

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

GEORGEANO DANTAS MACIEL

**SISTEMATIZAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DOS
SUCOS TROPICAIS VIA SOFTWARE COMPUTACIONAL**

**MANAUS - AM
2020**

GEORGEANO DANTAS MACIEL

**SISTEMATIZAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DOS
SUCOS TROPICAIS VIA SOFTWARE COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas** como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira

Co-Orientadora: Prof.^o Dr.^a Agnes Cristina Oliveira Mafra

**MANAUS - AM
2020**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M152s Maciel, Georgeano Dantas
Sistematização do controle de qualidade dos sucos tropicais via software computacional / Georgeano Dantas Maciel . 2020
126 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Raimundo Kennedy Vieira
Coorientadora: Agnes Cristina Oliveira Mafra
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Controle de Qualidade. 2. Sucos Tropicais. 3. Software Computacional. 4. Sistematização. I. Vieira, Raimundo Kennedy. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

GEORGEANO DANTAS MACIEL

**SISTEMATIZAÇÃO DO CONTROLE DE QUALIDADE DOS SUCOS
TROPICAIS VIA SOFTWARE COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração Gestão da Produção;

Aprovado em: _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Agnes Cristina Oliveira Mafra (Presidente)

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. Marcelo Albuquerque de Oliveira (Membro)

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Prof. Dr. Marcelo Silva Pereira (Membro)

Instituto de Ensino Superior Leanorte – ISEL

**MANAUS - AM
2020**

DEDICATÓRIA

Em memória aos meus pais, José Ito Maciel e Neluse Dantas Maciel,

Em memória a minha sogra Iraídes Maria de Oliveira,

Meus irmãos, Demóstenes Dantas Maciel e Kuelson Randello D. Maciel,

Minha esposa Mônica de Oliveira Lima Maciel por estar sempre ao meu lado em todos os momentos importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à **Deus** e a minha intercessora, **Nossa Senhora**, mãe de Jesus Cristo.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira**, e a minha coorientadora, **Prof.^a Dr.^o Agnes Cristina Oliveira Mafra**, pelos incentivos, acompanhamento e ajuda constante, durante todo o processo do meu trabalho.

Ao professor programador do software, **Paulo Alexandre Serra Coucello da Fonseca**, que me colaborou significativamente no norteamo do programa necessário a pesquisa.

Aos **professores** membros do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas pelos ensinamentos e conselhos.

Aos meus amigos **Everaldo Bernardo Ferreira, Neire Abreu Mota Porfiro e Roberto Luiz de Araújo Lima** pelas contribuições e incentivos de todas as partes para que fosse possível a realização deste trabalho.

Aos **colegas e amigos** pelos incentivos, conselhos e principalmente pela amizade.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

À **Faculdade de Rondônia – FARO**, por viabilizar este Mestrado em Engenharia de Produção.

“A primeira condição para modificar a realidade consiste em conhecê-la”

Eduardo Galeano

RESUMO

O presente trabalho teve em sua práxis discorrer acerca do desenvolvimento de um Software computacional com a finalidade específica de auxiliar no processo da fabricação de suco tropical referente a três sabores específicos, sendo de goiaba, acerola e graviola. Para tanto, o problema buscou respostas acerca da pergunta: Como melhorar as análises físico-químicas dos sucos tropicais de acordo com os padrões de identidade e qualidade exigidos pela instrução normativa nº12 de 4 de setembro de 2003 do Ministério da Agricultura e Pecuária, utilizando um software computacional? Sendo assim, o objetivo geral consistiu em desenvolver um software computacional para auxiliar no processo de fabricação de sucos tropical. Além disso, elencou-se como objetivos específicos: reduzir quantidades de matéria-prima na produção de sucos tropicais; contribuir na melhoria da qualidade do processo de fabricação e avaliar e validar os resultados do software computacional. Diante deste contexto, a metodologia aplicada foi de natureza aplicada, com a objetivo exploratório-descritivo através do método indutivo com abordagem quantitativa. Dessa forma a organização foi estruturada primeiramente em levantar o campo epistemológico, para uma posterior efetivação do campo empírico por intermédio do coeficiente de correlação de Pearson (r). Ao terminar a pesquisa, percebeu-se que o sistema computacional auxiliou na redução de açúcar nas formulações dos sucos estudados, na melhoria da qualidade do processo de fabricação do suco tropical o que viabilizou um impacto na produção o que permitiu minimizar custos na produção e aumentar a produtividade com recursos disponíveis com um ganho anual previsto equivalente à R\$ 26.424,00 (vinte e seis mil quatrocentos e vinte e quatro reais).

