmica não ocorrem variações nas pressões dos fluidos, portanto a variação de energia interna será igual a variação da entalpia.

Os valores de entalpia e entropia utilizados no balanço de energia foram retirados do livro MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. Princípios de termodinâmica para engenharia. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Após a passagem pela centrífuga o suco encontra-se a 30°C e passará pelo processo de pasteurização. Durante a pasteurização é necessário aquece-lo até 90°C e posteriormente resfria-lo até 5°C. Devido a essa necessidade de se aquecer uma corrente e resfriar a outra é possível realizar uma integração energética nesta operação unitária.

Segundo Acerbi e Garcia (2015), considerando o suco como uma solução de água e sacarose, o calor específico, em  $\text{kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ , do suco de laranja pode ser calculado pela Equação 30:

$$c_{p_{suco}} = 4,19 - 2,55x \quad (30)$$

Sendo  $x$  a porcentagem mássica (°Brix) de sacarose na solução.

Antes de entrar no pasteurizador, tem-se 11°Brix de sacarose, então:

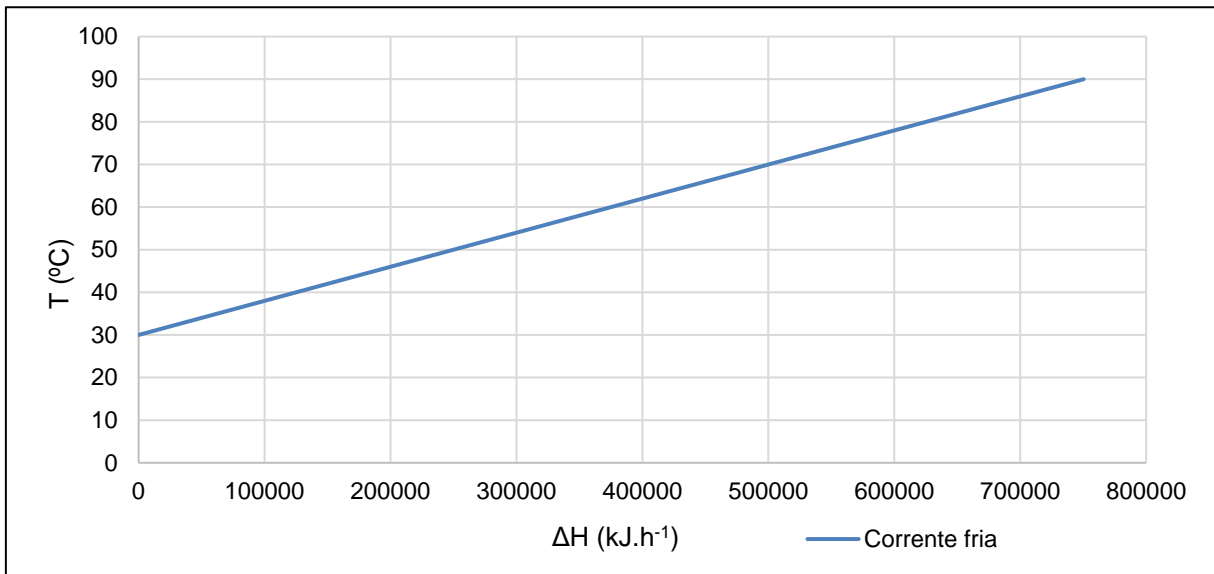
$$c_{p_{suco}} = 3,935 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$$

Conhecendo a vazão do suco ( $\dot{m}_{suco} = 3178,17 \text{ kg.h}^{-1}$ ), pode-se calcular o calor trocado. Considerando que o calor trocado nos dois processos é igual a variação de entalpia, obtemos a variação de entalpia através da Equação 31.

$$Q = \Delta H = \dot{m}_{suco} c_{p_{suco}} \Delta T \quad (31)$$

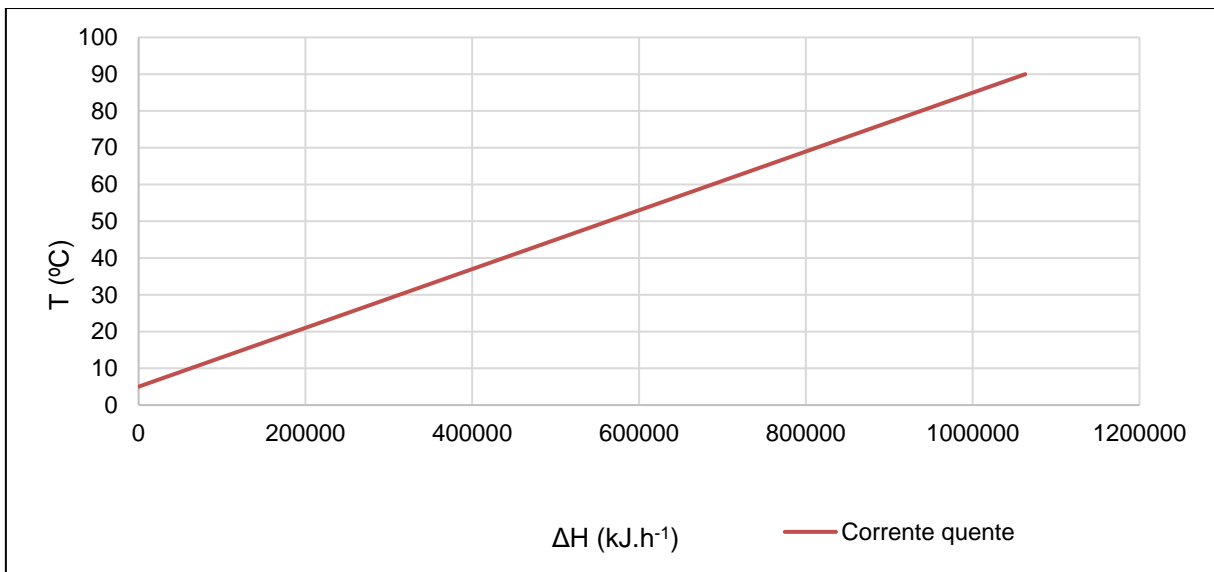
Para aquecer a corrente fria seria necessário fornecer  $750.366,1 \text{ kJ.h}^{-1}$  de utilidade quente e para resfriar a corrente quente seria necessário retirar  $1.063.018,11 \text{ kJ.h}^{-1}$  através de utilidade fria, totalizando  $1.813.384,21 \text{ kJ.h}^{-1}$ . Demonstrado, respectivamente, nas Figuras 48 e 49.

FIGURA 48 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE FRIA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

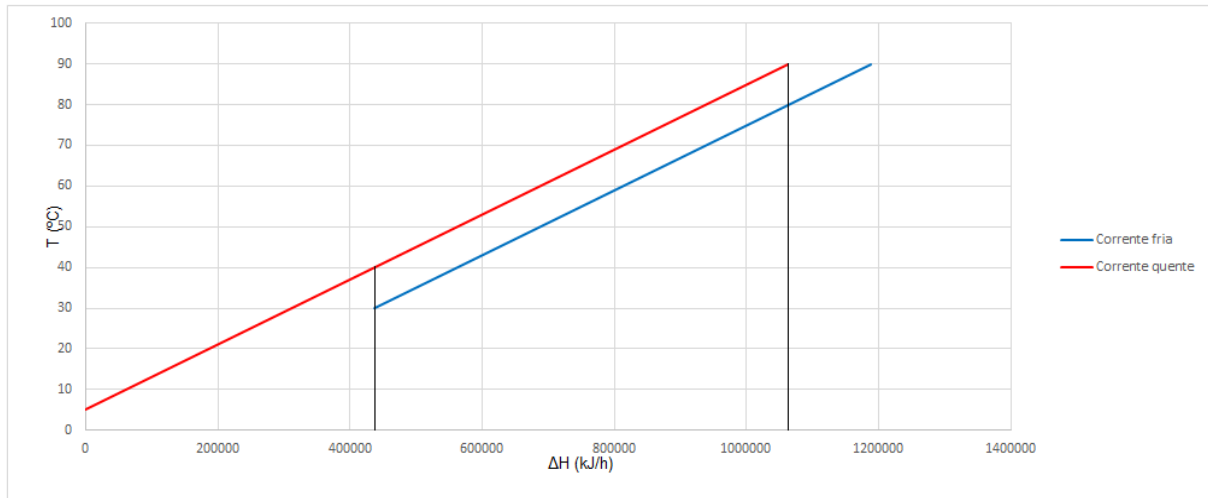
FIGURA 49 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE QUENTE



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para a implementação da integração energética as duas curvas foram colocadas em uma mesma figura (Figura 50) com um  $\Delta T_{min} = 10^{\circ}C$  entre elas. Segundo Smith (2005), uma diferença mínima de temperatura de  $10^{\circ}C$  minimiza o gasto com utilidades e a área de troca térmica.

FIGURA 50 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA VERSUS ENTALPIA PARA A CORRENTE QUENTE E FRIA COM  $[\Delta T]_{\text{MIN}}=10^{\circ}\text{C}$

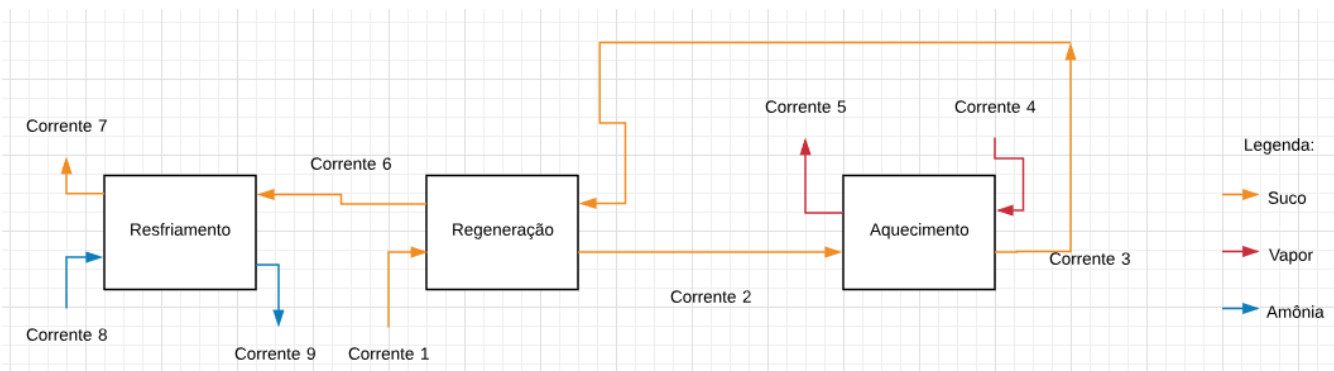


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Na Figura 50, a região entre as linhas verticais pretas representa a quantidade de calor aproveitado das correntes que é igual a  $625.304,9 \text{ kJ.h}^{-1}$ . Após a integração será necessário retirar  $437.713,465 \text{ kJ.h}^{-1}$  por meio de utilidade fria e fornecer  $125.061,2 \text{ kJ.h}^{-1}$ , totalizando  $562.774,65 \text{ kJ.h}^{-1}$  de utilidades. Isso representa uma economia de  $1.250.609,55 \text{ kJ.h}^{-1}$ . Pelo gráfico é possível observar também que no regenerador do pasteurizador a corrente quente entrará a  $90^{\circ}\text{C}$  e sairá a  $40^{\circ}\text{C}$  e a corrente fria entrará a  $30^{\circ}\text{C}$  e sairá a  $80^{\circ}\text{C}$ .

O processo de pasteurização ocorrerá de acordo com o diagrama de blocos da Figura 51.

FIGURA 51 - DIAGRAMA DE BLOCOS PARA O PROCESSO DE PASTEURIZAÇÃO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

A corrente 1 de suco proveniente da centrífuga encontra-se a 30°C e como visto anteriormente na etapa de integração energética deverá ser previamente aquecida até 80°C (corrente 2), enquanto a corrente 3 será pré-resfriada de 90°C a 40°C (corrente 6). Considera-se que durante o processo não haverá variação de pressão no suco, operação em regime permanente e que durante todo o processo o pasteurizador encontra-se isolado.

Na etapa de aquecimento o suco deverá ser aquecido de 80°C até 90°C. Pela Equação 31, sabendo o calor específico e a vazão mássica do suco, calculou-se a quantidade que deve ser fornecido para promover essa variação de temperatura.

$$Q_{aquecimento} = 3,935 * 3178,17 * 10$$

$$Q_{aquecimento} = 125060,99 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

A caldeira selecionada opera a uma pressão de 10 bar e fornece vapor saturado a 179,9°C (corrente 4). O calor retirado da água resultará em sua mudança de fase para líquido saturado a 179,9°C (corrente 5). Assim será utilizado para os cálculos a entalpia de vaporização da água a 10 bar que é  $\Delta_{h_{vap}} = 2015,3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Dessa forma, determinou-se a vazão mássica de vapor pela Equação 32 que será utilizada na etapa de aquecimento.

$$\dot{m}_{vapor} = \frac{Q_{aquecimento}}{\Delta_{h_{vap}}} \quad (32)$$

$$\dot{m}_{vapor} = \frac{125060,99}{2015,3}$$

$$\dot{m}_{vapor} = 62,0558 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

A geração de calor da caldeira será feita através da queima de carvão por ser um combustível de custo extremamente baixo, para reduzir a emissão de material particulado resultante de sua queima será utilizado um filtro do tipo manga após a passagem pela chaminé da caldeira. Segundo ADETEC (2018), o poder calorífico do carvão mineral RS é  $PCI_{carvão} = 15021,15 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . A massa de carvão necessária para fornecer energia a água será dada pela Equação 33.

$$\dot{m}_{carvão} = \frac{Q_{aquecimento}}{PCI_{carvão}} \quad (33)$$



$$\dot{m}_{\text{carvão}} = \frac{125060,99}{15021,15}$$

$$\dot{m}_{\text{carvão}} = 8,33 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

A Tabela 8 mostra a temperatura, pressão e as vazões mássicas de cada corrente utilizada no aquecimento e na regeneração.

TABELA 8 - DADOS E VALORES OBTIDOS DAS CORRENTES

Corrente	Componente	Temperatura (°C)	Pressão (bar)	Vazão mássica (kg.h <sup>-1</sup> )
1	Suco	30	1,01325	3178,17
2	Suco	80	1,01325	3178,17
3	Suco	90	1,01325	3178,17
4	Vapor de água	179,9	10	62,0558
5	Vapor de água	179,9	10	62,0558
6	Suco	40	1,01325	3178,17

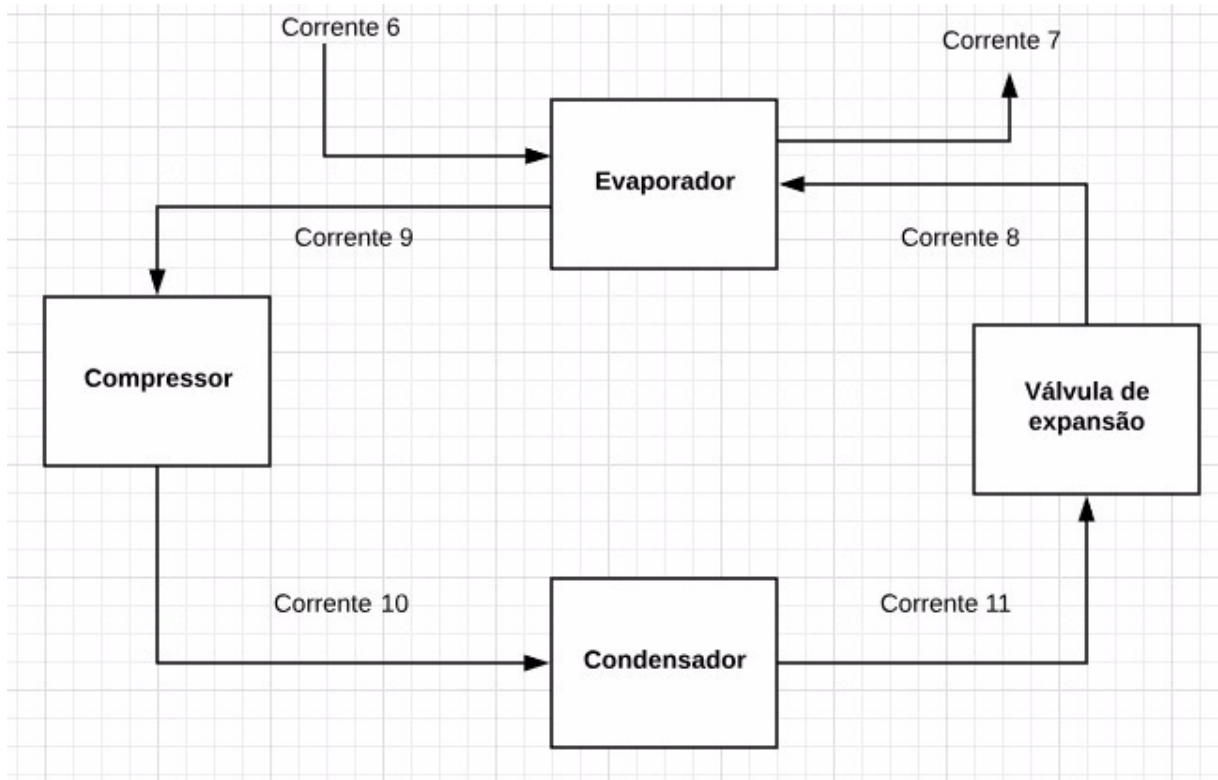
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Na etapa de resfriamento o líquido deve ser resfriado de 40°C até 5°C, pela Equação 31 calculou-se a quantidade de calor que deve ser retirada do suco para promover essa variação de temperatura. Esta etapa ocorrerá baseada em um ciclo de refrigeração por compressão descrito pela Figura 52.

$$Q_{\text{resfriamento}} = 3,935 * 3178,17 * 35$$

$$Q_{\text{resfriamento}} = 437713,46 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

FIGURA 52 - DIAGRAMA DE BLOCOS PARA O PROCESSO DE RESFRIAMENTO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

De acordo com ETAL (2018), a diferença de temperatura entre o líquido na saída do processo de resfriamento e o fluido refrigerante deve ser próxima de 10°C. Dessa forma, adotou-se uma temperatura de trabalho igual a -6°C para o fluido refrigerante na região do evaporador (corrente 8 e 9). Na saída do condensador (corrente 11) assumiu-se que a temperatura da amônia líquida saturada é 30,94°C para que ocorra troca térmica com o ar ambiente. Segundo Moran e Shapiro (2009), durante a passagem pela válvula de expansão o processo é isoentálpico, dessa forma a entalpia das correntes 8 e 11 são as mesmas. A entalpia da amônia líquida saturada a 30,94°C é 327,01 kJ.kg<sup>-1</sup>, enquanto que a entalpia da amônia líquida e vapor saturados a -6°C é 152,26 kJ.kg<sup>-1</sup> e 1435,28 kJ.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Com esse valor foi possível calcular a porcentagem de líquido e vapor na corrente 8 pela Equação 34.

$$h_8 = h_{11} = x * h_{8líq} + (1 - x) * h_{8vap} \quad (34)$$

$$327,01 = x * 152 + (1 - x) * 1435,28$$

$$x = 0,8638$$

$$y = 1 - x = 0,1362$$

A amônia a  $-6^{\circ}\text{C}$  possui entalpia de vaporização de  $\Delta h_{evap} = 1282,43 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . A vazão mássica da fração líquida de amônia no evaporador foi obtida analogamente à maneira como se obteve a vazão de vapor de água da caldeira.

$$\dot{m}_{amônia\text{liq}} = \frac{437713,46}{1282,43}$$

$$\dot{m}_{amônia\text{liq}} = 341,32 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Com a vazão mássica da fase líquida de amônia no evaporador e conhecendo o título do líquido obteve-se a vazão mássica total de amônia no sistema.

$$\dot{m}_{amônia} = \frac{\dot{m}_{amônia\text{liq}}}{x}$$

$$\dot{m}_{amônia} = \frac{341,32}{0,8638} = 395,14 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Sabendo que a entalpia do vapor saturado na corrente 9 ( $h_9$ ) é  $1.435,28 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  e a entropia na mesma corrente é  $5,4103 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ , é possível obter a entalpia na corrente 10, uma vez que o processo no compressor é isentrópico. Para uma pressão de 12 bar e temperatura de  $82,79^{\circ}\text{C}$  têm-se um a entalpia de  $1611,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Através da Equação 35 pode-se obter o trabalho realizado pelo compressor.

$$\dot{W}_c = \dot{m}_{amônia}(h_{10} - h_9) \quad (35)$$

$$\dot{W}_c = 69513,0288 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

Para calcular o calor que o fluido refrigerante irá ceder ao ar no condensador, utilizou-se a Equação 36. Uma vez que a entalpia do líquido saturado à  $30,94^{\circ}\text{C}$  na corrente 11 ( $h_{11}$ ) é  $327,01 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

$$\dot{Q}_H = \dot{m}_{amônia}(h_{10} - h_{11}) \quad (36)$$

$$\dot{Q}_H = 507434,837 \text{ kJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

Na Tabela 9 constam os dados utilizados e os valores obtidos para cada corrente na etapa de resfriamento.