Palavras-Chave: Controle de Qualidade. Sucos Tropicais. Software Computacional.

ABSTRACT

The present work had in its praxis to talk about the development of a computational software with the specific purpose of assisting in the process of making tropical juice referring to three specific flavors, being of guava, acerola and soursop. To this end, the problem sought answers on the question: How to improve the physical-chemical analyzes of tropical juices according to the standards of identity and quality required by normative instruction No. 12 of September 4, 2003 from the Ministry of Agriculture and Livestock, using a computational software? " Thus, the overall objective was to develop computer software to assist in the process of making tropical juices. In addition, the following were listed as specific objectives: to reduce quantities of raw material in the production of tropical juices; contribute to improving the quality of the manufacturing process and evaluate and validate the results of the computational software. In this context, the applied methodology was applied in nature, with an exploratory-descriptive objective through the inductive method with a quantitative approach. Thus, the organization was structured primarily to raise the epistemological field, for a later realization of the empirical field through Pearson's correlation coefficient (r). At the end of the research, it was noticed that the computer system helped to reduce sugar in the formulations of the studied juices, which made possible an impact on production, which allowed a gain in profitability on the sale price and an estimated annual gain equivalent to R \$ 26,424.00 (twenty six thousand four hundred and twenty four reais).

Keywords: Quality control. Tropical Juices. Computational software.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
ABIR	Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não alcoólicas
ABAG	Associação Brasileira do Agronegócio
ABNT	Associação Brasileira De Normas Técnicas
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Aw	Concentração de atividade de água
BPF	Boas Práticas de Fabricação
°Brix	Porcentagem de sacarose
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Ph	Potencial hidrogeniônico
HPP	High Pressure Preservation (Sistema em alta pressão para preservação de alimentos)
ITAL	Instituto De Tecnologia de Alimentos
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização Das Nações Unidas
PET	Poli (Tereftalato de Etileno)
PIQ	Padrão de Identidade de Qualidade
PIQ-ST	Padrão de Identidade de Qualidade - Suco Tropical
PPM	Partes Por Milhão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UFC/ml	Unidade de formação de colônia por mililitros
% V/V	Expressa quantos mililitros de um soluto numa forma líquida há em 100 mililitros de solução final

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do Processo de Sucos de frutas.....	30
Figura 2 – Fluxograma do Processo de Suco Tropical.....	34
Figura 3 – Visão do Sistema Operacional.....	36
Figura 4 – O computador como máquina de níveis.....	37
Figura 5 – Etapas da instrumentalização da pesquisa.....	45
Figura 6 – Balde de 18 kg de polpa de Goiaba (preservada) – Balde de 18 kg de polpa de Acerola (preservada) adquirida pela empresa.....	48
Figura 7 – Balde de 25 kg de preparo líquido para refresco - Graviola.....	49
Figura 8 – (A) Determinação de sólidos solúveis (°Brix) dos sucos tropicais. (B) Determinação do potencial hidrogeniônico – pH dos sucos tropicais. (C) Determinação de acidez em ácido cítrico dos sucos tropicais	51
Figura 9 – Código fonte de fórmulas no Software para sucos.....	56
Figura 10 – Cálculo dos componentes líquidos e sólidos do processo do balanço de massa.....	63
Figura 11 – Balanço da massa de produção do suco tropical	65
Figura 12 – Print Screen do Software Computacional PIQ-ST.....	73
Figura 13 – Módulo principal do Sistema Computacional.....	73
Figura 14 – Fluxograma Software e Computacional.....	74
Figura 15 – Esquema Conceitual do Banco de Dados.....	74
Figura 16 – Menu Principal de Composição dos sucos tropicais	76
Figura 17 - Comparação dos resultados experimentais antes e depois dos ajustes realizados em triplicata das análises físico-químicas.....	84
Figura 18 – Valores experimentais de densidade de sucos tropicais em função do °Brix comparados aos modelos A, descritos por Alvarado e Romero (1989) para polpas e sucos de frutas e o modelo B de Constela et al. (1989) para suco de maçã clarificada.....	87
Figura 19 – Projeção de custos ganhos dos sucos tropicais	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atribuição de Aditivos/Acidulante/Regulados de Acidez.....	27
Tabela 2 – Solubilidade de açúcares em Água.....	33
Tabela 3 – O equivalente-grama dos respectivos ácidos	53
Tabela 4 – Padrões de identidade e qualidade para os sucos tropicais de goiaba.....	60
Tabela 5 – Padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta de goiaba.....	60
Tabela 6 – Padrões de identidade e qualidade para os sucos tropicais de acerola.....	61
Tabela 7 – Padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta de acerola.....	61
Tabela 8 – Padrões de identidade e qualidade para os sucos de graviola.....	62
Tabela 9 – Padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta de graviola.....	62
Tabela 10 – Valores de índices físico-químicos obtidos na simulação computacional dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola.....	77
Tabela 11 – Valores de índices físico-químicos obtidos na simulação computacional dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola após a redução de açúcar e adição de água	77
Tabela 12 – Resultados experimentais para um processo já existente realizados em triplicata das análises físico-químicas dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola	79
Tabela 13 – Resultados experimentais para novo processo com redução de açúcar e adição de água realizados em triplicata das análises físico-químicas dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola	79
Tabela 14 – Valores das quantidades utilizadas da solução de ácido cítrico e pH dos sucos de acerola e goiaba	80
Tabela 15 – Relação de valores para um processo já existente dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira	83
Tabela 16 – Relação de valores para novo processo com redução de açúcar e adição de água dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira.....	83
Tabela 17 – Resultados experimentais antes dos ajustes realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais.....	85
Tabela 18 – Resultados experimentais depois dos ajustes realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais	85