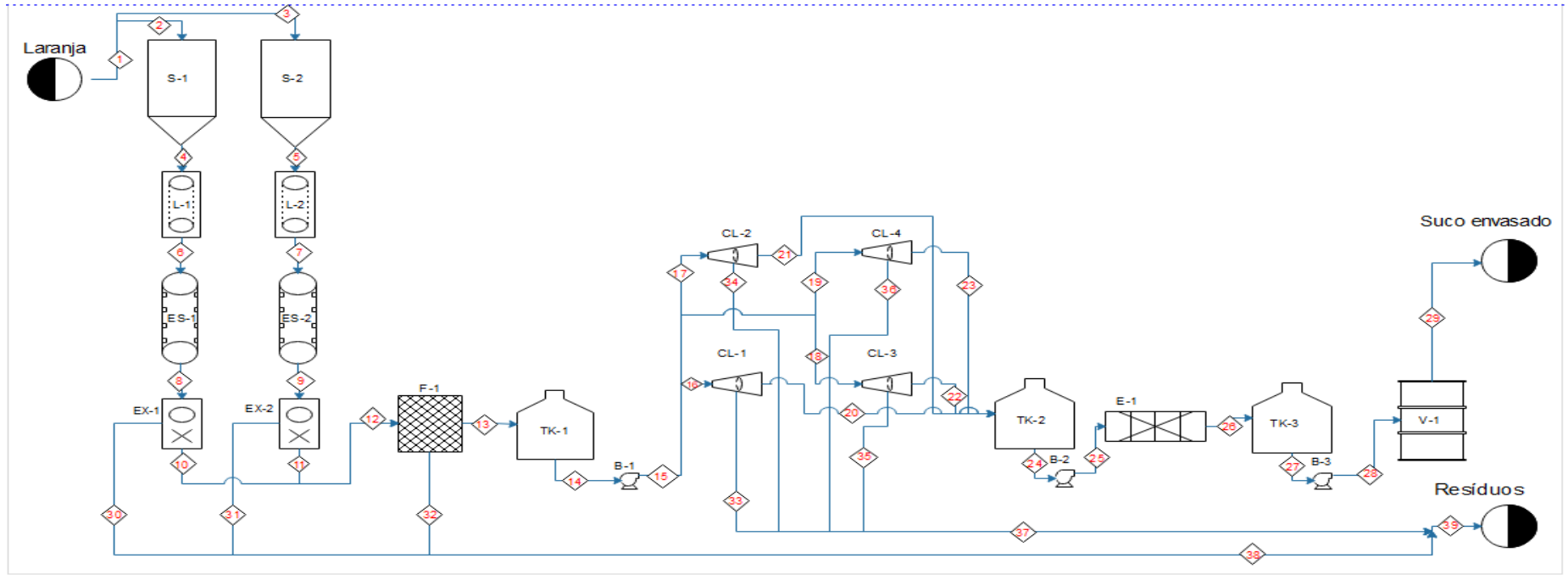
TABELA 9 - DADOS E VALORES OBTIDOS DAS CORRENTES NA ETAPA DO RESFRIAMENTO

<b>Corrente</b>	<b>Componente</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Pressão (bar)</b>	<b>Entalpia (kJ/kg)</b>	<b>Vazão mássica (kg.h<sup>-1</sup>)</b>
8	Amônia	-6	3,41	327,01	395,14
9	Amônia	-6	3,41	1435,28	395,14
10	Amônia	82,79	12	1611,2	395,14
11	Amônia	30,94	12	327,01	395,14

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Ao sair da etapa de pasteurização a 5°C o suco seguirá para o tanque de armazenamento asséptico. O tanque de armazenamento asséptico será isolado termicamente do ambiente, portanto, como não ocorrerá troca térmica, não será necessário realizar o balanço de energia para o mesmo.

### 9 DIAGRAMA DE FLUXO DO PROCESSO



DADOS DO PFD																		
Nº da corrente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Componente	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco
Vazão de laranja	6779,63	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vazão de líquido (kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1525,52	1525,52	3051,51	3051,51	3051,51	3051,51	762,8775	762,8775	762,8775
Vazão de polpa (kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	847,12	847,12	1694,23	416,05	416,05	416,05	104,0125	104,0125	104,0125
Vazão de bagaço (kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vazão total (kg/h)	6779,63	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	3389,815	2372,875	2372,875	4745,74	3467,56	3467,56	3467,56	866,89	866,89	866,89
Temperatura (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Pressão (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Componente	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Suco	Bagaço	Bagaço	Polpa	Polpa	Polpa	Polpa	Polpa
Vazão de laranja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vazão de líquido (kg/h)	762,8775	762,8775	762,8775	762,8775	762,8775	3051,51	3051,51	3051,51	3051,51	3051,51	-	-	-	-	-	-	-
Vazão de polpa (kg/h)	104,0125	31,7825	31,7825	31,7825	31,7825	127,13	127,13	127,13	127,13	127,13	-	-	1278,65	72,23	72,23	72,23	72,23
Vazão de bagaço (kg/h)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1016,945	1016,945	-	-	-	-	-
Vazão total (kg/h)	866,89	794,66	794,66	794,66	794,66	3178,64	3178,64	3178,64	3467,09	3178,17	1016,945	1016,945	1278,65	72,23	72,23	72,23	72,23
Temperatura (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	5	5	5	5	30	30	30	30	30
Pressão (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Componente	Resíduos	Resíduos	Resíduos
Vazão de laranja	-	-	-
Vazão de líquido (kg/h)	-	-	-
Vazão de polpa (kg/h)	288,92	1278,65	1567,57
Vazão de bagaço (kg/h)	-	2033,89	2033,89
Vazão total (kg/h)	288,92	3312,54	3601,46
Temperatura (°C)	30	30	30
Pressão (atm)	1	1	1

IDENTIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS			
Código	Equipamento	Código	Equipamento
S-1	Silo de armazenamento	CL-1	Centrífuga clarificadora
S-2	Silo de armazenamento	CL-2	Centrífuga clarificadora
L-1	Lavadora	CL-3	Centrífuga clarificadora
L-2	Lavadora	CL-4	Centrífuga clarificadora
ES-1	Transportadora de roletes	TK-2	Tanque asséptico
ES-2	Transportadora de roletes	B-2	Bomba centrífuga
EX-1	Extratora	E-1	Pasteurizador tipo placa
EX-2	Extratora	TK-3	Tanque asséptico refrigerado
F-1	Finisher	B-3	Bomba centrífuga
TK-1	Tanque asséptico	V-1	Envasadora
B-1	Bomba centrífuga		

## 10 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

As escolhas dos equipamentos foram por meio da capacidade de cada equipamento estabelecido pelo balanço de massa e pela capacidade produtiva da Citrino.

### 10.1 SILO DE ARMAZENAMENTO

Para armazenamento de matéria-prima estipulou-se o tempo médio de 2 dias, sendo necessário o armazenamento aproximado de 88 toneladas de laranjas. Com intuito de expansão da produção, propôs a compra de 2 silos de 60 toneladas, cada silo contém um elevador de caneco acoplado.

### 10.2 LAVADORA

Para lavagem das laranjas propôs o uso de 2 equipamentos, cuja capacidade de lavagem é de  $2 \text{ t.h}^{-1}$  com potência de 14 kW para cada dispositivo.

### 10.3 TRANSPORTADORA

A seleção das frutas será feita por meio de uma transportadora de roletes, cuja capacidade é de  $2 \text{ t.h}^{-1}$ , possuindo uma potência de 0,75 kW e voltagem de 220V. Serão utilizados 2 equipamentos para abastecer a etapa de extração.

### 10.4 EXTRATORA

Nessa etapa o equipamento possuirá capacidade de extração de 3 a  $4 \text{ t.h}^{-1}$ , com consumo médio de 7,5 kW. Para suprir a demanda da produção, utilizaremos 2 extratores.

## 10.5 FINISHER

O *finisher* definido será do tipo pá, com capacidade de 5 t.h<sup>-1</sup> e potência de 15 kW.

## 10.6 CENTRÍFUGA CLARIFICADORA

Na clarificação utilizaremos a centrífuga de 1200L.h<sup>-1</sup> com potência média de 2,2 kW. Para atender a necessidade da produção, sugeriu-se a compra de 4 centrífugas clarificadoras.

## 10.7 PASTEURIZADOR

Será utilizado um trocador de calor tipo placa com capacidade de processamento de 10.000 L.h<sup>-1</sup>, e com 2,40 m de comprimento, 1,30 m de largura e 1,80 de altura. A configuração do equipamento é descrita na Tabela 10 abaixo.

TABELA 10 - SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO

<b>Circuito de pasteurização</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Especificação</b>
Pasteurizador	Pasteurizador tipo placa em aço inoxidável 304
Tanque de equilíbrio	Capacidade de 100 L
Bomba centrífuga sanitária	Motor trifásico de 5 CV com saída e entrada tipo macho 2" SMS
Inversor de frequência	Reguladora de vazão de entrada do produto no pasteurizador
Válvula de 3 vias	Diâmetro 2" SMS
Válvula de retorno automática pneumática	Diâmetro 2" SMS
<b>Circuito de água quente</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Especificação</b>
Válvula moduladora de vapor	NE*
Sistema by-pass	NE*
Bomba centrífuga	Motor trifásico de 3 CV, 220/380 V, 3500 RPM
Tubos	Aço inox 304 de diâmetro 21/2"
Reservatório de água	NE*
Purgador de bóia	NE*
Trocador brasado	NE*

Painel de controle		
Componentes	Especificação	
Controlador digital de temperatura	Sensor PT-100	
Termo Resistências PT-100	3 fios, cabeçote dem alumínio fundido, tubo inox diâmetro 8 x 100 mm	
Válvula selenóide de ar	NE*	
Filtro regulador de ar	NE*	

\*NE: não informado

FONTE: EQUILATI EQUIPAMENTOS LTDA (ADAPTADO), 2018.

## 10.8 TANQUES DE ARMAZENAMENTO

### 10.8.1 Tanque asséptico refrigerado

Para armazenar o suco pasteurizado e resfriado, utilizou-se o tanque asséptico refrigerado.

O volume requerido para o armazenamento é de 20.000 L, o tanque será do tipo aço Inox 314 com dimensões de 2640 mm x 3660 mm, com altura total de 5800 mm. O tanque possui um misturador com rotação variável de 20 a 2900 rpm, e a sua potência é de 7,5 kW.

### 10.8.2 Tanque asséptico

Será utilizado o tanque asséptico na saída do *finisher* e da centrífuga clarificadora, com capacidade volumétrica de 3 m<sup>3</sup>. O tanque é feito de aço Inox 304 com diâmetro de 1,4 m.

Para armazenamento de reagentes de hidróxido de sódio e de ácido acético, utilizou-se o mesmo tanque de 3 m<sup>3</sup>.

## 10.9 ENVASADORA

O equipamento utilizado para envasar o suco em embalagens de 300 mL possuirá comprimento de 1,23 m, 1,18 m de largura e 2,5 m de altura, com capacidade de 170 frascos por minuto e consumo energético de 1,7kW.



#### 10.10 ROTULADORA

O processo de rotulagem é do tipo manga de Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), com capacidade de até 3000 frascos por hora. Possui proteção e sensores de seguranças e sinalizações na operação e seu consumo energético é 0,66 kW.

#### 10.11 CODIFICADORA

Para impressão de dados em embalagens plásticas, será fornecido por sistema a jato de tinta contínuo, suas dimensões são 430 x 411 x 381 mm, e seu consumo de energia é de 80W.

#### 10.12 ENFARDADEIRA

A enfardadeira possui uma dimensão de 1,02 x 0,83 x 1,98 m, com produtividade até 6 fardos por minuto, sua potência é de 1,6 kW. Cada fardo consiste em 6 frascos de 300 mL.

#### 10.13 CÂMARA FRIA

Para refrigeração dos sucos, será mantida numa câmara fria, cujo volume é de 27,4 m<sup>3</sup> e consumo médio de 1,94 kW.h-1.

#### 10.14 BOMBA CENTRÍFUGA

Para deslocamento do fluido, utilizou-se a bomba centrífuga de potência 2 CV, operando com vazão mínima de 2 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> até 12,5 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, seu consumo energético é de 2,32 kWh ou 2,28 kWh operando monofásico e trifásico, respectivamente. A tubulação de sucção possui 3" e a de elevação 2". Para operação do processo necessita-se de 6 bombas, entre as etapas do processo de fabricação do suco.

## 10.15 CALDEIRA

Para produção de vapor saturado, utilizou-se caldeira flamotubular operando numa pressão de 10 bar com capacidade de 300 kg vapor.h<sup>-1</sup>. A caldeira está equipada com painel de comando, bomba d'água, válvulas de segurança e descarga, injetor e manômetro.

## 10.16 BALANÇA RODOVIÁRIA

A balança possui 18 m de comprimento e 3 m de largura, sua capacidade de pesagem é até 80 toneladas. A plataforma da balança é recoberta de concreto, com instalação embutida.

## 10.17 MEDIDORES

### 10.17.1 Temperatura

Para controlar a temperatura nos tanques de armazenamento, são utilizados termômetro eletrônico com display para sensores de temperatura, sua faixa de medição é de -40 a 150 °C.

### 10.17.2 Pressão

No controle de pressão optou-se por sensor de pressão com display, esse equipamento pode ser utilizado em substâncias de meios pastosos e sólidos, fluidos líquidos e gasosos, e sua resistência à pressão é de 75 bar.

### 10.17.3 Nível

Os transmissores de nível possuem um sensor piezorresistivo que converte a pressão aplicada pela coluna de fluido em sinal elétrico. O medidor é do tipo aço Inox AISI 316, e sua faixa de temperatura de operação é de 0 a 70°C.

## 10.18 CONTROLADOR

### 10.18.1 Válvula

As válvulas utilizadas para controle de saída dos reagentes e do suco serão as válvulas borboleta do tipo aço Inox com atuador pneumático (Figura 53), e as válvulas de retenção do tipo disco (Figura 54).

FIGURA 53 - VÁLVULA BORBOLETA TIPO INOX



FONTE: BMN, 2018.

FIGURA 54 - VÁLVULA DE RETENÇÃO DO TIPO DISCO



FONTE: PLASNOX, 2018.

## 10.19 ÁREA DE TROCA TÉRMICA

Para calcular a área de troca térmica necessária para cada trocador de calor do pasteurizador foram realizados os cálculos a seguir. Todos os trocadores de calor são do tipo placa com distância de  $a = 0,05\text{m}$  entre cada uma delas. A vazão mássica de suco em todos os trocadores será a mesma e corresponde a  $\dot{m}_{\text{suco}} = 0,883 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ , o calor específico do suco já calculado anteriormente é  $c_{p_{\text{suco}}} = 3935 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ .

### 10.19.1 Regeneração

Na etapa de regeneração o suco proveniente da centrífuga entra a  $T_{suco1}=30^{\circ}\text{C}$  e chega para a etapa de aquecimento a  $T_{suco2}=80^{\circ}\text{C}$ . Após a passagem pela etapa de aquecimento o suco entra no regenerador a  $T_{suco3}=90^{\circ}\text{C}$  e sai para a refrigeração a  $T_{suco4}=40^{\circ}\text{C}$ . De acordo com Incropera (2011) um dos primeiros cálculos a ser realizado para se obter a área de troca térmica é o da média logarítmica das temperaturas das correntes no regenerador ( $\Delta T_{mlreg}$ ) representado pela equação 37. O calor trocado no regenerador será  $Q_{reg}=173695 \text{ W}$ .

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)} \quad (37)$$

Portanto, para o regenerador, temos:

$$\Delta T_{mlreg} = \frac{\Delta T_{2reg} - \Delta T_{1reg}}{\ln\left(\frac{\Delta T_{2reg}}{\Delta T_{1reg}}\right)}$$

$$\Delta T_{2reg} = T_{suco3} - T_{suco1}$$

$$\Delta T_{2reg} = 90 - 30 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{1reg} = T_{suco4} - T_{suco2}$$

$$\Delta T_{1reg} = 80 - 40 = 40^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{mlreg} = \frac{60 - 40}{\ln\left(\frac{60}{40}\right)}$$

$$\Delta T_{mlreg} = 49,33^{\circ}\text{C}$$

Segundo Incropera (2011), o coeficiente global de troca térmica de um trocador de calor pode ser obtido pela Equação 38.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2}} \quad (38)$$

No trocador de calor regenerador as duas correntes são compostas pelo mesmo componente, o suco. A equação para o coeficiente global de troca térmica na etapa de regeneração está representada pela Equação 39.

$$U_{reg} = \frac{1}{\frac{1}{\bar{h}_{suco}} + \frac{1}{\bar{h}_{suco}}}$$

$$U_{reg} = \frac{\bar{h}_{suco}}{2} \quad (39)$$

Segundo Incropera (2011) o coeficiente convectivo pode ser calculado utilizando a Equação 40.

$$\bar{h} = \frac{k\overline{Nu}}{D} \quad (40)$$

Analogamente para o cálculo do coeficiente convectivo do suco foi utilizada a Equação 41.

$$\bar{h}_{suco} = \frac{k_{suco}\overline{Nu}_{suco}}{D_h} \quad (41)$$

Para um trocador de calor por placas o diâmetro hidráulico está relacionado com a distância entre as placas, esta relação é representada pela Equação 42.

$$D_h = 2a \quad (42)$$

$$D_h = 0,1m$$

A condutividade térmica do suco foi calculada a partir da Equação 43 proposta por Oliveira et al (2001) que depende da fração mássica de água que compõe o suco.

$$k_{suco} = -1,181 + 4,641x_{H_2O} - 3,008(x_{H_2O})^2 \quad (43)$$

$$k_{suco} = -1,181 + 4,641 * 0,96 - 3,008(0,96)^2$$

$$k_{suco} = 0,5022 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$$

Segundo Gomes (2006), a viscosidade dinâmica do suco de laranja com 11°Brix é  $\mu=0,00208 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Conforme escrito por Incropera (2011), o número de Reynolds para esse escoamento foi calculado a partir da Equação 44:

$$Re = \frac{4\dot{m}}{\pi D_h \mu} \quad (44)$$

$$Re_{suco} = \frac{4 * 0,883}{\pi * 0,1 * 0,00208} = 5405,15$$

De acordo com Incropera (2011), o número de Prandtl é calculado pela Equação 45 e será necessário para calcular o número de Nusselt.

$$Pr = \frac{c_p * \mu}{k} \quad (45)$$

$$Pr_{suco} = \frac{3935 * 0,00208}{0,5022} = 1,63$$

Segundo Incropera (2011), o fator de atrito ( $f$ ) para escoamento turbulento pode ser calculado pela Equação 46.

$$f = 0,316 Re^{-1/4} \quad (46)$$

$$f_{suco} = 0,316 * 5405,15^{-1/4} = 0,0369$$

De acordo com Incropera (2011), pode-se utilizar a equação de Gnielinski (Equação 47) para o cálculo do número de Nusselt em tubos circulares lisos.

$$\overline{Nu} = \frac{\left(\frac{f}{8}\right)(Re-1000)Pr}{1+12,7\left(\frac{f}{8}\right)^{0,5}\left(Pr^{\frac{2}{3}}-1\right)} \quad (47)$$

$$\overline{Nu}_{suco} = \frac{\left(\frac{0,0369}{8}\right) * (5405,15 - 1000) * 1,63}{1 + 12,7 * \left(\frac{0,0369}{8}\right)^{0,5} * (1,63^{\frac{2}{3}} - 1)} = 24,87$$

Possuindo o valor do Nusselt médio do suco pode-se calcular sequencialmente o coeficiente convectivo médio do suco e o coeficiente global de troca térmica do regenerador.

$$\bar{h}_{suco} = \frac{\overline{Nu} * k_{suco}}{D_h}$$

$$\bar{h}_{suco} = \frac{24,87 * 0,5022}{0,1} = 124,9 \text{ W.m}^{-2}$$

$$U_{reg} = \frac{\bar{h}_{suco}}{2} = \frac{124,9}{2} = 62,45 \text{ W.m}^{-2}$$

Segundo Incropera (2011), a área de troca térmica de um trocador de calor se relaciona com a quantidade de calor trocada através da Equação 48.

$$A = \frac{Q}{U\Delta T_{ml}} \quad (48)$$

Portanto, para o regenerador, temos:

$$A_{reg} = \frac{Q_{reg}}{U_{reg}\Delta T_{mlreg}}$$

$$A_{reg} = \frac{173695}{62,45 * 50} = 55,62m^2$$

### 10.19.2 Aquecimento

Durante o processo de aquecimento o suco entra no trocador de calor a  $T_{suco2}=80^{\circ}C$  e sai a  $T_{suco3}=90^{\circ}C$ . O vapor de água entra no trocador a  $T_{vapor1}=179,9^{\circ}C$  e sai a  $T_{liq2}=179,9^{\circ}C$ . De forma análoga à etapa de regeneração, obteve-se a média logarítmica das temperaturas no trocador de calor do aquecimento  $\Delta T_{mlaquec}$  pela Equação 37.

$$\Delta T_{mlaquec} = 94,81^{\circ}C$$

Para esta etapa de aquecimento o coeficiente global de troca térmica será dado pela Equação 49.

$$U_{aquec} = \frac{1}{\frac{1}{h_{suco}} + \frac{1}{h_{vapor}}} \quad (49)$$

A condutividade térmica do vapor de água é  $k_{vapor} = 0,0335 W.m^{-1}.K^{-1}$ , sua viscosidade dinâmica é  $\mu_{vapor} = 14,5 * 10^{-6} kg.m^{-1}.s^{-1}$ , seu número de Prandtl é  $Pr = 1$  e sua vazão mássica de  $0,0172 kg.s^{-1}$ . O número de Reynolds para o escoamento do vapor de água foi calculado pela Equação 44.

$$Re_{vapor} = 15103,26$$

O fator de atrito para o escoamento de vapor foi obtido através da Equação 46.

$$f_{vapor} = 0,0285$$

De forma análoga às etapas anteriores calculou-se o número de Nusselt para o escoamento de vapor e posteriormente seu coeficiente convectivo.

$$\bar{N}u_{vapor} = 50,24$$

$$\bar{h}_{vapor} = 16,83 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Conhecendo o coeficiente convectivo da corrente de vapor e do suco pode-se calcular o coeficiente global de troca térmica da etapa de aquecimento utilizando a Equação 49.

$$U_{aquec} = \frac{1}{\frac{1}{124,9} + \frac{1}{16,83}} = 14,83 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

O calor trocado durante o aquecimento será 34739,16W, assim a área de troca térmica necessária para o trocador na etapa de aquecimento foi calculada de forma análoga à etapa de regeneração:

$$A_{aquec} = \frac{34739,16}{14,83 * 94,81} = 24,71 \text{ m}^2$$

### 10.19.3 Refrigeração

Durante a refrigeração o suco entra no trocador de calor a  $T_{suco4}=40^{\circ}\text{C}$  e sai a  $T_{suco5}=5^{\circ}\text{C}$ . A amônia entra a  $T_{amonia1}=-6^{\circ}\text{C}$  e sai a  $T_{amonia2}=-6^{\circ}\text{C}$ . De forma análoga à etapa de regeneração, obteve-se a média logarítmica das temperaturas no refrigerador  $\Delta T_{mlref}$  pela Equação 37.

$$\Delta T_{mlref} = 24,46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para esta etapa de refrigeração o coeficiente global de troca térmica será dado pela Equação 50.

$$U_{ref} = \frac{1}{\frac{1}{\bar{h}_{suco}} + \frac{1}{\bar{h}_{NH_3}}} \quad (50)$$



A condutividade térmica da amônia é  $k_{NH_3} = 0,5017 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , sua viscosidade dinâmica é  $\mu_{NH_3} = 0,000255 \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ , seu calor específico  $cp_{NH_3} = 2170 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  e sua vazão mássica de  $0,0948 \text{ kg.s}^{-1}$ . O número de Reynolds para o escoamento da amônia foi calculado pela Equação 44.

$$Re_{NH_3} = 4733,46$$

O número de Prandtl para a amônia foi calculado pela Equação 45.

$$Pr_{NH_3} = 1,1$$

O fator de atrito para o escoamento de amônia foi obtido através da Equação 46.

$$f_{NH_3} = 0,0381$$

De forma análoga às etapas anteriores calculou-se o número de Nusselt para o escoamento de amônia e posteriormente seu coeficiente convectivo.

$$\bar{N}u_{NH_3} = 18,5$$

$$\bar{h}_{NH_3} = 92,48 \text{ W.m}^{-2}$$

Conhecendo o coeficiente convectivo da amônia e do suco pode-se calcular o coeficiente global de troca térmica da etapa de refrigeração utilizando a Equação 50.

$$U_{ref} = \frac{1}{\frac{1}{124,9} + \frac{1}{92,48}} = 53,13 \text{ W.m}^{-2}$$

O calor trocado no refrigerador será 140954 W, assim a área de troca térmica necessária para o trocador na etapa de refrigeração foi calculada de forma análoga às etapas anteriores:

$$A_{ref} = \frac{140954}{53,13 * 24,46} = 62,31 \text{ m}^2$$

Portanto, as áreas de troca térmica de cada etapa do pasteurizador encontram-se na Tabela 11.

TABELA 11- ÁREAS DE TROCA TÉRMICA PARA CADA ETAPA DO PASTEURIZADOR

Étapas do pasteurizador	Área de troca térmica (m <sup>2</sup> )
Regeneração	55,62
Aquecimento	24,71
Refrigeração	62,31

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

## 11 DESCRIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

A quantidade de efluente diário gerado na lavagem das laranjas e nos equipamentos é cerca de 139,825 m<sup>3</sup> conforme descrito no balanço de massa. Com volume determinado dimensionou-se os tratamentos preliminares e secundário.

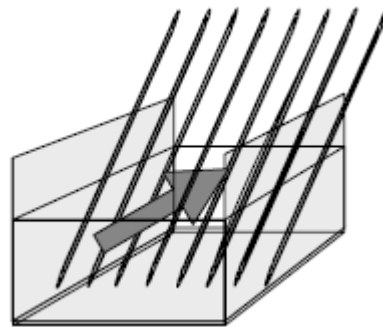
Todas as equações e considerações descritas no dimensionamento foram retiradas da literatura do Marco Von Sperling (1996).

### 11.1 TRATAMENTO PRELIMINAR

#### 11.1.1 Grades

A remoção de sólidos grosseiros é feita por meio de grades conforme ilustra a Figura 55. O gradeamento consiste em espaçamento livre entre barras de 2 cm, e a remoção do material retido é feito manualmente e sendo descartada no depósito de resíduos sólidos.

FIGURA 55 - ESQUEMA DE UMA GRADE



FONTE: SPERLING, M.V., 2014.

#### 11.1.2 Desarenador

A remoção da areia contida na lavagem da laranja é feita através de desarenador (Figura 56). Os grãos de areias sedimentam para o fundo da caixa devido

às suas maiores dimensões e densidade, enquanto a matéria orgânica permanece em suspensão, seguindo para as unidades de jusante.

FIGURA 56 - ESQUEMA DE UM DESARENADOR RETANGULAR DE FLUXO HORIZONTAL



FONTE: VON SPERLING, M., 1996.

### 11.1.3 Medidor de vazão (Calha Parshall)

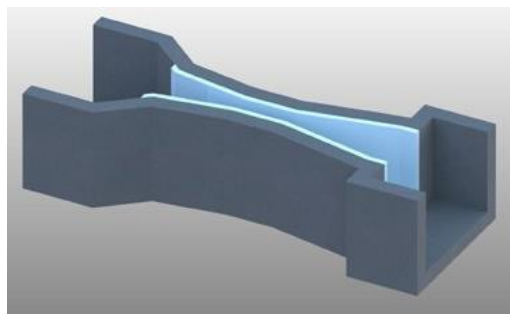
Os medidores de vazão tipo calha Parshall são equipamentos aplicados na medição contínua de vazão em ETE's, a medição se dá por meio de uma relação pré-estabelecida entre a altura da lamina do fluido na calha, demonstrada por meio de escala de graduação fixada no interior.

O material da calha é a resina poliéster reforçada com fibra de vidro, projetado para resistir aos efeitos corrosivos do líquido.

O equipamento possui 61 cm na abertura da garganta, com capacidade de vazão mínima de  $42,84 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  e máxima de  $3.374,28 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

A Figura 57 apresenta o medidor de vazão tipo calha Parshall utilizada no processo.

FIGURA 57 - MEDIDOR DE VAZÃO TIPO CALHA PARSHALL



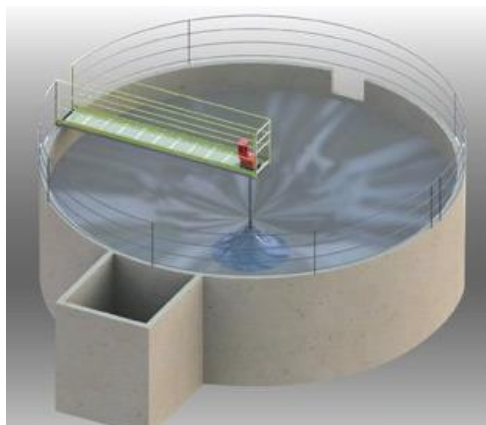
FONTE: AGETEC, 2018.

#### 11.1.4 Tanque de equalização

A equalização tem objetivo de minimizar o impacto causado pela variação da vazão, carga e pH nos processos subsequentes. Esse tanque promove uma apropriada mistura, dessa forma estabilizando pH, homogeneizando as cargas e equalizando as vazões em sistema de tratamento de efluentes líquidos.

O tanque de equalização possui formato cilíndrico, dotado por um misturador hiperbólico, fabricado de concreto e sua capacidade volumétrica é de 150 m<sup>3</sup>. A Figura 58 ilustra o tanque projetado.

FIGURA 58 - TANQUE DE EQUALIZAÇÃO COM MISTURADOR HIPERBÓLICO



FONTE: AGETEC, 2018.

#### 11.2 TRATAMENTO SECUNDÁRIO

O efluente bruto entra numa lagoa anaeróbia de menores dimensões e mais profundas (em torno de 4 a 5 metros). Devidos às dimensões menores, por falta de fotossíntese, as bactérias têm uma taxa metabólica e de reprodução mais lenta do que as bactérias aeróbias. O tempo de permanência na lagoa anaeróbia é apenas 2 a 5 dias, sendo assim a decomposição da matéria orgânica é parcial. Contudo, essa remoção da DBO, da ordem de 50 a 70%, representa uma grande contribuição para a lagoa facultativa, situada a jusante (VON SPERLING, M., 1996).

A lagoa facultativa possui atividade aeróbia na superfície e anaeróbia no fundo, portanto não é profunda, em torno de 1,5 a 2 metros, o tempo de detenção hidráulica (TDH) é cerca de 15 a 45 dias para primárias e 10 a 30 dias para

secundárias. E a sua remoção de DBO é aproximadamente 40% (VON SPERLING, M., 1996).

Segundo Norma Técnica da Sabesp (NTS) 230, para evitar a ocorrência de zonas mortas ou curtos-circuitos, o afluente deve ser distribuído da forma mais homogênea possível, pode ser introduzido abaixo da superfície, em diversos pontos da lagoa.

E para impedir a contaminação ambiental com os resíduos de carga orgânica, foi previsto nos projetos a utilização de uma geomembrana lisa de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura de 1,5 mm, para o revestimento e impermeabilização das lagoas.

### 11.2.1 Lagoa anaeróbia

Para dimensionamento da lagoa anaeróbia, determinou-se a carga orgânica total presente no efluente ( $CO_{total}$ ) pela Equação 51 a seguir.

Sabemos que a vazão média  $Q_{média}$  é de  $139,825 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$  e a DBO trabalhando na pior hipótese é de  $1380 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (YAMANAKA, 2005). Dessa forma  $CO_{total}$  será:

$$CO_{total} = \dot{Q}_{média} DBO \quad (51)$$

$$CO_{total} = 139,825 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \cdot 1380 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}}$$

$$\therefore CO_{total} = 192,96 \text{ kg DBO} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Adotando TDH de 4 dias (VON SPERLING, M., 1996), calculou-se o volume total pela Equação 52.

$$V_{total} = \dot{Q}_{média} TDH \quad (52)$$

$$V_{total} = 139,825 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} \cdot 4 \text{ dias}$$

$$\therefore V_{total} = 555,9 \text{ m}^3$$

Estipulando uma profundidade de 4 m, a área de ½ profundidade será determinada pela Equação 53.

$$A_{\frac{1}{2}} = \frac{V}{H} \quad (53)$$

$$A_{\frac{1}{2}} = \frac{559,3 \text{ m}^3}{4 \text{ m}}$$

$$\therefore A_{\frac{1}{2}} = 139,825 \text{ m}^2$$

Empregando uma relação de comprimento L e largura B de:

$$\frac{L}{B} = 2$$

O comprimento L e a largura B a ½ profundidade será:

$$A_{\frac{1}{2}} = L \cdot B$$

$$A_{\frac{1}{2}} = 2B \cdot B = 2B^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A_{\frac{1}{2}}}{2}} = \sqrt{\frac{139,825 \text{ m}^2}{2}}$$

$$\therefore B = 8,36 \text{ m}$$

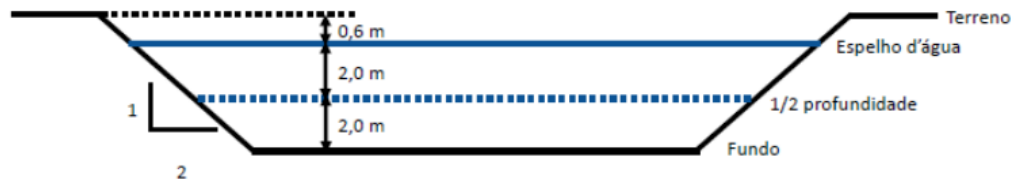
$$L = 2B = 2 \cdot 8,36 \text{ m}$$

$$\therefore L = 16,72 \text{ m}$$

Com os valores obtidos anteriormente, determinou-se as dimensões do nível de fundo, espelho d'água e terreno da lagoa anaeróbia.

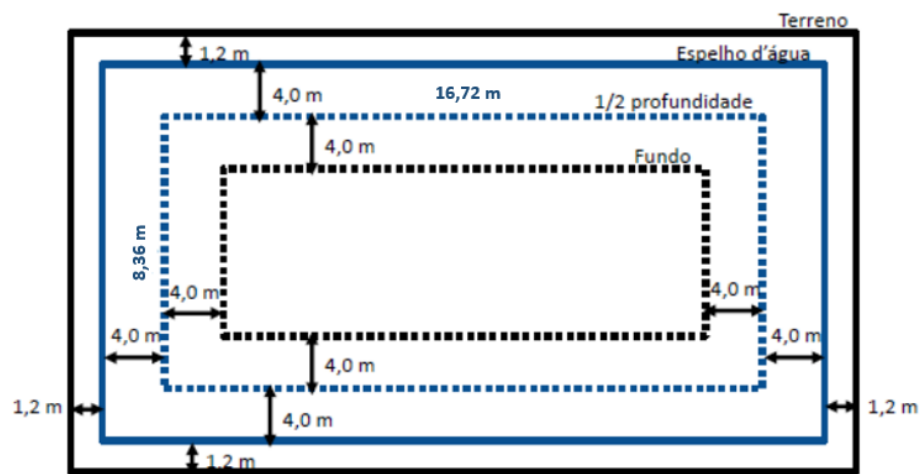
As lagoas são escavações do tipo tronco-piramidais conforme exemplifica a Figura 59, adotando taludes com inclinação 1:2 e borda livre de 0,6 m determinamos as dimensões dos níveis restantes, como demonstra a Figura 60.

FIGURA 59 - VISTA LATERAL DA LAGOA ANAERÓBIA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 60 - VISTA SUPERIOR DA LAGOA ANAERÓBIA



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

A Tabela 12 contém os dados das dimensões da lagoa anaeróbia.

TABELA 12 - DIMENSÕES DA LAGOA ANAERÓBIA

Nível	L (m)	B (m)
Terreno	26,60	18,76
Espelho d'água	24,20	16,36
1/2 Profundidade	16,72	8,36
Fundo	8,72	0,36

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Segundo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média em Franca é de 23°C. Deste modo, para temperatura acima de 20°C, a remoção de DBO é de 60%.

O cálculo da remoção de DBO é determinada pela Equação 54.



$$CO_v = \frac{(100 - DBO_{remoção})}{100} \cdot CO_{total} \quad (54)$$

$$CO_v = \frac{(100 - 60)}{100} \cdot 192,96 \frac{kg}{dia}$$

$$\therefore CO_v = 77,184 \frac{kg}{dia}$$

Prontamente, a lagoa facultativa receberá uma carga orgânica volumétrica (CO<sub>v</sub>) de 77,184 kgDBO/dia.

### 11.2.2 Lagoa facultativa

Conhecendo a temperatura média do ar no mês mais frio (T<sub>F</sub>) na cidade de Franca, determinou-se a carga superficial máxima L<sub>s</sub> por meio da Equação 55 (VON SPERLING, M., 1996).

$$L_s = 350(1,107 - 0,002T_F)^{T_F-25} \quad (55)$$

Sendo T<sub>F</sub> = 20,5°C, temos:

$$L_s = 350(1,107 - 0,002 \cdot 20,5)^{20,5-25}$$

$$\therefore L_s = 262,519 \frac{kgDBO}{ha \cdot dia}$$

Em seguida, calculou-se a área superficial (A<sub>s</sub>) ao nível do espelho d'água pela Equação 56.

$$A_s = \frac{CO_v}{L_s} \quad (56)$$

$$A_s = \frac{77,184 \frac{kg}{dia}}{262,519 \frac{kg}{ha \cdot dia}}$$

$$\therefore A_s = 0,294 ha = 2940 m^2$$

Admitindo uma relação de comprimento L e largura B de:

$$\frac{L}{B} = 3$$

O comprimento L e a largura B ao nível do espelho d'água será:

$$A_s = L \cdot B$$

$$A_s = 3B \cdot B = 3B^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{3}} = \sqrt{\frac{2940m^2}{3}}$$

$$\therefore B = 31,3 \text{ m}$$

$$L = 2B = 2 \cdot 31,3m$$

$$\therefore L = 93,9 \text{ m}$$

Analogamente aos cálculos da lagoa anaeróbia, determinou-se as dimensões de terreno, nível a ½ profundidade e de fundo. Considerando uma declividade de 1:2, com profundidade de 2m e borda livre de 0,6m.

A Tabela 13 abaixo integra os dados das extensões.

TABELA 13 - DIMENSÕES DA LAGOA FACULTATIVA

Nível	L (m)	B (m)
Terreno	96,30	33,70
Espelho d'água	93,90	31,30
½ Profundidade	89,90	27,30
Fundo	85,90	23,30

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para estimar o tempo de detenção, primeiramente definiu-se através da Equação 57 o volume em relação a ½ profundidade.

$$V = A_{\frac{1}{2}} \cdot H = (89,9m \cdot 27,3m) \cdot 2m \quad (57)$$

$$\therefore V = 4908,54 \text{ m}^3$$

Assim, o tempo é calculado pela Equação 58.

$$TDH = \frac{V}{\dot{Q}_{m\u00e9dia}} \quad (58)$$

$$TDH = \frac{4908,54 \text{ m}^3}{139,825 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}}$$

$$\therefore TDH = 35,1 \text{ dias}$$

Conhecendo a efici\u00eancia de remo\u00e7\u00e3o da DBO da lagoa facultativa, que est\u00e1 em torno de 70% (VON SPERLING, M., 1996), calculou-se pela Equa\u00e7\u00e3o 59 a carga org\u00e2nica final para lan\u00e7ar no corpo receptor Ribeir\u00e3o dos Bagres, classificada como Classe 4.

$$CO_{final} = \frac{(100 - DBO_{remo\u00e7\u00e3o})}{100} \cdot CO_v \quad (59)$$

$$CO_{final} = \frac{(100 - 70)}{100} \cdot 77,184 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

$$\therefore CO_{final} = 23,155 \text{ kg DBO} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Possuindo a vaz\u00e3o m\u00ednima de 7 dias consecutivos com per\u00edodo de retorno de 10 anos do corpo receptor ( $Q_{7,10}$ ), que \u00e9 aproximadamente  $28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , o lan\u00e7amento de efluente ser\u00e1 poss\u00edvel.

De acordo com a resolu\u00e7\u00e3o do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n\u00b0 430/2011, os efluentes poder\u00e3o ser lan\u00e7ados diretamente no corpo receptor desde que estejam nas condi\u00e7\u00f5es e padr\u00f5es previsto pelo artigo 16 a seguir:

- i) Condi\u00e7\u00f5es de lan\u00e7amentos de efluentes:
  - a. pH entre 5 a 9;
  - b. temperatura: inferior a  $40^\circ\text{C}$ , sendo que a varia\u00e7\u00e3o de corpo receptor n\u00e3o dever\u00e1 exceder a  $3^\circ\text{C}$  no limite da zona de mistura;
  - c. aus\u00eancia de materiais flutuantes; e
  - d. Demanda Bioqu\u00edmica de Oxig\u00eanio (DBO 5 dias a  $20^\circ\text{C}$ ): remo\u00e7\u00e3o m\u00ednima de 60% de DBO ( $60\text{mg/L}$ ) em qualquer dia.

Estimando a vaz\u00e3o do efluente ao c\u00f3rrego em  $139,825 \text{ m}^3$  por dia, a DBO lan\u00e7ado ser\u00e1:

$$DBO_{lançado} = 23,155 \frac{kgDBO}{dia} \cdot \frac{dia}{139,825m^3}$$

$$DBO_{lançado} = 0,166 kg.m^3 = 166 mg.L^{-1}$$

Pelo valor obtido anteriormente, calculou-se a eficiência da remoção do tratamento pela Equação 60.

$$\eta = 1 - \frac{DBO_{final}}{DBO_{inicial}} \quad (60)$$

$$\eta = 1 - \frac{1380}{166} = 0,88$$

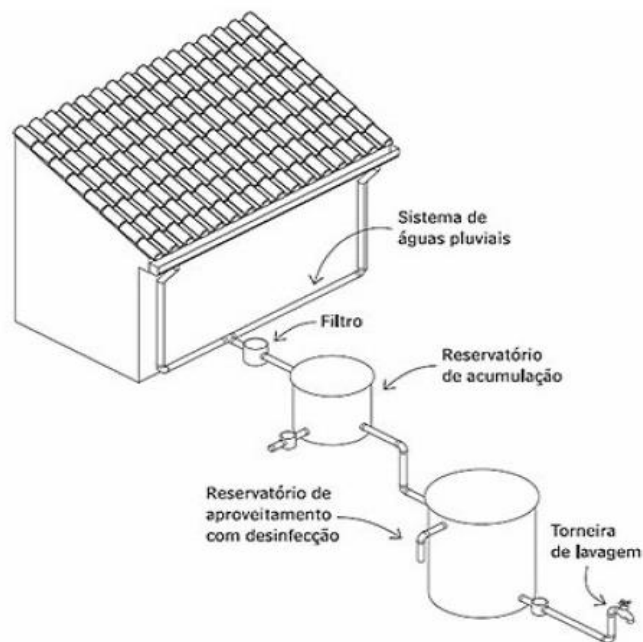
A eficiência do tratamento de efluente é de 88%, logo está nos padrões exigidos pelo CONAMA.