Tabela 19 – Resultados experimentais realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais e os valores teóricos das densidades encontradas na literatura.....	86
Tabela 20 – Valores antes dos ajustes realizados obtidos das análises físico-químicas dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola	89
Tabela 21 – Valores depois dos ajustes realizados obtidos das análises físico-químicas dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola.....	90
Tabela 22 – Planilha de custos de produção (I).....	91
Tabela 23 – Planilha de custos de produção II)	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA	19
1.2 OBJETIVOS.....	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3 JUSTIFICATIVA	20
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE SUCOS.....	23
2.1.1 Métodos/critérios de seleção de frutas.....	24
2.1.2 Remoção de umidade: concentração ou secagem e evaporação.....	24
2.1.3 Remoção de solutos e sólido suspensos: separação por membranas e desaeração.....	25
2.1.4 Redução da água disponível: adição de açúcar e desidratação.....	25
2.1.5 Tratamento térmico: branqueamento e pasteurização.....	26
2.1.6 Tratamento com baixas temperaturas: refrigeração e pasteurização.....	26
2.1.7 Adição de aditivos alimentares.....	27
2.1.8 Envase (embale hermético e assepsia).....	29
2.2 REGULAMENTAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE	29
2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SUCO TROPICAL.....	31
2.4 DESCRIÇÕES DAS ETAPAS DE PROCESSO DE SUCO TROPICAL....	33
2.5 CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS.....	35
2.5.1 Simulação Computacional.....	39
<i>2.5.1.1 Vantagens e desvantagens da simulação.....</i>	<i>40</i>
2.5.2 Aplicação de simulação computacional na indústria de alimentos	41
3 METODOLOGIA	43
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	43
3.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	43
3.2.1 Tipo de pesquisa e abordagem.....	43
3.2.2 Procedimento metodológicos da pesquisa.....	44