## 12 DIMENSIONAMENTO DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Com intuito de diminuir os gastos e amenizar o impacto ambiental, a Citrino fez o estudo para reaproveitar a água da chuva para uso externo da fábrica, como as descargas dos vasos sanitários, irrigação de jardins, limpeza de automóveis e áreas externas.

O sistema de captação e aproveitamento da água da chuva é ilustrada pela Figura 61.

FIGURA 61 - SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS



FONTE: PINI, 2008.

### 12.1 ÁREA DE CAPTAÇÃO

A área de captação pluvial será nos telhados dos setores administrativo e industrial. Esse tipo de coleta em telhados possibilita o armazenamento da chuva por gravidade, e também previne o contato primário com superfície da indústria.

Conforme o United Nations Environment Programme (UNEP, 2002), recomenda-se a limpeza frequente e remoção de materiais depositados sobre o telhado, tais como folhas, galhos e fezes de animais, a fim de minimizar a contaminação e manter a qualidade da água coletada.

## 12.2 CALHAS E CONDUTORES VERTICAIS

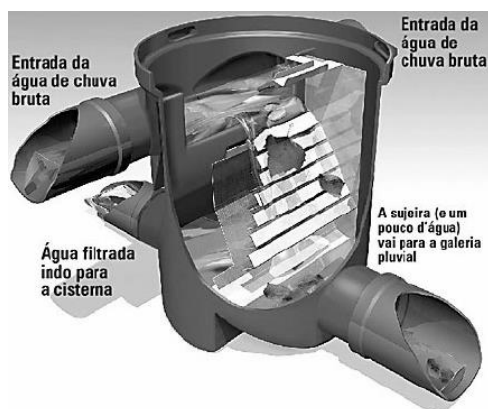
O transporte da água de captação até o dispositivo de descarte da primeira chuva se dá por meio de canos de poli cloreto de vinila (PVC) para não ter incidência de corrosão.

Da mesma maneira na área de captação, a limpeza regular nas calhas e nos condutores é necessária para evitar a contaminação da água.

## 12.3 GRADES E FILTROS

Para remoção de materiais grosseiros como folhas e galhos têm o uso de grades ou filtros em sistemas de captação pluvial como ilustra a Figura 62. Os dispositivos de retenção devem ser periodicamente inspecionados para manter a sua eficiência.

FIGURA 62 - FILTRO RETENÇÃO DE MATERIAIS GROSSEIROS

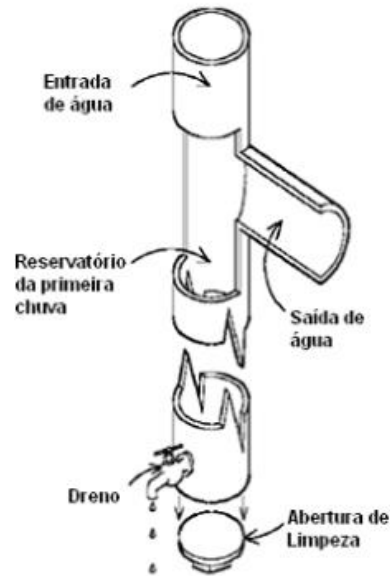


FONTE: BELLA CALHA, 2006.

## 12.4 DISPOSITIVO DE DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA

Como a primeira parcela da chuva geralmente é a mais poluída, descarta-se a fase inicial da precipitação com o dispositivo de descarte da primeira chuva mostrada na Figura 63.

FIGURA 63 - DISPOSITIVOS DE DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA



FONTE: TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD, 2005.

## 12.5 DIMENSIONAMENTO E ARMAZENAMENTO DO RESERVATÓRIO

Segundo as normas técnicas da ABNT presente na NBR 15.527/2007, o dimensionamento de um reservatório para captação de águas pluviais é realizado através da aplicação de modelos, por exemplo, o método Azevedo Neto (2007) o qual foi utilizado nesse projeto.

Esse modelo estima o volume de água aproveitável através da seguinte Equação 61.

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T \quad (61)$$

Onde:

V = volume do reservatório e de água aproveitável mensal (L);

P = valor numérico da precipitação média anual (mm);

A = área de coleta em projeção (m<sup>2</sup>);

T = número de meses com pouca chuva ou seca.

De acordo com INMET (2017), a precipitação média anual na cidade de Franca é de 1564 mm, e possui 3 meses de estiagem.

Deste modo, projetou-se a captação pluvial na área administrativa e industrial, sendo 552 m<sup>2</sup> e 942,2 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Considerando apenas um terço da área para captação, o volume do reservatório para esses setores será:

$$V_{administrativa} = 0,042 \cdot 1564 \cdot \frac{552}{3} \cdot 3$$

$$\therefore V_{administrativa} = 36.259,776 \text{ L} \cong 36,26 \text{ m}^3$$

$$V_{industrial} = 0,042 \cdot 1564 \cdot \frac{942,2}{3} \cdot 3$$

$$\therefore V_{industrial} = 61.891,234 \text{ L} \cong 61,89 \text{ m}^3$$

Para armazenamento da água captada, adotou-se 2 cisternas verticais de polietileno com capacidade de 5000 L para cada setor conforme apresentada na Figura 64. Esses reservatórios serão distribuídos em locais específicos de maior uso.

FIGURA 64 - CISTERNA VERTICAL 5000 L



FONTE: FORTLEV, 2018.



## 12.6 PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO REÚSO

Segundo o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações (ANA, FIESP e SidusCon-SP, 2005), as condições mínimas e padrões de qualidade da água de reúso estão apresentadas na Tabela 14.

TABELA 14 - PARÂMETRO DE QUALIDADE ESTABELECIDO PARA USO DE ÁGUAS PLUVIAIS

<b>Parâmetro</b>	<b>Padrões Estabelecidos</b>
Alcalinidade	-
Cloreto (mg/L)	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	-
Cor (uH)	10
DBO (mg/L)	10
DQO (mg/L)	-
Dureza (mg/L)	-
Ferro (mg/L)	-
Fósforo (mg/L)	0,1
Manganês (mg/L)	-
Nitrato (mg/L)	10
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	20
Nitrogênio Total (mg/L)	-
pH	6,0 – 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	5
Sulfato (mg/L)	-
Turbidez (UNT)	2

FONTE: ANA, FIESP E SIDUSCON-SP (ADAPTADO), 2005.

Antes da utilização da água pluvial será feito um tratamento prévio por meio de desinfecção com cloro granulado para atender as condições mínimas e também para impedir a formação de algas no reservatório.

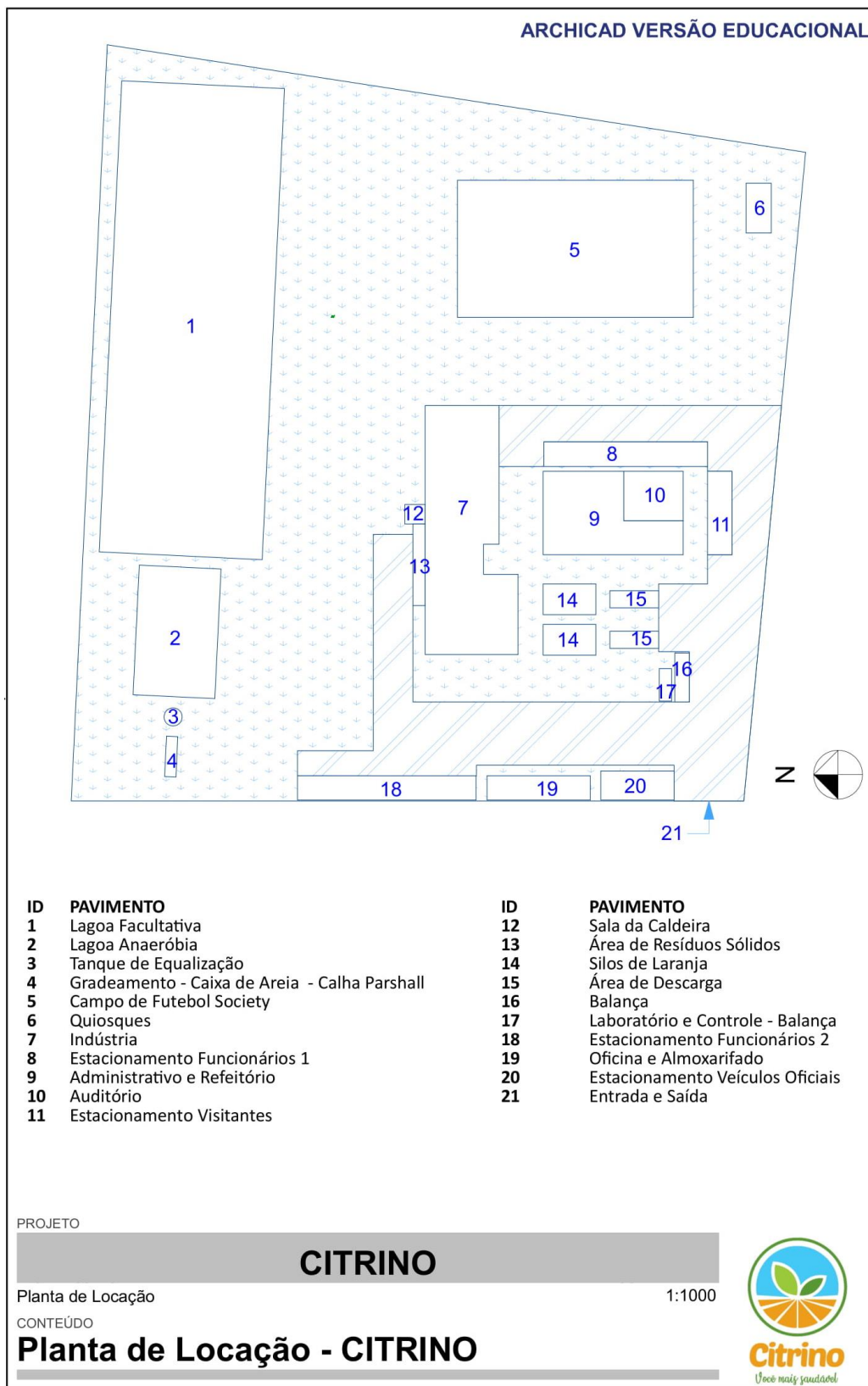
## 13 LAYOUT

O layout da Citrino foi organizado de forma a aproveitar de melhor maneira o terreno disponível, atendendo aos requisitos de espaçamento entre os equipamentos para necessárias movimentações dos funcionários (NEUFERT, 2008). Utilizou-se assim o software ArchiCad 22 versão de estudante.

### 13.1 PLANTA BAIXA E LAYOUT 2D

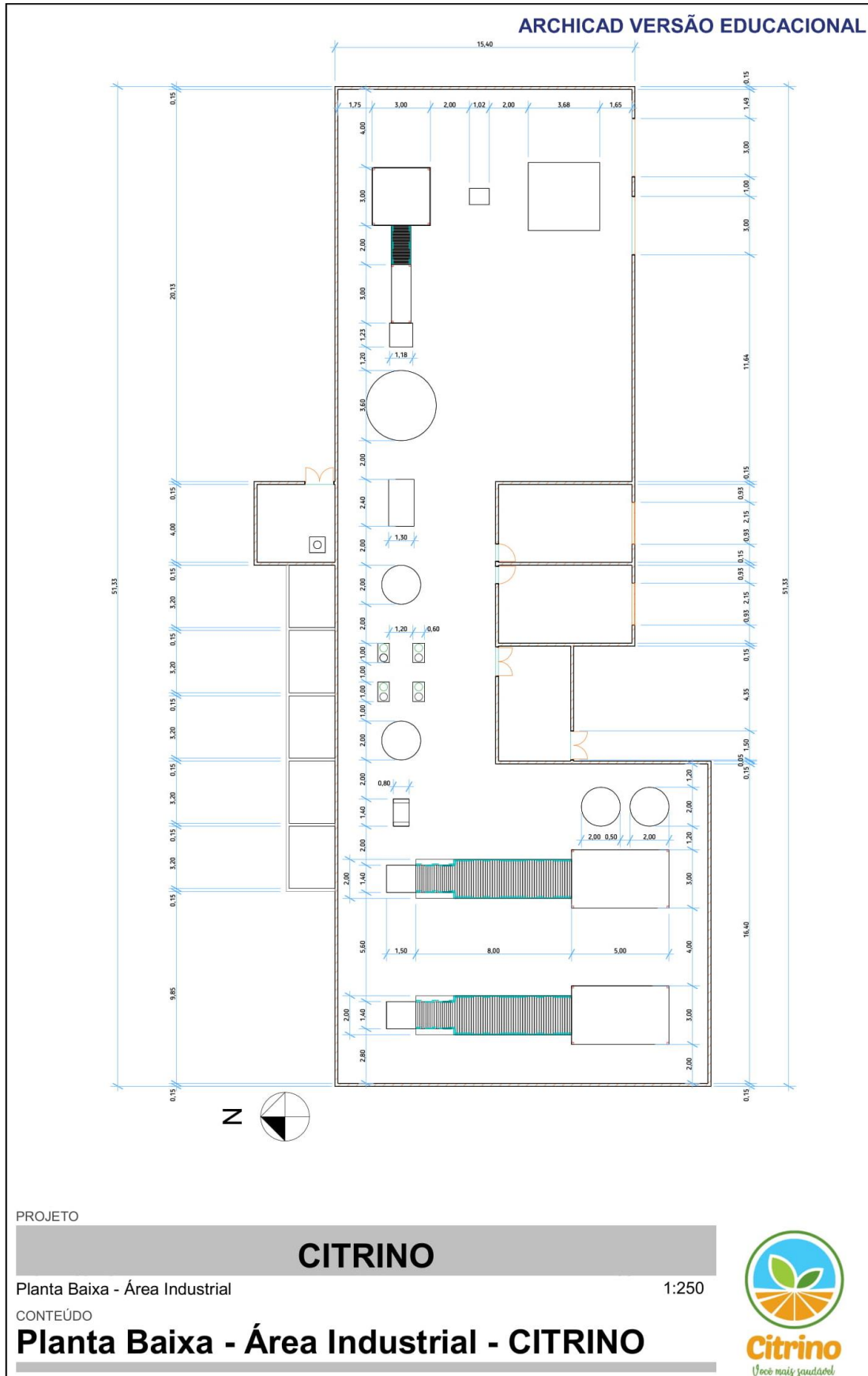
A disposição dos pavimentos foi feita em 4 grandes grupos. Pertencendo ao grupo 1: a estação de tratamento de efluentes (pavimentos 1, 2, 3 e 4), ao grupo 2: a locação industrial em si (pavimentos 7, 12, 13, 14, 15, 16 e 17), ao grupo 3: locação de escritórios e estacionamentos (pavimentos 8, 9, 10, 11, 18, 19, 20 e 21) e por último o grupo 4: área de lazer para os funcionários (pavimentos 5 e 6) (Figuras 65, 66 e 67).

FIGURA 65 - LAYOUT CITRINO



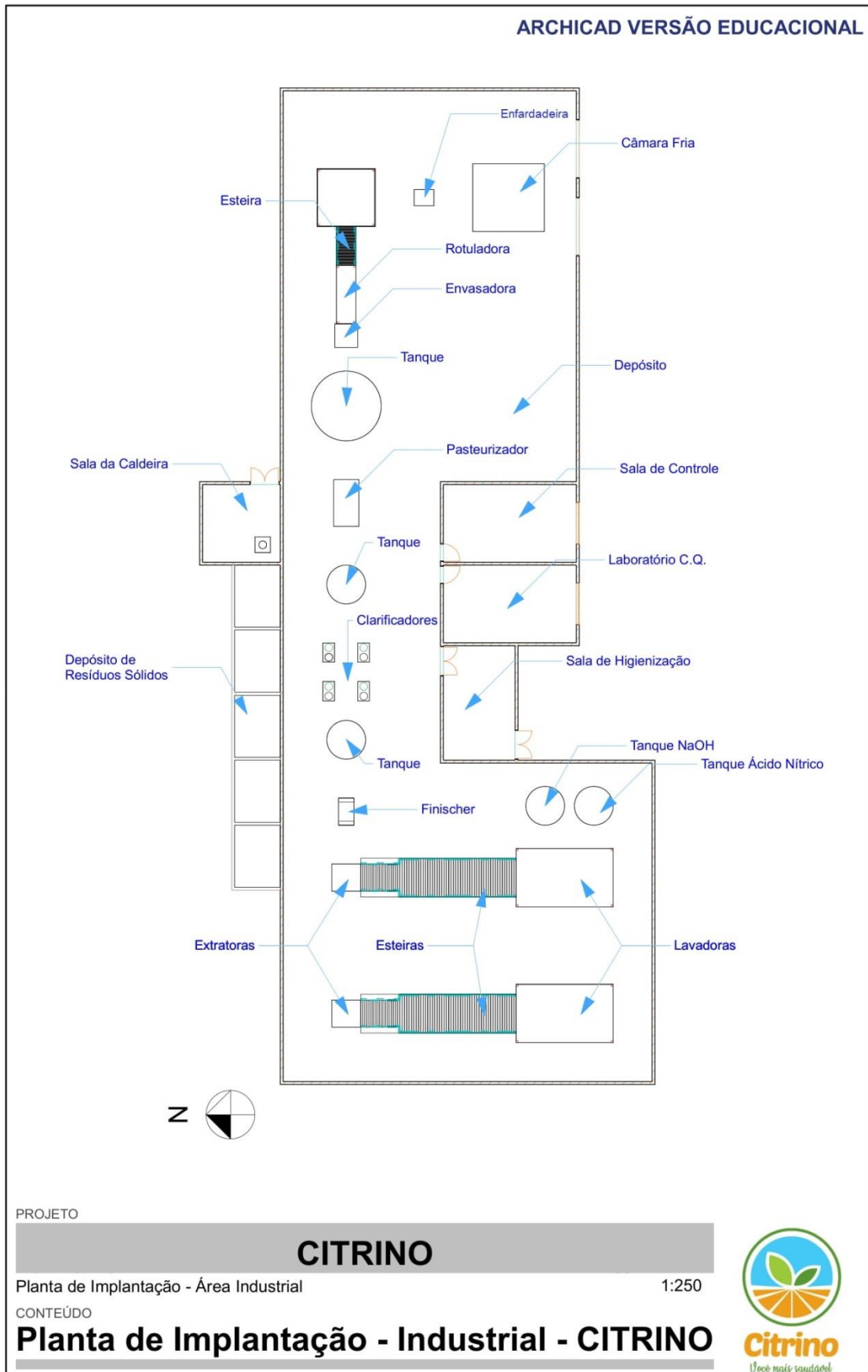
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 66 - PLANTA BAIXA ÁREA INDUSTRIAL



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 67 - PLANTA PRÉDIO INDUSTRIAL



## 13.2 PLANTA 3D

Nas figuras 68, 69, 70, 71, 72 e 73 estão representados respectivamente a planta 3D geral da empresa, a planta baixa 3D do prédio industrial, vista 3D dos silos de laranja, vista 3D do auditório, vista 3D da recepção e vista 3D do refeitório.

FIGURA 68 - PLANTA 3D GERAL



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 69 - PLANTA 3D PRÉDIO INDUSTRIAL



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.



FIGURA 70 - VISTA 3D SILO

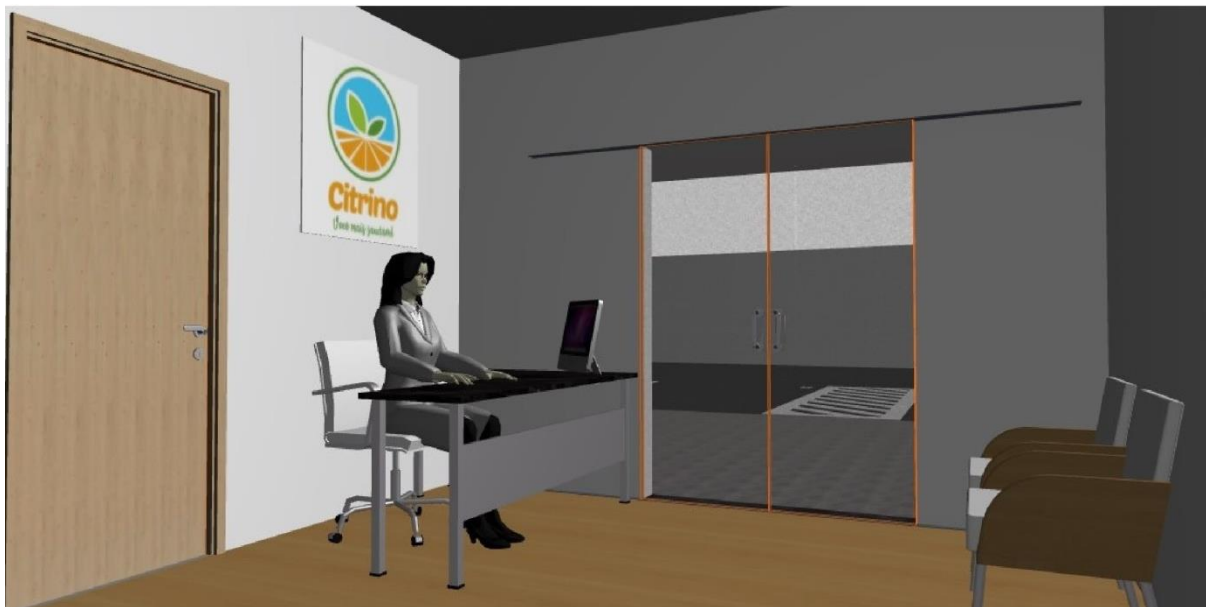


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.  
FIGURA 71 - VISTA 3D AUDITÓRIO



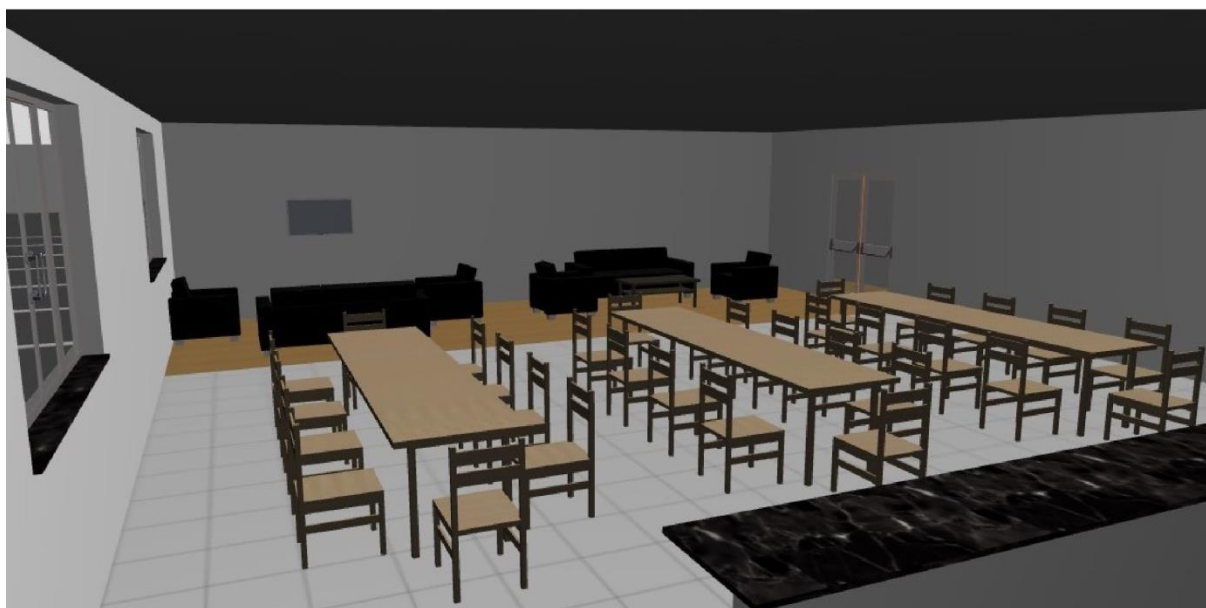
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 72 - VISTA RECEPÇÃO 3D



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

FIGURA 73 - VISTA 3D REFEITÓRIO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.



## 14 ANÁLISE ECONÔMICA

A origem dos estudos de engenharia econômica tem início nos Estados Unidos em 1887, quando Arthur Wellington escreveu um livro sobre a viabilidade econômica para ferrovias. A partir de 1950 com a expansão industrial, viu-se a necessidade financeira de se incorporar a análise econômica nas empresas, gerando um ambiente de decisão voltado à alternativa mais viável (YAMAMOTO *et al.*, 2012).

As técnicas de análise econômica se tornavam mais complexas com o progresso industrial, incorporando aos métodos de avaliação tradicionais, novos parâmetros para avaliação de risco, fatores intangíveis dentro de uma organização (YAMAMOTO *et al.*, 2012).

Para o desenvolvimento de um projeto de uma indústria necessita-se pesquisar etapas como: o nicho de mercado para o produto, a localização do empreendimento, avaliar o lucro anual, o tempo de retorno do capital investido, a montagem da planta, entre outros. Assim, ao se desenvolver um projeto vários caminhos vão surgindo, e cabe a economia decidir qual é a rota mais adequada a seguir diante as várias possibilidades (YAMAMOTO *et al.*, 2012).

### 14.1 CAPITAL TOTAL INVESTIDO

O capital total investido se divide em duas partes:

- a) Capital Fixo Inicial: dinheiro referente para iniciar projeto, construção, terreno;
- b) Capital de Giro: dinheiro necessário para o funcionamento do projeto, como energia, combustível, matéria prima.

A indústria é constituída por equipamentos como extratora, centrífuga, pasteurizador que são os equipamentos que atuam diretamente no processo, que é denominado como Área do Processo. Já as Áreas de Utilidades atuam para o funcionamento eficaz da Área do Processo tais como o vapor e eletricidade.

## 14.2 CAPITAL FIXO INICIAL

O Capital Fixo Inicial de um projeto é destinado para: aquisição terreno, construção do prédio, aquisição dos equipamentos, compra de bombas, distribuição da eletricidade, montagem de equipamentos. Portanto, o Capital Fixo corresponde ao capital físico que não é consumido durante a produção, mas têm um valor reutilizável.

Para a escolha dos equipamentos necessários para a montagem da indústria, realizou-se uma pesquisa analisando preço, viabilidade e qualidade para selecionar a máquina adequada a cada processo.

A Tabela 15 apresenta os equipamentos e os valores correspondentes que foram estabelecidos pelos fornecedores.

TABELA 15 - INVESTIMENTO FIXO EM EQUIPAMENTOS

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor total</b>
Balança	1	R\$ 60.000,00
Silo com elevador de canecos	2	R\$ 150.000,00
Lavadora por aspersão	2	R\$ 735.480,00
Transportadora de roletes	2	R\$ 91.935,00
Extratora	2	R\$ 109.350,00
Finisher	1	R\$ 20.250,00
Centrífuga	4	R\$ 453.600,00
Pasteurizador	1	R\$ 128.000,00
Tanque asséptico refrigerado	1	R\$ 64.800,00
Rotuladora	1	R\$ 50.000,00
Envasadora	1	R\$ 350.000,00
Codificadora	1	R\$ 8.395,00
Enfardadeira	1	R\$ 45.000,00
Câmara fria	1	R\$ 190.809,00
Bombas	6	R\$ 5.244,06
Tanque asséptico	4	R\$ 32.400,00
Caldeira	1	R\$ 33.000,00
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>R\$ 2.543.263,06</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

A Tabela 16 contém os quantidade e valores de utensílios e móveis necessários para a fundação da indústria. Os valores dos setores como copa, cozinha, banheiro, laboratório estão totalizando os materiais necessários para a implementação.

TABELA 16 - INVESTIMENTO FIXO EM MÓVEIS, UTENSÍLIOS E TRANSPORTE

<b>Equipamento</b>	<b>Especificações</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Computadores	Alta performance	5	R\$ 82.475,00
Cadeiras	Escritório	22	R\$ 6.600,00
Mesas	-	5	R\$ 1.250,00
Impressoras	-	5	R\$ 1.750,00
Projeter	-	1	R\$ 2.078,00
Telefones	-	6	R\$ 446,40
Carros	Fiat-Fiorino Refrig.	5	R\$ 284.950,00
Copa	Completa	1	R\$ 7.147,14
Banheiro	Completo	2	R\$ 3.368,12
Empilhadeira	Mod. DP25N CAT	2	R\$ 46.000,00
Laboratório Físico-Químico	Completo	1	R\$ 17.664,90
Laboratório Controle de Qualidade	Completo	1	R\$ 11.150,00
Refeitório	Completo	1	R\$ 7.200,00
Pallets	-	30	R\$ 1.458,00
EPI'S	-	-	R\$ 5.000,00
OUTROS	-	-	R\$ 5.000,00
<b>Total</b>			<b>R\$ 483.537,56</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

### 14.3 CAPITAL DE GIRO

O capital de giro corresponde ao investimento necessário para operar a indústria até que haja retorno, e as vendas supram as despesas. Nesse segmento considera-se o custo de matéria-prima, energia elétrica, e utilidades.

A matéria prima será recebida diariamente e armazenada em silos até que se inicie a produção. A Tabela 17 apresenta o total de laranja necessário por dia e o custo correspondente.

TABELA 17 - MATÉRIA PRIMA

<b>Matéria prima</b>	<b>Total de laranja (Kg/dia)</b>	<b>Total mensal (R\$)</b>
Laranja	44067,61	1.021.655,69

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

De acordo com as potências dos equipamentos determinou-se a energia elétrica necessária (Tabela 18) e o custo mensal (Tabela 19), e conferiu-se um acréscimo de energia elétrica utilizada a outros fins. Segundo o CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) o custo médio de 1 Kwh é de R\$ 0,70. O custo de água e

esgoto foi calculado de acordo com o consumo. As garrafas para armazenar o suco são de 300 mL e possuem um custo unitário de R\$ 0,31, os rótulos são do tipo *sleeve* que impedem a passagem de luz e possuem um valor de R\$ 0,12. Os custos mensais constam na Tabela 19.

TABELA 18 - POTÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS

<b>Equipamentos</b>	<b>Potência por equipamento Kw</b>	<b>Potência total Kw</b>	<b>Potência em 8 horas Kwh</b>
Lavadora	14	28	224
Transportadora de roletes	0,75	1,5	12
Extratora	7,5	15	120
Finisher	15	15	120
Centrífuga	2,2	8,8	70,4
Pasteurizador	5,88	5,88	47,04
Tanque asséptico refrigerado	7,5	7,5	60
Envasadora	1,7	1,7	13,6
Rotuladora	0,66	0,66	5,28
Codificadora	0,08	0,08	0,64
Enfardadeira	1,6	1,6	12,8
Câmera fria	1,94	1,94	15,52
Bomba centrífuga	1,471	8,826	70,608
<b>Total</b>			<b>771,89 Kwh</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

TABELA 19 - CUSTO MENSAL

<b>Descrição</b>	<b>Custo mensal (R\$)</b>
Energia Elétrica	17.367,48
Carvão	368,22
Água	66.454,57
Esgoto	53.010,34
Embalagem e rótulo	860.000,00
<b>Total</b>	<b>997.200,61</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

#### 14.4 INVESTIMENTO PRÉ-OPERACIONAL

Refere-se ao capital necessário para começar um empreendimento, como custo de obra, terreno, cursos e despesas com a legalização.

O terreno escolhido encontra-se na Rua Edgar Batista Frutuoso, área do Distrito Industrial 1 de Franca. A área encontra-se próximo à Rodovia Prefeito Fábio

Talarico, facilitando o recebimento de matéria-prima e a distribuição do produto. O lote possui uma área de 21.531,39 m<sup>2</sup> com valor comercial de R\$5.382.847,50. A Figura 74 representa o distrito industrial 1, e o contorno em verde o terreno para a implementação da Citrino.

FIGURA 74 - ÁREA PARA AS INTALAÇÕES FABRIS DA CITRINO



FONTE: GOOGLE EARTH PRO, 2018.

Para o cálculo das obras civis, utilizou-se o site Planilhas de Obra.com para prever os gastos referente à construção. No total de obras civis consta-se os gastos com construção civis, construção da lagoa de tratamento e da coleta da água da chuva.

Para a instalação da Citrino, apresentou-se os investimentos pré-operacionais contidos na Tabela 20.

TABELA 20 - INVESTIMENTO PRÉ-OPERACIONAL

<b>INVESTIMENTO</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Legislação	10.000,00
Terreno	5.382.847,50
Obras Civis, lagoa de trat. e cap. da chuva	23.193.613,31
Cursos e treinamento	5.000,00
Outros	15.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>28.606.460,81</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

## 14.5 INVESTIMENTO TOTAL

É a soma das análises realizadas anteriormente, Capital Fixo Inicial e os investimentos Pré-Operacionais.

Os fatores citados acima foram dispostos na Tabela 21, correspondendo ao custo do investimento total.

TABELA 21 - INVESTIMENTO TOTAL

<b>INVESTIMENTO</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Investimentos Fixos	3.013.501,62
Investimentos Pré-Operacionais	28.606.460,81
<b>Total</b>	<b>R\$ 31.633.261,43</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

Assim, o investimento inicial para fundar a Citrino é de R\$ 31.633.261,43.

## 14.6 FINANCIAMENTO

Para iniciar o projeto financiou-se 80% do investimento total pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e 20% pelos sócios investidores. A Tabela 22 contém os dados dos valores a serem investidos.

TABELA 22 - FINANCIAMENTO DO INVESTIMENTO TOTAL

<b>Financiamento</b>	<b>Valor investido</b>
BNDES	R\$ 25.306.609,14
Sócio investidor	R\$ 6.326.652,29
Para cada sócio investidor (5 sócios)	R\$ 1.265.330,46

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

O investimento aplicado é a Taxa de Longo Prazo (TLP), esse modelo está disposto em duas partes, a parte fixa, que se mantém a taxa desde a contratação do financiamento até a parcela final, chamado de TLP-pré, e a parte variável que se ajusta conforme a inflação, Índice de Preços ao Consumidor (IPCA).

As tarifas do investimento TLP referente ao mês de outubro/2018 estão contidos na Tabela 23.

TABELA 23 - TARIFA DO INVESTIMENTO TLP

TLP	Taxa
TLP-pré	3,17% a.a.
IPCA	4,10% a.a.

FONTE: BNDES, 2018.

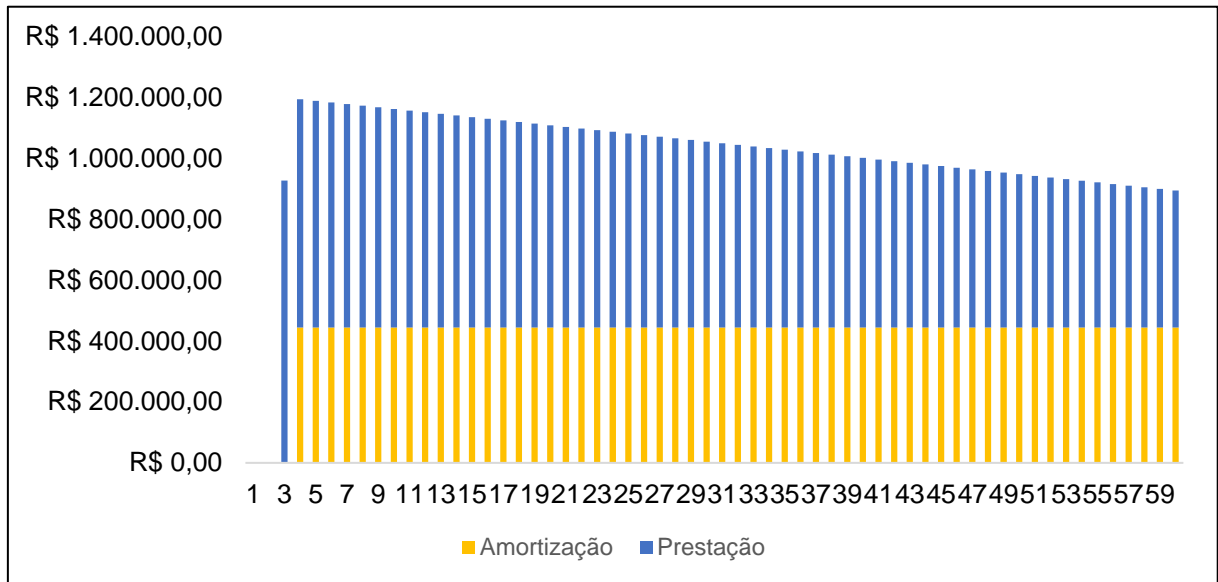
Por meio da planilha disponível pelo site do BNDES, simulou-se o investimento a ser financiado.

Definiu-se o investimento inicial em R\$ 25.306.609,14, propondo um prazo de carência de 3 meses e prazo de pagamento de 5 anos. A partir dos dados da Tabela 23 gerou-se uma taxa de juros final de 15,46% a.a. ou 1,21% a.m.

De acordo com Anexo A, o qual estão vinculados os dados do investimento fornecido pelo BNDES, o valor total de juros é de R\$ 9.772.158,61 e valor da parcela da amortização é de R\$ 443.975,60, sendo constante desde o término da carência até o término do período financiado.

O gráfico da prestação e amortização está representada pela Figura 75.

FIGURA 75 - PARCELAS DE AMORTIZAÇÃO E DE PRESTAÇÃO DURANTE 5 ANOS



FONTE: BNDES, 2018.

## 14.7 CAPITAL DEPRECIÁVEL

Depreciação é a diminuição do valor de um bem devido ao desgaste pelo uso, ação da natureza ou obsolescência normal.

Pela legislação brasileira, equipamentos e bens industriais são depreciáveis em 10 anos. A Tabela 24 apresenta o capital depreciável contabilizando o valor total utilizado para a compra dos equipamentos e veículos. A Tabela 25 o capital depreciável de cada equipamento.

TABELA 24 - CAPITAL DEPRECIÁVEL

<b>Ativos Fixos</b>	<b>Valor R\$</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>Depreciação Mensal (R\$)</b>	<b>Depreciação Anual (R\$)</b>
Equipamentos e veículos	2.544.721,06	10	24.752,25	297.027,05

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

TABELA 25 - CAPITAL DEPRECIÁVEL DE CADA EQUIPAMENTO

<b>Equipamentos</b>	<b>Valor</b>	<b>Depreciação</b>	<b>Depreciação em 1 ano</b>
Balança	R\$ 60.000,00	10%	R\$ 6.000,00
Elevador de Canecos/Silo	R\$ 150.000,00	10%	R\$ 15.000,00
Mesa de lavagem	R\$ 735.480,00	10%	R\$ 73.548,00
Transportadora de roletes	R\$ 91.935,00	10%	R\$ 9.193,50
Extratora	R\$ 109.350,00	10%	R\$ 10.935,00
Finisher	R\$ 20.250,00	10%	R\$ 2.025,00
Centrífuga	R\$ 453.600,00	10%	R\$ 45.360,00
Pasteurizador	R\$ 128.000,00	10%	R\$ 12.800,00
Tanque asséptico	R\$ 64.800,00	10%	R\$ 6.480,00
Rotuladora	R\$ 50.000,00	10%	R\$ 5.000,00
Envasadora	R\$ 350.000,00	10%	R\$ 35.000,00
Datadora	R\$ 8.395,00	10%	R\$ 839,50
Estrechado com papel filme	R\$ 45.000,00	10%	R\$ 4.500,00
Câmara fria	R\$ 190.809,00	10%	R\$ 19.080,90
Bombas	R\$ 5.244,06	10%	R\$ 524,41



Pallets	R\$ 1.458,00	10%	R\$ 145,80
Tanques	R\$ 32.400,00	10%	R\$ 3.240,00
Caldeira	R\$ 48.000,00	10%	R\$ 4.800,00
Computadores	R\$ 82.475,00	10%	R\$ 8.247,50
Cadeira	R\$ 6.600,00	10%	R\$ 660,00
Mesa	R\$ 1.250,00	10%	R\$ 125,00
Impressora	R\$ 1.750,00	10%	R\$ 175,00
Projeto	R\$ 2.078,00	10%	R\$ 207,80
Telefone	R\$ 446,40	10%	R\$ 44,64
Fiorino	R\$ 284.950,00	10%	R\$ 28.495,00
Empilhadeira	R\$ 46.000,00	10%	R\$ 4.600,00

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

#### 14.8 TAXA DE IMPOSTO DE PRODUÇÃO

Para regime tributário optou-se pelo Lucro Real, onde o faturamento mensal da empresa é calculado sobre o lucro líquido do período da apuração, com possibilidade de acréscimo ou abatimento de valores conforme as compensações permitidas por lei (SEBRAE, 2018). Sobre esse regime incidem seguintes impostos:

Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ): é o imposto sobre o rendimento da empresa, recolhido pela Receita Federal (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 1996).

Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL): é um tributo federal que acomete sobre todas as pessoas jurídicas, cujo seu objetivo é a manutenção da Seguridade Social (CAMARGO, R. F., 2017).

Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI): é um tributo da esfera de competência federal que incide sobre produtos industrializados, nacionais e estrangeiros (VALOR TRIBUTÁRIO, 2017).

Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS): é uma contribuição federal que incide sobre o que a empresa fatura, com a finalidade de financiar a Seguridade Social (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2016).

Programa de Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor (PIS/PASEP): é um tributo federal, de cunho social, que possui a finalidade

de assegurar o pagamento do abono, seguro-desemprego e participação na receita dos órgãos e entidades (CONTÁBEIS, 2017).

Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS): é um imposto de competência estadual que incidirá sobre as operações relacionadas à circulação de mercadorias e alguns tipos de prestação de serviços (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2016).

Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS): é um tributo municipal que incide sobre a prestação de serviços (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2016).

O valor de alíquota de cada imposto está apresentado na Tabela 26.

TABELA 26 - CARGA TRIBUTÁRIA DE PRODUÇÃO EM CADA MODALIDADE

<b>Tributos</b>	<b>Alíquota (%)</b>
IRPJ	47,40
CSLL	12,00
IPI	-
COFINS	7,60
PIS/PASEP	1,65
ICMS	18,00
ISS	-

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Segundo a legislação de regência de PIS e da COFINS (Lei nº 10.637/02 e Lei nº 10.833/03), a não-cumulatividade desses tributos autoriza o abatimento do valor da contribuição incidente sobre os insumos e despesas de produção incorridos.

Alguns dos créditos admissíveis são:

Aluguéis de prédios máquinas e equipamentos, utilizados na atividade da empresa, pago à pessoa jurídica (Inc. IV, art. 3º, Lei 10.637);

Bens e serviços, utilizados como insumos na produção ou fabricação de bens (Inc. II, art. 3º, Lei 10.637);

Depreciação de máquinas, equipamentos e outros bens incorporados ao Ativo Imobilizado (inclusive depreciação construções, benfeitorias, veículos, computadores) utilizados na fabricação de bens- inclusive (Inc. VI, art. 3º, Lei 10.637);

Energia Elétrica consumida nos estabelecimentos da empresa (Inc. IX, art. 3º, Lei 10.637, introduzida pelo artigo 25 da Lei 10.684);

Armazenagem e Fretes (art.15, da Lei 10.833).

## 14.9 TAXA DE IMPOSTOS DE VEÍCULOS E TERRITÓRIO

### 14.9.1 IPVA

O Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) para o estado de São Paulo possui a seguinte classificação (Tabela 27).

TABELA 27 - ALÍQUOTAS IPVA 2019 ESTADO DE SÃO PAULO

<b>Classificação do veículo</b>	<b>Alíquota</b>
Veículos com mais de 15 anos	Isento
Caminhões	1,5%
Caminhonetas e utilitários	2%
Motos e similares	2%
Ônibus e Micro-ônibus	2%
Automóveis	4%
Motor-casa	4%

FONTE: IPVA 2019 SP, 2018.

O automóvel utilizado pelos vendedores será uma Fiorino, que se encaixa na categoria de utilitário, ou seja, o IPVA aplicado sobre o mesmo será de 2% do valor do automóvel, resultando assim em um IPVA de R\$ 1.139,80. Considera-se também uma média de R\$100,00 para o licenciamento anual do carro. Em relação ao seguro DPVAT, o valor é de R\$71,08 (IPVA, 2018) (DPVAT, 2018).

Totalizando dessa forma, um custo anual de impostos sobre os automóveis de R\$ 6.554,40.

### 14.9.2 IPTU

O Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aplicado à Citrino corresponde ao valor anual de R\$ 26.914,24. Porém, com as práticas de algumas atividades, conhecidas como IPTU Verde, tem-se um desconto sobre esse valor. Na questão da Citrino, obtém-se desconto de 2% por adotar um sistema de captação da água da chuva, área permeável e plantio de árvores nas calçadas e mais 1% por adotar separação de resíduos sólidos e separação de lixo reciclável para coleta, resultando dessa forma em R\$2.175,57 mensais (CÂMARA MUNICIPAL DE FRANCA, 2016).

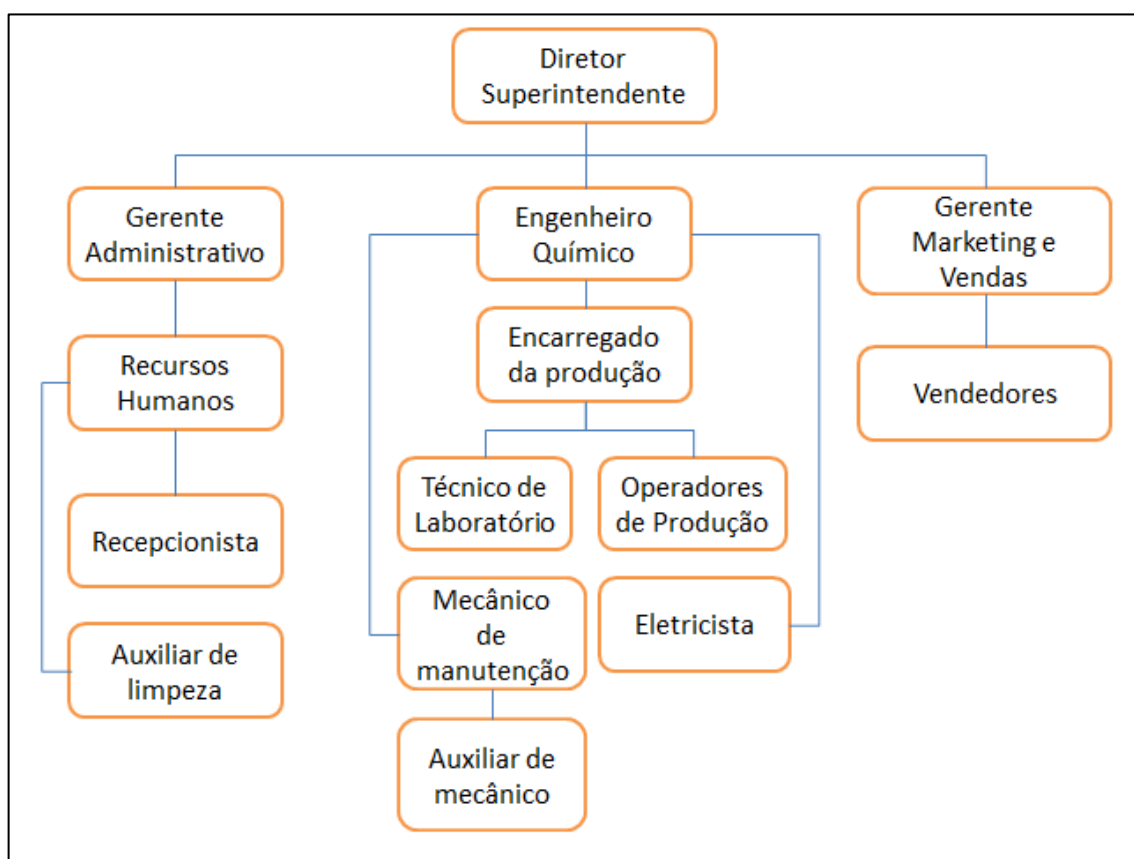
## 14.10 CUSTO E DESCRIÇÃO DOS CARGOS

### 14.10.1 Estrutura organizacional

A estrutura organizacional de uma empresa pode ser definida como a forma na qual os cargos, setores, tarefas e níveis hierárquicos estão divididos (ENDEAVOR, 2015).

Dessa forma, a Citrino tem dentro de seu quadro de funcionários, as funções devidamente divididas de acordo com a atividade a ser desempenhada, apresentando o seguinte organograma (Figura 76).

FIGURA 76 - ORGANOGRAMA CITRINO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

#### 14.10.2 Descrição dos cargos

No âmbito de esclarecer as funções de cada cargo, elas estarão descritas em seguida.

**Diretor Superintendente (Diretor Geral):** assegurar a obtenção dos resultados definidos nos planos operacionais e administrativos, em conformidade com a missão da empresa, seus princípios e filosofia de negócios, dentro das diretrizes estratégicas e operacionais estabelecidas, por meio da coordenação geral de todas as áreas da empresa (PROMERITO, 2018).

**Gerente Administrativo:** gerencia, planeja e controla os recursos e as atividades da área administrativa para garantir conformidade com as normas e políticas da empresa. Acompanha os processos e resultados e define estratégias, a fim de assegurar o melhor desempenho dos negócios (CATHO, 2018).

**Gerente de Recursos Humanos:** Gerencia a área de recursos humanos, planeja e desenvolve estratégias de recrutamento e seleção, treinamento e desenvolvimento, planos de cargos e salários, administração pessoal e relações trabalhistas e sindicais, de acordo com as exigências legais e políticas da empresa (CATHO, 2018).

**Recepcionista:** Realiza o atendimento ao cliente, presta informações e recebe visitantes para encaminhamento aos funcionários da empresa. Recebe e processa correspondências recebidas, agenda reuniões e anota solicitações de clientes (CATHO, 2018).

**Auxiliar de limpeza:** é responsável pela manutenção do local com foco em mantê-lo limpo. Está sob as responsabilidades de um auxiliar de limpeza limpar e arrumar todo o local em seus mínimos detalhes, atuar com limpeza de área externa e interna, lavagem de vidros, abastecer os ambientes com materiais, retirar lixo, limpeza no escritório, banheiros, vestiários, persianas, realizar a reposição de material de higiene e bebedouro (INFOJOBS, 2018).

**Engenheiro Químico:** cria e aprimora produtos na indústria química, petroquímica e de alimentos e analisa sua viabilidade técnica e econômica. Busca melhorias no processo de fabricação ou beneficiamento de produtos, introduzindo novas tecnologias e adaptando as que estão em operação. Planeja e supervisiona operações industriais, administra equipes e as diversas etapas de produção (CATHO, 2018).

Encarregado da produção: Acompanha o desempenho dos operadores e orienta quando necessário para manter o ritmo, qualidade e produtividade do trabalho. Analisa os relatórios diários de produção e identifica desvios dos padrões de processo (CATHO, 2018).

Técnico de laboratório: Realiza análises físico-químicas em laboratório, prepara soluções e controla a qualidade de produtos e matéria-prima. Elabora procedimentos técnicos de análises patológicas e fluídas biológicas e verifica a adequação do material coletado. Realiza procedimento técnico dos materiais, visando assegurar os padrões de qualidade pelos serviços prestados (CATHO, 2018).

Mecânico de manutenção: Faz manutenção de máquinas, motores e equipamentos industriais, repara e substitui peças, faz ajustes e regulagem utilizando ferramentas e instrumentos de medição e controle (CATHO, 2018).

Auxiliar de mecânico: Efetua consertos mecânicos ou elétricos, faz a troca de óleo e limpeza de motores. Lava as peças e outros componentes de motores e equipamentos. Auxilia na desmontagem e montagem de motores e máquinas. Executa outros serviços auxiliares de manutenção, operando equipamentos simples. Efetua a manutenção, limpeza e zela pelas ferramentas sob sua responsabilidade (CATHO, 2018).

Eletricista: Realiza manutenção elétrica preventiva e corretiva em motores, máquinas, equipamentos e instalações industriais, analisa as necessidades de troca e regulagem de componentes e aplica testes de funcionamento. Interpreta desenhos elétricos para montagem de painéis de tensão e cabeamento estruturado (CATHO, 2018).

Operador de produção: trabalha na linha de produção, desenvolvendo várias funções, desde inserir os componentes nas esteiras de produção, retirando e embalando o produto final até operar máquinas responsáveis pela manufatura de matérias-primas em bens de consumo (INFOJOBS, 2018).

Gerente de Marketing e Vendas: elabora estratégias para aumentar a venda de produtos e serviços, realizando pesquisas de mercado para detectar as necessidades dos consumidores e elaborar projetos que visem satisfazê-las, aumentando o alcance e melhoria da imagem de algumas marcas, estabelecendo o público-alvo, sugerindo preços (INFOJOBS, 2018).

Vendedor: é responsável por contatar, visitar e entrevistar clientes, pela negociação do preço do produto ou serviço, negociação do prazo, das condições de pagamento e dos descontos da pós-venda (INFOJOBS, 2018).

#### 14.10.3 Jornada de trabalho e custos

O quadro de funcionários é dividido em 4 grupos de acordo com sua jornada de trabalho. O grupo 1 é composto basicamente pelos funcionários administrativos: diretor superintendente, gerente administrativo, recursos humanos, recepcionista, auxiliar de limpeza, gerente de marketing e vendas, mecânicos e eletricista (que fazem o horário administrativo e permanecem de plantão aos finais de semana). Grupo 2 composto pelo engenheiro químico e o encarregado da produção. Grupo 3 composto pelos vendedores, técnico de laboratório e operador da expedição. Por fim, o grupo 4 é composto pelos operadores de produção.

Para os grupos que apresentam jornada de trabalho superior a 6 horas, determinou-se um intervalo de uma hora e meia. Na exceção do grupo 3, em que no sábado a carga horária é de 4 horas, determinou-se um intervalo de 20 minutos (Tabela 28).

TABELA 28 - DIVISÃO DA JORNADA DE TRABALHO

<b>TURNO</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>
2ª feira	7:30-17:30	7:30-16:30	7:30-17:00	7:00-15:40
3ª feira	7:30-17:30	7:30-16:30	7:30-17:00	7:00-15:40
4ª feira	7:30-17:30	7:30-16:30	7:30-17:00	7:00-15:40
5ª feira	7:30-17:30	7:30-16:30	7:30-17:00	7:00-15:40
6ª feira	7:30-17:30	7:30-16:30	7:30-17:00	7:00-15:40
Sábado	-	8:30-16:30	7:30-11:50	7:00-15:40
Domingo	-	8:30-16:30	-	7:00-15:40
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>42,5</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>43</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Como consta na legislação trabalhista, é estabelecido 8 horas diárias e 44 horas semanais como a jornada normal de trabalho, sendo facultativo a compensação ou redução da jornada através de acordos ou convenções. É exigido, também, segundo este mesmo artigo, repouso semanal remunerado, preferencialmente aos domingos.

Os operadores da produção (grupo 4) somam 26 pessoas, distribuídas de acordo com a necessidade de cada equipamento. Com base nisso, fez-se um sistema de rodízio entre os funcionários para que ocorresse o repouso semanal exigido por lei, aplicando também aos funcionários do grupo 2, através das Tabelas 29 e 30, onde os números indicam a quantidade de pessoas por dia da semana em determinada função (SENADO, 2018).

TABELA 29 - SISTEMA DE RODÍZIO DE FUNCIONÁRIOS DO GRUPO 2

<b>Grupo 2</b>	<b>2ª feira</b>	<b>3ª feira</b>	<b>4ª feira</b>	<b>5ª feira</b>	<b>6ª feira</b>	<b>Sáb</b>	<b>Dom</b>
Eng. Químico e Encarregado de Produção	2	2	2	2	2	1	1

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

TABELA 30 - SISTEMA DE RODÍZIO DE FUNCIONÁRIOS DO GRUPO 4

<b>Equipamento</b>	<b>2ª feira</b>	<b>3ª feira</b>	<b>4ª feira</b>	<b>5ª feira</b>	<b>6ª feira</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Silo	2	2	2	2	2	1	1
Esteira	12	12	12	12	8	8	8
Resíduos	3	3	3	3	2	2	2
Envasadora	4	4	4	4	3	3	3
Caldeira	3	3	3	3	2	2	2
Câmara Fria	2	2	2	2	2	1	1

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Com a divisão feita acima, fez-se os cálculos dos salários de cada funcionário e a quantidade de pessoas necessárias para cada atividade, entendendo-se que os que participam do rodízio, trabalham domingos intercalados, pelo menos duas vezes ao mês. A fim de se economizar na divisão de cargos, tornou-se o engenheiro químico gerente de processos e responsável pela parte de tratamento de efluentes, tendo também em sua formação especialização em engenharia de segurança do trabalho. Os cálculos de encargos foram feitos baseados no regime tributário no qual a Citrino se enquadra, o Lucro Real (SEGURIDADE, 2017).



TABELA 31 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 1

<b>Cargo</b>	<b>Funcionários</b>	<b>Salário Mensal (R\$)</b>	<b>Salário Total + Encargos (R\$)</b>
Diretor	1	R\$ 17.345,24	R\$ 28.649,13
Superintendente	1	R\$ 3.887,74	R\$ 6.421,38
Gerente Administrativo	1	R\$ 3.500,00	R\$ 5.780,95
Gerente Marketing e Vendas	1	R\$ 4.008,22	R\$ 6.620,38
Recursos Humanos	1	R\$ 1.118,20	R\$ 1.846,93
Recepcionista	1	R\$ 1.028,75	R\$ 1.699,19
Auxiliar de limpeza	2	R\$ 2.358,51	R\$ 8.734,51
Mecânico	1	R\$ 2.291,51	R\$ 4.243,19
Eletricista	1		

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018

TABELA 32 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 2

<b>Cargo</b>	<b>Funcionários</b>	<b>Salário Mensal (R\$)</b>	<b>Salário Total + Encargos (R\$)</b>
Gerente de Processos	1	R\$ 8.849,00	R\$ 16.385,69
Encarregado da Produção	1	R\$ 4.602,00	R\$ 8.521,52

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

TABELA 33 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 3

<b>Cargo</b>	<b>Funcionários</b>	<b>Salário Mensal (R\$)</b>	<b>Salário Total + Encargos (R\$)</b>
Vendedor	5	R\$ 1.416,37	R\$ 11.697,09
Técnico de Laboratório	1	R\$ 1.593,95	R\$ 2.951,52
Operador da Expedição	1	R\$ 1.642,18	R\$ 2.712,39

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

TABELA 34 - CARGOS E SALÁRIOS DO GRUPO 4

<b>Cargo</b>	<b>Funcionários</b>	<b>Salário Mensal (R\$)</b>	<b>Salário Total + Encargos (R\$)</b>
Operadores de Produção	25	R\$ 1.188,86	R\$ 58.007,45

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Em relação ao salário pago para os vendedores, estabeleceu-se uma política de comissão, onde será pago comissão sobre as vendas de 0,7% quando atingida a meta de vendas. Sendo assim, caso a meta não seja atingida, haverá pagamento de um salário base, especificado na Tabela 31 (Grupo 3). Considera-se então uma comissão máxima total por mês de R\$35.000,00.

Desta forma, contando com 44 funcionários em seu quadro, a Citrino terá que arcar mensalmente com R\$ 187.574,23 em pagamentos salariais.

#### 14.11 PREVISÃO DE CUSTO E DESPESAS

Para estimar os custos e as despesas anuais, considerou-se os gastos com os salários dos funcionários, IPTU, energia elétrica, água, esgoto, matéria-prima, embalagem, rótulo e outros. As despesas foram apresentadas na Tabela 35.

TABELA 35 - GASTOS ANUAIS

<b>Descrição</b>	<b>Custo R\$</b>
IPTU	26.106,84
IPVA	6.554,40
Energia elétrica	208.409,76
Água	797.454,83
Esgoto	636.124,13
Salários funcionários	2.250.890,72
Laranja	12.430.144,27
Embalagem + rótulo	10.320.000,00
Carvão para caldeira	4.418,64
Impostos diretos	7.686.206,25
Imposto de renda	27.809.474,10
CSLL	7.040.373,19
<b>TOTAL</b>	<b>69.216.157,13</b>

FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

#### 14.12 CUSTO UNITÁRIO

O custo unitário refere-se ao valor representativo do custo de cada unidade de insumo.

A Tabela 36 apresenta os custos mensais e anuais, referente a matéria-prima, embalagem, rótulo *sleeve*, água, esgoto, carvão, energia, mão de obra (somente a equipe de produção), para a fabricação do suco de laranja integral 300 mL.

TABELA 36 - CUSTOS DIRETO DO PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA INTEGRAL

<b>Custos</b>	<b>Valor mensal R\$</b>	<b>Valor anual R\$</b>
Laranja	1.021.655,69	12.430.144,27
Mão de obra	187.574,23	2.250.890,72
Carvão	368,22	4.418,64
Energia	17.367,48	208.409,76
Água	66.454,57	797.454,83
Esgoto	53.010,34	636.124,13
Embalagem + rótulo	860.000,00	10.320.000,00
<b>Total</b>	<b>2.206.430,53</b>	<b>26.647.442,35</b>

FONTE: AUTORIA PRÓRIA, 2018.

Com as informações obtidas da Tabela 34, é possível estimar o valor para produção. O suco Citrino de 300 mL, diante de todos os processos para sua fabricação, custaria custo em média R\$ 1,06 a unidade. Considerando o imposto, ICMS, cerca de R\$ 0,19 são adicionados ao preço da garrafa de suco. Dessa forma, o produto passará a ter um custo de R\$ 1,25, com o imposto.

#### 14.13 FATURAMENTO MENSAL E ANUAL

Faturamento mensal é a estimativa de receita decorrente as vendas de um determinado produto. Foi realizado uma pesquisa de mercado com intuito de averiguar o preço de venda dos concorrentes nos estabelecimentos e a média era de R\$ 4,75 a unidade.

Visando a produção diária de 20 m<sup>3</sup>, 66.6667 garrafas de 300 mL, estipulou-se o valor unitário da venda da garrafa em R\$ 4,00 para atacadistas. O faturamento mensal é previsto por R\$ 8.000.000,00 visando o total de vendas das garrafas de suco. Por fim tem-se um faturamento bruto anual de R\$ 96.000.000,00.

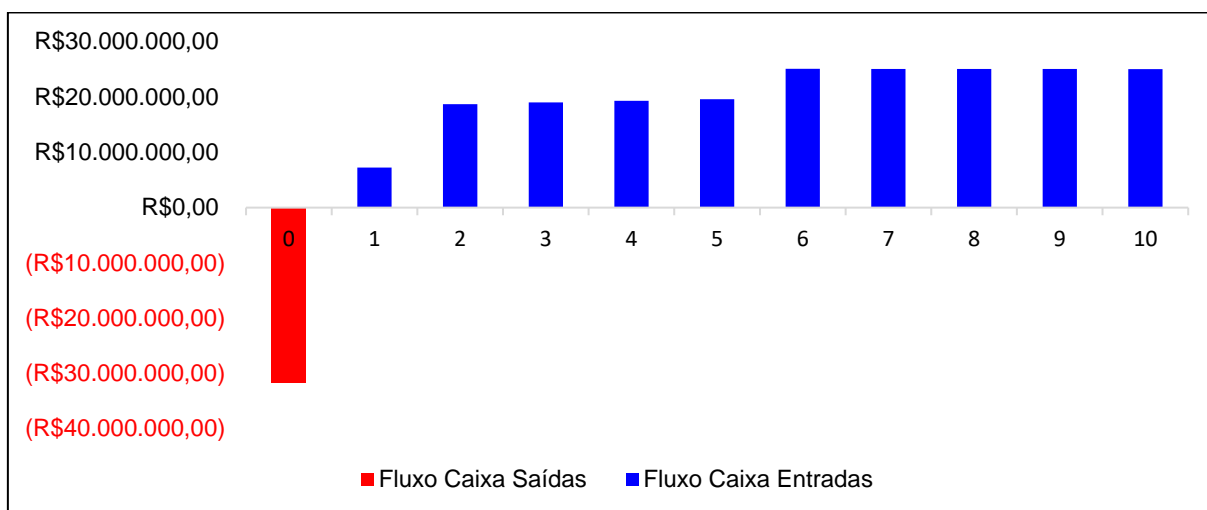
#### 14.14 FLUXO DE CAIXA

Fluxo de caixa representa graficamente conjunto de entradas (receitas) e saídas (despesas) em um certo intervalo de tempo. Considerou-se um período de dez anos o qual representaria o período de vida útil dos equipamentos para a elaboração do fluxo de caixa.

O período zero faz menção ao investimento total a ser aplicado sobre o projeto. No tempo um descontou-se seis meses referentes a construção industrial, e

os meses restantes ao início do processo de fabricação. Os anos seguintes representam as receitas obtidas em cada período de um ano. Em anexo (Anexo B) encontra-se os dados para a elaboração do fluxo de caixa e a Figura 77 representa o fluxo de caixa no período de 10 anos.

FIGURA 77 - FLUXO DE CAIXA



FONTE: AUTORIA PRÓPIA, 2018.

#### 14.15 PAYBACK

O *payback*, refere-se ao tempo que um investimento leva para pagar o seu investimento inicial (PRATES, 2016).

Para cálculo do *payback*, adotou-se o método descontado, por definição é o tempo necessário para que o valor presente acumulado recupere o investimento inicial.

Esse método utiliza-se uma taxa de desconto antes de se proceder à soma dos fluxos de caixa. Em geral, esta taxa será a Taxa mínima de Atratividade (TMA).

De acordo com Prates (2016) a TMA representa o mínimo que um investimento deve remunerar para que seja considerado viável economicamente, no caso da Citrino adotou-se 10%.

Neste método, todos os fluxos de caixa futuro deverão ser descontados por esta taxa em relação ao período ao qual fluxo está ligado.

As relações de dados de *payback* descontado estão apresentados na Tabela 37.

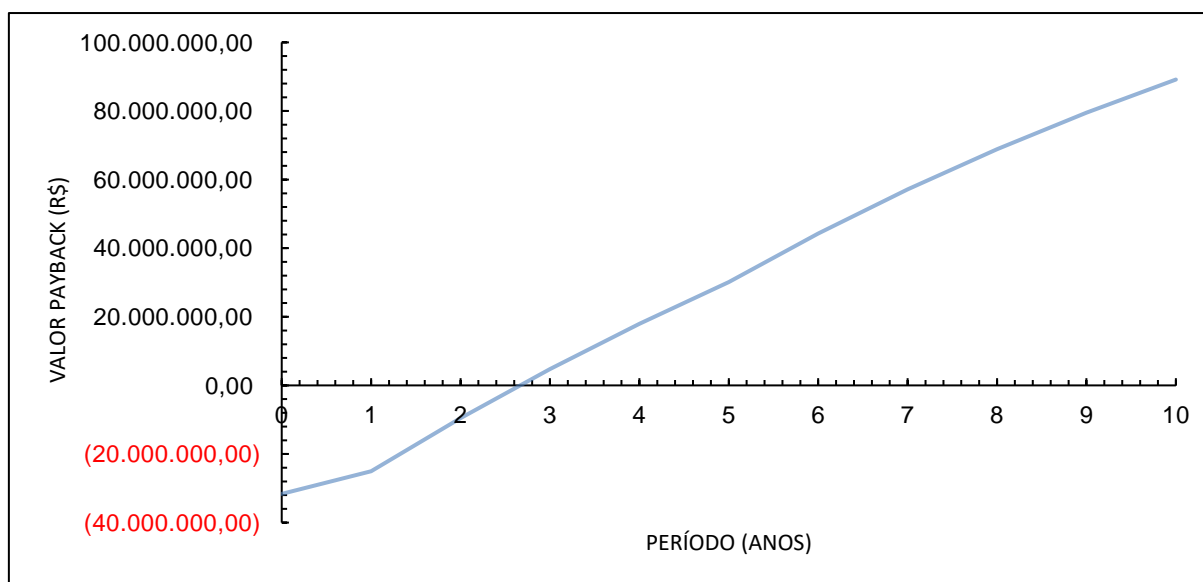
TABELA 37 - PAYBACK DESCONTADO

Período anual	Fluxo de caixa	VP	Payback
0	-R\$ 31.633.261,43	-R\$ 31.633.261,43	-R\$ 31.633.261,43
1	R\$ 7.259.992,73	R\$ 6.599.993,39	-R\$ 25.033.268,04
2	R\$ 18.726.885,19	R\$ 15.476.764,62	-R\$ 9.556.503,42
3	R\$ 19.022.870,62	R\$ 14.292.164,25	R\$ 4.735.660,83
4	R\$ 19.320.544,35	R\$ 13.196.191,76	R\$ 17.931.852,59
5	R\$ 19.619.737,55	R\$ 12.182.313,40	R\$ 30.114.165,99
6	R\$ 25.104.607,44	R\$ 14.170.896,42	R\$ 44.285.062,41
7	R\$ 25.093.530,50	R\$ 12.876.948,89	R\$ 57.162.011,30
8	R\$ 25.083.561,26	R\$ 11.701.666,45	R\$ 68.863.677,75
9	R\$ 25.074.588,94	R\$ 10.634.073,45	R\$ 79.497.751,20
10	R\$ 25.066.513,85	R\$ 9.664.226,20	R\$ 89.161.977,41

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Analisando os dados da Tabela 35, conclui-se que o retorno do investimento será obtido a partir do 3º ano. Para melhor visualização do retorno, a Figura 78 ilustra o gráfico do *payback*.

FIGURA 78 - GRÁFICO PAYBACK



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

Para avaliar a viabilidade econômica da empresa realizou-se o Valor Presente Líquido (VPL), o qual considera-se o somatório de todos os fluxos de entrada e saída de caixa, trazidos a valor presente, para um período de 10 anos (FERREIRA, 2009).

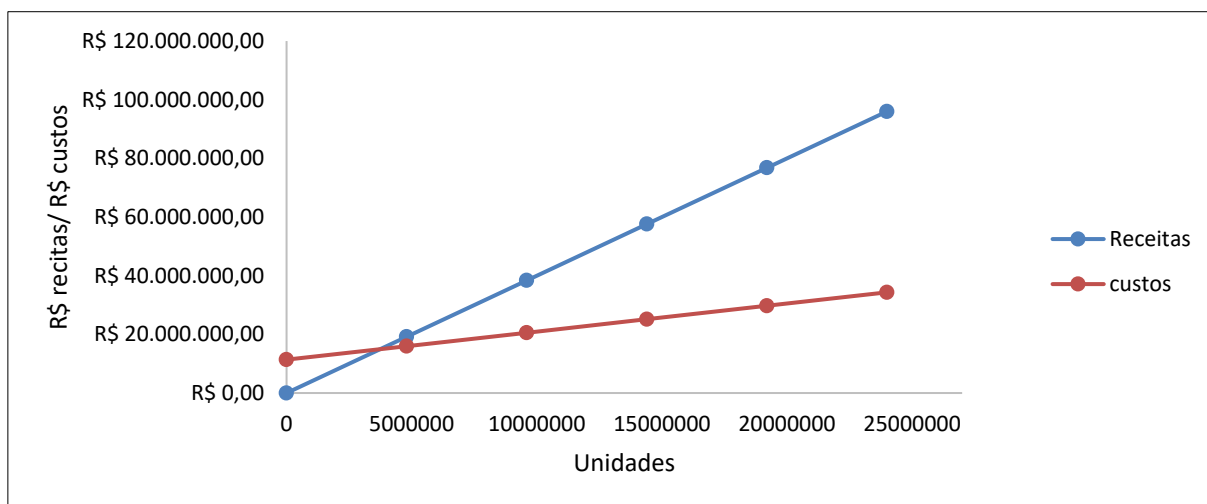
O VPL resultante, pela ferramenta Excel, é de R\$ 89.161.977,41 como o valor obtido é maior que zero, o projeto de interesse apresentará lucro econômico será viável.

#### 14.16 PONTO DE EQUILÍBRIO

O ponto de equilíbrio é o ponto onde a receita bruta e as despesas de uma empresa se igualam. É a quantia mínima de suco de laranja integral de 300 mL a ser produzido para que as despesas sejam pagas.

Dessa forma considerou-se capacidade de produção de 0, 4.008.024, 9.600.048, 14.400.072, 19.200.096, 24.000.120 unidades. Assim, ao analisar a Figura 79 tem-se que serão necessários vender 4.800.024 unidades de 300 mL, equivalente a produção de dois meses e meio, para a empresa não ter prejuízo.

FIGURA 79 - PONTO DE EQUILÍBRIO



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA, 2018.

## 15 CONCLUSÃO

A alta inovação tecnológica que assegura alta produção, a localização da empresa próxima a grandes centros e rica em matéria-prima, são fatos importantes que garantem o sucesso na implantação da Citrino.

Como observou-se no presente trabalho a empresa preocupa-se desde a seleção da matéria-prima até o descarte dos resíduos durante o processo de fabricação. Atuando de forma sustentável, a Citrino possui projeto de captação de água da chuva e sistema eficiente para tratamento de esgoto.

Estipulou-se uma produção diária de 20 m<sup>3</sup>, utilizando 44.067,61 Kg de laranja para produzir 66.6667 garrafas de suco de laranja integral de 300 mL. Durante o processo, através de integração energética, é possível ter uma economia de 1250609,55 kJ.h<sup>-1</sup>, mostrando a importância desta para a redução de custos em processos.

Pode-se observar a alta viabilidade econômica na implantação da indústria. O valor total a ser investido é de R\$ 31.633.261,43, o qual a indústria terá um retorno positivo após 3 anos desde o investimento, garantindo de forma segura e rápida o sucesso da empresa.

A empresa terá como perspectivas futuras a exportação de óleo essencial, subproduto que possui alto valor agregado e almejado por grandes empresas de perfumaria, a exportação do suco de laranja concentrado congelado devido ao seu crescimento no mercado exterior, e a ampliação da indústria retornará maior produtividade à indústria.

## REFERÊNCIAS

ACERBI, Lenin Wagner; GARCIA, Rogério Lopes. **Planta de Produção de Suco de Laranja Concentrado**. 2015. 78 p. TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO (Bacharel em Engenharia Química)- UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS, Poços de Caldas, 2015.

ADETEC. **CONSUMO DE COMBUSTÍVEL**. Disponível em: <<http://adetek.ind.br/consumo.asp>>. Acesso em: 20 out. 2018.

ANA, FIESP & SINCUSCON-SP. **Conservação e reúso de água em edificações**: São Paulo: Prol Editora Gráfica, p. 152, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BAMPIDIS, V. A.; ROBINSON, P. H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 128, p. 175-217, 2006.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Simulador de financiamento**. Disponível em: <[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site.h-1ome/financiamento/simulador/?productCode=AOI\\_028&valorBem=31633261.43&percentualFinanciado=80&prazoFinanciamento=60&prazoCarenacia=3&spreadAgente=6&projecaoinflacaoAnual=4.1](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site.h-1ome/financiamento/simulador/?productCode=AOI_028&valorBem=31633261.43&percentualFinanciado=80&prazoFinanciamento=60&prazoCarenacia=3&spreadAgente=6&projecaoinflacaoAnual=4.1)>. Acesso em: 22 de out 2018.

BARÃO, M. Z. **Embalagens para produtos alimentícios**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Paraná, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY0MQ==>>>. Acesso em 13 de abril de 2018.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; SÁ, J. F. de; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.281, p. 36-45, 2014.

BELLA CALHA. **Funcionamento do Filtro VF1**. Disponível em: <[http://www.acquasave.com.br/foto.php?tipofoto=1&imagem=filtragem\\_esquema\\_gal.jpg&leg=FuncionamentodoFiltroVF1](http://www.acquasave.com.br/foto.php?tipofoto=1&imagem=filtragem_esquema_gal.jpg&leg=FuncionamentodoFiltroVF1)>. Acesso em: 21 de out 2018.



BMN. **Válvula Borboleta Sanitárias em Aço Inoxidável**, 2018. Disponível em:<<https://bmninoxidavel.com.br/produto/valvula-borboleta-sanitarias-em-aco-inoxidavel/>>. Acesso em: 19 de out 2018.

BOUÇAS, C. **Brasileiro prefere bebidas naturais**, 2018. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/5380627/brasileiro-prefere-bebidas-naturais>>. Acesso em: 30 de março 2018.

BRASIL. Instrução Normativa n. 01, de 07 de jan. de 2000. Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa das seguintes frutas: acerola, cacau, cupuaçu, graviola, açaí, maracujá, caju, manga, goiaba, pitanga, uva, mamão, cajá, melão, mangaba, e para suco das seguintes frutas: maracujá, caju, caju alto teor de polpa, caju clarificado ou cajuína, abacaxi, uva, pêra, maçã, limão, lima ácida e laranja. **REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DOS PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA SUCO DE LARANJA** . [S.l.], p. 20-21, jan. 2000.

CÂMARA MUNICIPAL DE FRANCA. LEI Nº 8.482, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2016. 2018. Disponível em: <<https://site.camarafranca.sp.gov.br/legislacao/lei-no-8482-de-26-de-dezembro-de-2016>>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

CAMARGO, M. P. B.; ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ROSA, J. M. Modelo agrometeorológico de estimativa para a cultivar de laranja Valência. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n.1, p 171-178, 1999.

CEPEA. **LARANJA INDÚSTRIA**. 2018. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/citros.aspx>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

CITRICOLA, Lucato. **Laranjas**, 2016. Disponível em: <<http://www.citricolalucato.com.br/p/laranjas.aspx>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

CITRUSBR, Número de empregos na citricultura cresce 23,27% em 2017. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/laranja-citrus/207070-numero-de-empregos-na-citricultura-cresce-2327-em-2017.html>>. Acesso em: 29 de jun. 2018.

COELHO, N. R. A., **Noções de higienização na indústria de alimentos**, 2014. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/mlaura/files/2014/02/h1igieneiza%C3%A7%C3%A3o-na-ind%C3%BAstria-de-alimentos.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

CONAB. Conjuntura Mensal da Laranja. 2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_03\\_22\\_15\\_46\\_01\\_conjuntura\\_laranja\\_fevereiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_22_15_46_01_conjuntura_laranja_fevereiro_2017.pdf)> . Acesso em: 19 mar. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 23 de out 2018.

CORRÊA NETO, Randolpho da Silva. **Fatores que influem na qualidade do suco de laranja.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 1, n. 19, abr. 1999.

DMON MÁQUINAS LTDA. **Rotativas.** 2018. Disponível em: <<http://www.dmom.com.br/site/conteudo/pagina/1,26+Rotativas.html>> Acesso em: 14 de abril de 2018.

DONADIO, L. C.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; MOREIRA, C. S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JÚNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros.** Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.1-18.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: Food and Agriculture Organization, p. 175, 1979.

DOURADOS AGORA. **Mercado interno eleva demanda por suco de laranja.** Disponível em: <<https://www.douradosagora.com.br/noticias/economia/mercado-interno-eleva-demanda-por-suco-de-laranja-31-07-2010-06-56-4c540177d9dc9>>. Acesso em: 29 de junho de 2018.

DPVAT 2019. Consulta, Pagamento, Valor, Indenização. 2018. Disponível em: <<https://dpvat2019.pro.br/dpvat-2019-sp/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

ETAL TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **PASTEURIZADORES PARA INDUSTRIA ALIMENTÍCIA.** Disponível em: <<http://www.etaltecnologia.com.br/equipamentos-detalhe.php?id=80>>. Acesso em: 20 out. 2018.

ETAL TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **PASTEURIZADORES PARA INDUSTRIA ALIMENTÍCIA.** Disponível em: <<http://www.etaltecnologia.com.br/equipamentos-detalhe.php?id=80>>. Acesso em: 20 out. 2018.

FARMING BRASIL. **Exportações de suco de laranja avançaram 29% em relação à safra passada.** Disponível em: <https://sfagro.uol.com.br/exportacoes-de-suco-de-laranja/>. Acesso em: 29 de junho de 2018.

FORTLEV. **Cisterna vertical**, 2018. Disponível em: <<https://www.fortlev.com.br/produto/cisterna-vertical/>>. Acesso em: 21 de out 2018.

FRANCO, Ana S. M. Análise Conjuntural: O suco de laranja brasileiro no mercado global. v.38. n.11-12, 2016.

FREITAS, Tatiana. **Crise nas exportações faz produtores de laranja mudarem foco de mercado**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/02/1586790-crisenasexportacoes-faz-produtores-de-laranja-mudarem-foco-de-mercado.shtml>. Acesso em: 29 de junho de 2018.

FUNDECITRUS. Greening. **Manual técnico**, São Paulo, 2009.

FUNDECITRUS. Reestimativa da safra de laranja 2017/18, 2017. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes\\_relatorios/Reestimativa\\_da\\_safra\\_de\\_laranja\\_201718\\_dezembro.pdf](http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/Reestimativa_da_safra_de_laranja_201718_dezembro.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2018.

GENEMCO CATALOG. Catalog. Disponível em: <<http://www.genemco.com/catalog/paddlefinishers.html>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

GONÇALVES, Antônio Carlos. Como definir o suco de laranja. **Revista Agroanalysis**, [S.l.], set. 2009. Disponível em: <<http://www.agroanalysis.com.br/9/2009/conteudo-especial/especial-citricultura-em-busca-de-uma-agenda-positiva>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

GOOGLE. Google Earth. Franca – SP, 2018 Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@20.59375235,47.4241681,883.59870474a,87045.92274848d,35y,0h,0t,0r/data=CksaSRJBCiUweDk0YjBhOWIzNWRjNjA4MzE6MHg2OGI4NTU4YTY5NjgxNDYyGXRkxXMRijTAIVL6-Dpfs0fAKgZGcmFuY2EYAiABKAI>>. Acesso em: 24 de maio 2018.

GOTTEMS, Leonardo. Com mais da metade da produção mundial de suco de laranja, frutas cítricas no Brasil potencializam o PIB nacional. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/noticias/com-mais-da-metade-da-producao-mundial-de-suco-de-laranja--frutas-citricas-no-brasil-potencializam-o-pib-nacional\\_356376.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/com-mais-da-metade-da-producao-mundial-de-suco-de-laranja--frutas-citricas-no-brasil-potencializam-o-pib-nacional_356376.html)>. Acesso em: 29 de jun. 2018.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Atlas da energia solar paulista**. 2013. Disponível em: <[http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas\\_energia\\_solar.pdf](http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/renovaveis/atlas_energia_solar.pdf)>. Acesso em: 13 de abril 2018.

GRACIELLA. **Silo “bin” para laranja.** 2018. Disponível em: <[http://www.graciella.com.br/silo\\_laranja.html](http://www.graciella.com.br/silo_laranja.html)>. Acesso em: 11 de abril 2018.

GRUPO ARBOR, Transportadora de roletes, 2013. Disponível em: <<http://www.saofidelisrj.com.br/Antiga-fabrica-de-sucos-Bela-Joana-e-reativada-pelo-Grupo-Arbor-que-promete-gerar-200-empregos-ate-o-fim-do-ano>>. Acesso em: 29 de jun. 2018.

GUIALAT, Centrífuga clarificadora. 2016. Disponível em: <[http://www.guialat.com.br/?p=detalhar\\_produto&idproduto=827&idcategoria=198](http://www.guialat.com.br/?p=detalhar_produto&idproduto=827&idcategoria=198)>. Acesso em: 15 de jun. 2018.

GURGEL, A. Panorama da indústria de alimentos. **Food Ingredients**, São Paulo, v.6, n.31, p. 30-49, 2004.

GUT, J.A.W. **Modelagem matemática e validação experimental da pasteurização de alimentos líquidos em trocadores de calor a placas.** Tese (Livre Docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

HORTIBRASIL. Normas de Classificação da Laranja (*Citrus sinensis* Osbeck ) para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros. 2009. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/laranja/arquivos/norma.html>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativa de população, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 24 de maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento Sistemático da produção Agrícola – LSPA, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?edicao=19468&t=resultados>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – **Informativo Todafruta.** 2003. Disponível em: <[https://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=3567](https://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=3567)>. Acesso em: 03 de abril 2018.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), **Clima – Franca (SP)**, 2017. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acesso em: 21 de out 2018.

IPVA 2019. Licenciamento 2019. 2018. Disponível em: <<https://ipva2019.com/licenciamento-2019/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.  
IPVA 2019. Valor, consulta, tabela, pagamento. 2018. Disponível em: <<https://ipva2019.com/ipva-2019-sp/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

LOPES, F. **Boas perspectivas para o mercado de sucos**, 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/5210705/boas-perspectivas-para-o-mercado-de-sucos>>. Acesso em: 30 de março 2018.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo, p. 640, 2006.

MACHADO, J. G. D. C. F. Estratégias de marketing na Indústria de amendoim. Um estudo em empresas da Alta Paulista. **Latin American Journal of Business Management**, v. 3, n. 2, p. 21-29, 2013.

MACRER, R; ROBISON, R. K.; SADLER, M.J. **Encyclopaedia of food science, food technology, and nutrition**, San Diego Academic Press, v. 2, p. 994-1023, 1993.

MASTROROSA, Luciana. Você sabe qual é a quantidade de vitamina C que deve consumir por dia? 2017. Disponível em: < <https://vivabem.uol.com.br/noticias/redacao/2017/10/18/quanto-devemos-tomar-de-vitamina-c-por-dia.htm>> Acesso em: 28 de março de 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio**. 2017. Brasília. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf>>. Acesso em: 13 de abril 2018.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MUNICÍPIOS DE SÃO PAULO. São Paulo Turismo. 2018. Disponível em: <<http://www.sp-turismo.com/municipios-sp.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

NEVES, M. F. (Org.). O retrato da citricultura brasileira. Ribeirão Preto: Markestrat, NEVES, Marcos F.; TROMBIN, Vinícius G.; KALAKI, Rafael B. Competitiveness of the Orange Juice Chain in Brazil. International Food and Agribusiness Management Review Volume 16, Special Issue 4, 2013.

NEUFERT, Peter. Arte de Projetar em Arquitetura. 17ª ed. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2008.

NORMA TÉCNICA SABESP (NTS) 230. **Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário**, 2009.

NOSSO CAMPO, Pomares de laranja avançam no Centro-Oeste de SP, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2016/06/pomares-de-laranja-avancam-no-centro-oeste-de-sp.html>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

NUSSIO, C. M. B; SANTOS, F. A. P.; PIRES, A. V.; et al. Efeito do processamento do milho e sua substituição pela polpa de citrus peletizada sobre consumo de matéria seca, produção e composição do leite de vacas em lactação, **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, XXXVII, 2000.

OLIVEIRA, Erick. D.; FELIX, Lorena D. G.; PIZZINATTO, Nadia K.; PIZZINATO, Andrea K.; GIULIANI, Antonio C. Estratégia de comercialização de bebidas naturais. Revista Conbrad, v. 1, n. 3, p. 46-48, 2016. Disponível em: <[www.revistaconbrad.com.br/editorial/index.php/conbrad/article/download/96/44](http://www.revistaconbrad.com.br/editorial/index.php/conbrad/article/download/96/44)>. Acesso em: 29 jun. 2018.

ORTOLANI, A. A.; JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologista e o cultivo dos citros. **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p. 153-195, 1991.

PEREIRA, L.G. R. et al. **Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas na alimentação de ruminantes**, p.30, 2009.

PIEDRAHITA, T. Para se deliciar: sucos com gostinho do Paraná, 2016. Disponível em: <<https://www.negociosrpc.com.br/deolhonomercado/economia/para-se-deliciar-sucos-com-um-gostinho-do-parana/>>. Acesso em: 24 de maio 2018.

PINI. Soluções não potáveis. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 133, p. 54-57, 2008.

PLASNOX. **Válvula Retenção tipo disco**, 2018. Disponível em: < <http://www.plasnox.com.br/produto/1-1-1-valvula-retencao-tipo-disco-wafer-dn-12-4/>>. Acesso em: 19 de out 2018.

PORTAL DO GOVERNO DE SÃO PAULO. Franca é a primeira cidade do país em saneamento básico. 2017a. Disponível em: < <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/franca-e-primeira-cidade-pais-em-saneamento-basico/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

PORTAL DO GOVERNO DE SÃO PAULO. SP tem 19 das 20 melhores rodovias do Brasil, aponta pesquisa. 2017 b. Disponível em: < <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/sp-tem-19-das-20-melhores-rodovias-do-brasil-aponta-pesquisa/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

POZZAN, M.; TRIBONI, H. R. Colheita e qualidade de fruto. **Citros**. Campinas: IAC, p. 801-822, 2005.

PRATES, **Qual a diferença entre payback simples e descontado?**, 2016. Disponível em:< <https://www.wrprates.com/qual-e-a-diferenca-entre-payback-simples-e-descontado/>>. Acesso em: 22 de out 2018.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. **The citrus industry**. New York: Academic Press, p. 409-439, 1977.

RIBEIRO, José Halminton. **Gota de Sol: A trajetória da laranja, desde sua descoberta nos jardins da China aos navios sucoleiros de hoje**. 2. ed. São Paulo: Globo, 1992. 190 p.

ROMANIA. **Lavadora – sucorríco araras**. 2018. Disponível em: <<http://www.romania.ind.br/lavadora/lavadora-sucorríco-araras>>. Acesso em: 13 de abril 2018.

SANTOS, F. A. P. **Efeito de fontes proteicas e processamento de grãos no desempenho de vacas de leite digestibilidade de nutrientes**, Tese de livre Docência, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros - Universidade de São Paulo, 1999.

SCOTON, R. A. **Substituição do milho moído por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação**, Tese (Mestra em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros - Universidade de São Paulo, p. 68, 2003.



SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS-SEBRAE. **Mercado de sucos prontos para beber cresce 7,2%**, 2006. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/newart/default.asp?materia=6727>>. Acesso em: 30 de março 2018.

SILVA, A., **Análise Técnica, Econômica e de Tendências da Indústria Brasileira de Óleos Essenciais**, Rio de Janeiro, 2002.

SMITH, R. **Chemical process design and integration**. Chichester: John Wiley & Sons (McGraw hill), 2005.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA - SNA. Boas perspectivas para o mercado de sucos. 2017. Disponível em: <<http://www.sna.agr.br/boas-perspectivas-para-o-mercado-de-sucos/>> Acesso em: 5 de abril de 2018.

SOUZA, Karin. **Importância da higienização nas linhas de produção de sucos**. Disponível em:< <https://foodsafetybrazil.org/a-importancia-da-higienizacao-nas-linhas-de-producao-de-sucos/>>n Acesso em: 23 de maio de 2018.

TETRA PAK. **The Orange book**. 1998

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD. **The Texas Manual on Rainwater Harvesing**. 3ed. Austin, 2005.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A.L.A.C.; MARTIN, Z. J. **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: Manual Ital. 1995.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Rainwater Harvesting and Utilisation**, 2002.

VANDRESEN, Solange. Caracterização físico-química e comportamento reológico de sucos de cenoura e laranja e suas misturas. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimento) – Centro Tecnológico, Universidade de Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Coord.). **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo, SP: E. Blücher, 2005. xiv, 550 p.



VON SPERLING, M. **Lagoa de Estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. v.3, 1996.

WANSINK, B. Enviromental factors that increase the food intake and consumption volume of unknowing consumers. **Annual Reviews of Nutrition**, v. 24, p. 455-479, 2004.

YAMAMOTO, Carlos Itsuo; KAMINSKI, Moacir. Análise Econômica de Projetos na Engenharia Química. Apostila. Curitiba, PR, 2012.

YAMANAKA, H. T. **Sucos cítricos**. São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 de abril 2018.

ZAFALON, M., Suco de laranja não concentrado ganha mercado, 2017. Disponível em: < <http://www.todafruta.com.br/suco-de-laranja-nao-concentrado-ganha-mercado/>>. Acesso em: 29 de jun. 2018.

## ANEXO A – DADOS DO SIMULADOR BNDES

<b>Período</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Juros</b>	<b>Amortização</b>	<b>Prestação</b>	<b>Saldo Final</b>
Mês Inicial	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 25.306.609,14
Mês 01	R\$ 25.306.609,14	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 25.306.609,14
Mês 02	R\$ 25.306.609,14	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 25.306.609,14
Mês 03	R\$ 25.306.609,14	R\$ 926.176,15	R\$ 0,00	R\$ 926.176,15	R\$ 25.306.609,14
Mês 04	R\$ 25.306.609,14	R\$ 305.033,88	R\$ 443.975,60	R\$ 749.009,48	R\$ 24.862.633,54
Mês 05	R\$ 24.862.633,54	R\$ 299.682,41	R\$ 443.975,60	R\$ 743.658,01	R\$ 24.418.657,95
Mês 06	R\$ 24.418.657,95	R\$ 294.330,93	R\$ 443.975,60	R\$ 738.306,53	R\$ 23.974.682,35
Mês 07	R\$ 23.974.682,35	R\$ 288.979,46	R\$ 443.975,60	R\$ 732.955,06	R\$ 23.530.706,75
Mês 08	R\$ 23.530.706,75	R\$ 283.627,99	R\$ 443.975,60	R\$ 727.603,59	R\$ 23.086.731,15
Mês 09	R\$ 23.086.731,15	R\$ 278.276,52	R\$ 443.975,60	R\$ 722.252,12	R\$ 22.642.755,55
Mês 10	R\$ 22.642.755,55	R\$ 272.925,05	R\$ 443.975,60	R\$ 716.900,65	R\$ 22.198.779,95
Mês 11	R\$ 22.198.779,95	R\$ 267.573,58	R\$ 443.975,60	R\$ 711.549,18	R\$ 21.754.804,35
Mês 12	R\$ 21.754.804,35	R\$ 262.222,11	R\$ 443.975,60	R\$ 706.197,70	R\$ 21.310.828,75
Mês 13	R\$ 21.310.828,75	R\$ 256.870,63	R\$ 443.975,60	R\$ 700.846,23	R\$ 20.866.853,15
Mês 14	R\$ 20.866.853,15	R\$ 251.519,16	R\$ 443.975,60	R\$ 695.494,76	R\$ 20.422.877,55
Mês 15	R\$ 20.422.877,55	R\$ 246.167,69	R\$ 443.975,60	R\$ 690.143,29	R\$ 19.978.901,96
Mês 16	R\$ 19.978.901,96	R\$ 240.816,22	R\$ 443.975,60	R\$ 684.791,82	R\$ 19.534.926,36
Mês 17	R\$ 19.534.926,36	R\$ 235.464,75	R\$ 443.975,60	R\$ 679.440,35	R\$ 19.090.950,76
Mês 18	R\$ 19.090.950,76	R\$ 230.113,28	R\$ 443.975,60	R\$ 674.088,88	R\$ 18.646.975,16
Mês 19	R\$ 18.646.975,16	R\$ 224.761,80	R\$ 443.975,60	R\$ 668.737,40	R\$ 18.202.999,56
Mês 20	R\$ 18.202.999,56	R\$ 219.410,33	R\$ 443.975,60	R\$ 663.385,93	R\$ 17.759.023,96
Mês 21	R\$ 17.759.023,96	R\$ 214.058,86	R\$ 443.975,60	R\$ 658.034,46	R\$ 17.315.048,36
Mês 22	R\$ 17.315.048,36	R\$ 208.707,39	R\$ 443.975,60	R\$ 652.682,99	R\$ 16.871.072,76
Mês 23	R\$ 16.871.072,76	R\$ 203.355,92	R\$ 443.975,60	R\$ 647.331,52	R\$ 16.427.097,16
Mês 24	R\$ 16.427.097,16	R\$ 198.004,45	R\$ 443.975,60	R\$ 641.980,05	R\$ 15.983.121,56
Mês 25	R\$ 15.983.121,56	R\$ 192.652,98	R\$ 443.975,60	R\$ 636.628,57	R\$ 15.539.145,97
Mês 26	R\$ 15.539.145,97	R\$ 187.301,50	R\$ 443.975,60	R\$ 631.277,10	R\$ 15.095.170,37
Mês 27	R\$ 15.095.170,37	R\$ 181.950,03	R\$ 443.975,60	R\$ 625.925,63	R\$ 14.651.194,77
Mês 28	R\$ 14.651.194,77	R\$ 176.598,56	R\$ 443.975,60	R\$ 620.574,16	R\$ 14.207.219,17
Mês 29	R\$ 14.207.219,17	R\$ 171.247,09	R\$ 443.975,60	R\$ 615.222,69	R\$ 13.763.243,57
Mês 30	R\$ 13.763.243,57	R\$ 165.895,62	R\$ 443.975,60	R\$ 609.871,22	R\$ 13.319.267,97
Mês 31	R\$ 13.319.267,97	R\$ 160.544,15	R\$ 443.975,60	R\$ 604.519,75	R\$ 12.875.292,37
Mês 32	R\$ 12.875.292,37	R\$ 155.192,67	R\$ 443.975,60	R\$ 599.168,27	R\$ 12.431.316,77
Mês 33	R\$ 12.431.316,77	R\$ 149.841,20	R\$ 443.975,60	R\$ 593.816,80	R\$ 11.987.341,17
Mês 34	R\$ 11.987.341,17	R\$ 144.489,73	R\$ 443.975,60	R\$ 588.465,33	R\$ 11.543.365,57
Mês 35	R\$ 11.543.365,57	R\$ 139.138,26	R\$ 443.975,60	R\$ 583.113,86	R\$ 11.099.389,98
Mês 36	R\$ 11.099.389,98	R\$ 133.786,79	R\$ 443.975,60	R\$ 577.762,39	R\$ 10.655.414,38
Mês 37	R\$ 10.655.414,38	R\$ 128.435,32	R\$ 443.975,60	R\$ 572.410,92	R\$ 10.211.438,78
Mês 38	R\$ 10.211.438,78	R\$ 123.083,85	R\$ 443.975,60	R\$ 567.059,44	R\$ 9.767.463,18
Mês 39	R\$ 9.767.463,18	R\$ 117.732,37	R\$ 443.975,60	R\$ 561.707,97	R\$ 9.323.487,58
Mês 40	R\$ 9.323.487,58	R\$ 112.380,90	R\$ 443.975,60	R\$ 556.356,50	R\$ 8.879.511,98
Mês 41	R\$ 8.879.511,98	R\$ 107.029,43	R\$ 443.975,60	R\$ 551.005,03	R\$ 8.435.536,38

Mês 42	R\$ 8.435.536,38	R\$ 101.677,96	R\$ 443.975,60	R\$ 545.653,56	R\$ 7.991.560,78
Mês 43	R\$ 7.991.560,78	R\$ 96.326,49	R\$ 443.975,60	R\$ 540.302,09	R\$ 7.547.585,18
Mês 44	R\$ 7.547.585,18	R\$ 90.975,02	R\$ 443.975,60	R\$ 534.950,62	R\$ 7.103.609,58
Mês 45	R\$ 7.103.609,58	R\$ 85.623,54	R\$ 443.975,60	R\$ 529.599,14	R\$ 6.659.633,99
Mês 46	R\$ 6.659.633,99	R\$ 80.272,07	R\$ 443.975,60	R\$ 524.247,67	R\$ 6.215.658,39
Mês 47	R\$ 6.215.658,39	R\$ 74.920,60	R\$ 443.975,60	R\$ 518.896,20	R\$ 5.771.682,79
Mês 48	R\$ 5.771.682,79	R\$ 69.569,13	R\$ 443.975,60	R\$ 513.544,73	R\$ 5.327.707,19
Mês 49	R\$ 5.327.707,19	R\$ 64.217,66	R\$ 443.975,60	R\$ 508.193,26	R\$ 4.883.731,59
Mês 50	R\$ 4.883.731,59	R\$ 58.866,19	R\$ 443.975,60	R\$ 502.841,79	R\$ 4.439.755,99
Mês 51	R\$ 4.439.755,99	R\$ 53.514,72	R\$ 443.975,60	R\$ 497.490,31	R\$ 3.995.780,39
Mês 52	R\$ 3.995.780,39	R\$ 48.163,24	R\$ 443.975,60	R\$ 492.138,84	R\$ 3.551.804,79
Mês 53	R\$ 3.551.804,79	R\$ 42.811,77	R\$ 443.975,60	R\$ 486.787,37	R\$ 3.107.829,19
Mês 54	R\$ 3.107.829,19	R\$ 37.460,30	R\$ 443.975,60	R\$ 481.435,90	R\$ 2.663.853,59
Mês 55	R\$ 2.663.853,59	R\$ 32.108,83	R\$ 443.975,60	R\$ 476.084,43	R\$ 2.219.878,00
Mês 56	R\$ 2.219.878,00	R\$ 26.757,36	R\$ 443.975,60	R\$ 470.732,96	R\$ 1.775.902,40
Mês 57	R\$ 1.775.902,40	R\$ 21.405,89	R\$ 443.975,60	R\$ 465.381,49	R\$ 1.331.926,80
Mês 58	R\$ 1.331.926,80	R\$ 16.054,41	R\$ 443.975,60	R\$ 460.030,01	R\$ 887.951,20
Mês 59	R\$ 887.951,20	R\$ 10.702,94	R\$ 443.975,60	R\$ 454.678,54	R\$ 443.975,60
Mês 60	R\$ 443.975,60	R\$ 5.351,47	R\$ 443.975,60	R\$ 449.327,07	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 9.772.158,61</b>	<b>R\$ 25.306.609,14</b>	<b>R\$ 35.078.767,76</b>	

## ANEXO B – FLUXO DE CAIXA

	Período			
	0	1	2	3
Investimento	-R\$ 31.633.261,43	-	-	-
Receita Bruta	-	R\$ 48.000.000,00	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00
Impostos Diretos	-	-R\$ 3.827.991,87	-R\$ 7.686.206,25	-R\$ 7.688.679,00
Custo operacional	-	-R\$ 13.323.721,18	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35
Ebitda	-	R\$ 30.848.286,95	R\$ 61.666.351,40	R\$ 61.663.878,65
Depreciação	-	-R\$ 297.027,05	-R\$ 267.324,34	-R\$ 240.591,91
Juros do financiamento	-	-R\$ 3.478.828,08	-R\$ 2.729.250,48	-R\$ 1.958.638,58
LAIR	-	R\$ 27.072.431,83	R\$ 58.669.776,58	R\$ 59.464.648,16
Imposto de renda e outros	-	-R\$ 16.113.685,75	-R\$ 34.882.508,53	-R\$ 35.354.662,25
Lucro Líquido	-	R\$ 10.958.746,08	R\$ 23.787.268,05	R\$ 24.109.985,91
Depreciação	-	R\$ 297.027,05	R\$ 267.324,34	R\$ 240.591,91
Amortização financeira	-	-R\$ 3.995.780,40	-R\$ 5.327.707,20	-R\$ 5.327.707,20
Fluxo de caixa líquido	-	R\$ 7.259.992,73	R\$ 18.726.885,19	R\$ 19.022.870,62

	Período			
	4	5	6	7
Investimento	-	-	-	-
Receita Bruta	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00
Impostos Diretos	-R\$ 7.690.904,48	-R\$ 7.692.907,40	-R\$ 7.694.710,04	-R\$ 7.696.332,41
Custo operacional	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35
Ebitda	R\$ 61.661.653,17	R\$ 61.659.650,25	R\$ 61.657.847,61	R\$ 61.656.225,24
Depreciação	-R\$ 216.532,72	-R\$ 194.879,44	-R\$ 175.391,50	-R\$ 157.852,35
Juros do financiamento	-R\$ 1.188.026,68	-R\$ 417.414,78	R\$ 0,00	R\$ 0,00
LAIR	R\$ 60.257.093,78	R\$ 61.047.356,02	R\$ 61.482.456,11	R\$ 61.498.372,89
Imposto de renda e outros	-R\$ 35.825.374,94	-R\$ 36.294.790,72	-R\$ 36.553.240,17	-R\$ 36.562.694,74
Lucro Líquido	R\$ 24.431.718,83	R\$ 24.752.565,30	R\$ 24.929.215,94	R\$ 24.935.678,15
Depreciação	R\$ 216.532,72	R\$ 194.879,44	R\$ 175.391,50	R\$ 157.852,35
Amortização financeira	-R\$ 5.327.707,20	-R\$ 5.327.707,20	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fluxo de caixa líquido	R\$ 19.320.544,35	R\$ 19.619.737,55	R\$ 25.104.607,44	R\$ 25.093.530,50

	Período		
	8	9	10
Investimento	-	-	-
Receita Bruta	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00	R\$ 96.000.000,00
Impostos Diretos	-R\$ 7.697.792,54	-R\$ 7.699.106,66	-R\$ 7.700.289,37
Custo operacional	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35	-R\$ 26.647.442,35
Ebitda	R\$ 61.654.765,10	R\$ 61.653.450,98	R\$ 61.652.268,28
Depreciação	-R\$ 142.067,12	-R\$ 127.860,40	-R\$ 115.074,36
Juros do financiamento	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
LAIR	R\$ 61.512.697,99	R\$ 61.525.590,58	R\$ 61.537.193,91
Imposto de renda e outros	-R\$ 36.571.203,85	-R\$ 36.578.862,04	-R\$ 36.585.754,42
Lucro Líquido	R\$ 24.941.494,14	R\$ 24.946.728,54	R\$ 24.951.439,49
Depreciação	R\$ 142.067,12	R\$ 127.860,40	R\$ 115.074,36
Amortização financeira	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Fluxo de caixa líquido	R\$ 25.083.561,26	R\$ 25.074.588,94	R\$ 25.066.513,85