3.3 OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	45
3.3.1 Seleção das amostras das polpas de frutas.....	47
3.3.2 Seleção de amostras dos sucos tropicais.....	49
3.3.3 Análise físico-químicas dos sucos tropicais.....	50
3.4 PROCEDIMENTOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUCOS TROPICAIS.....	50
3.4.1 Determinação de sólidos solúveis totais (TSS).....	50
3.4.2 Determinação do Potencial hidrogênico -pH	52
3.4.3 Determinação da acidez titulável em ácido cítrico.....	52
3.4.4 Determinação do Rácio.....	53
3.4.5 Determinação de Densidade.....	54
3.5 EQUAÇÕES QUÍMICAS UTILIZADAS NA PLATAFORMA DO SISTEMA COMPUTACIONAL.....	55
3.5.1 Porcentagem em Volume (%V).....	55
3.5.2 Porcentagem em Massa (%m).....	55
3.5.3 Título (T).....	57
3.5.4 Gramas por litro (C).....	57
3.5.5 Partes por milhão (ppm).....	58
3.5.6 Fração Molar (x).....	58
3.5.7 Molaridade (M).....	58
3.5.8 Normalidade (N).....	59
3.5.9 Cálculo do PH envolvendo a concentração de (H⁺).....	59
3.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUCOS TROPICAIS E DE POLPA DE FRUTAS.....	59
3.7 BALANÇO DE MASSA DOS SUCOS TROPICAIS.....	63
3.7.1 Propriedades.....	63
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1 BALANÇOS E MATERIAIS.....	65
4.2 PLATAFORMA VIRTUAL DO SISTEMA COMPUTACIONAL.....	72
4.3 SIMULAÇÕES NO SOFTWARE COMPUTACIONAL	76
4.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS.....	78
4.5 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ÁCIDO CÍTRICO PARA PRODUÇÃO DE SUCO DE ACEROLA E GOIABA.....	80
4.6 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA.....	88

4.7 RESULTADOS DE REDUÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZANDO O SOFTWARE COMPUTACIONAL	90
5 CONTRIBUIÇÕES.....	94
5.1 ACADÊMICAS	94
5.2 ECONÔMICAS	94
5.3 SOCIAIS	94
6 CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS.....	97
ANEXOS.....	106
APÊNDICES.....	112

1 INTRODUÇÃO

No contexto internacional, significativas mudanças ocorrem de forma célere, segundo os relatórios da Organização das Nações Unidas (ONU), indicam que a população mundial passará dos atuais 7,5 bilhões de pessoas para 9,8 bilhões em 2050.

Dessa forma, a produção e a distribuição de alimentos são alguns dos problemas mais relevantes no abastecimento de uma população (VENTURINI FILHO, 2018). Visto que, a agricultura mundial terá de ampliar em 80% a produção de alimentos até 2050 para atender as necessidades de uma população, cujas projeções apontam para 9,7 bilhões de pessoas.

Além disso, essa também é a conclusão do mais recente relatório feito pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), em parceria com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura) e o (FÓRUM DA ABAG - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGOCIO, 2019).

Diante disso, o Diretor Geral do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL (MADI, 2019), menciona que os vários estudos desenvolvidos pelo instituto, avaliam o comportamento do consumidor, e revelam que a indústria de alimentos precisa ficar atenta e se comunicar melhor.

“As marcas e os produtos precisam refletir os novos valores do consumidor”. As tendências atuais, de um mercado globalizado e competitivo, impõem avanços tecnológicos e praticidade ao setor alimentício (KOWALSKA *et al.*, 2017).

Entretanto, segundo dados do Brazil Food Trends 2020 (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2010), dentre as tendências de mercado, destaca-se a preferência por produtos com qualidades sensoriais e nutricionais que proporcionem saudabilidade e bem-estar, cabendo às indústrias de alimentos se adaptarem a esses segmentos de mercado, buscando novas formulações e produtos alimentícios inovadores (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2016; MAIA *et al.*, 2019).

Seguindo uma tendência mundial, a indústria aposta em uma maior demanda por produtos saudáveis, que beneficia o consumo de sucos no Brasil (VENTURINI FILHO, 2018; MAIA, *et al.*, 2019).

Neste escopo a indústria de alimentos investe cerca de 3% de seu faturamento em pesquisa e desenvolvimento para criar produtos e processos que atendam às mais variadas demandas da sociedade, cada vez mais urbana (ABIA,

2018).

Sendo responsável por 9,6% do Produto Interno Bruto - PIB brasileiro, a indústria de alimentos é, sem dúvida, uma das principais locomotivas de desenvolvimento do Brasil. Registrou, em 2018, faturamento de R\$ 656 bilhões: 2,08% superior ao ano anterior (ABIA, 2018).

Sendo o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo. O setor exportou para mais de 180 países, o que representou 19,3% do volume total de vendas (ABIA, 2019).

Em se tratando do Brasil, o país tem o potencial de se tornar um dos principais centros de abastecimento de alimentos do planeta desde que, tenha avanços significativos de investimentos em pesquisa e tecnologias, em todos os elos da cadeia produtiva, além da modernização das leis vigentes e um olhar mais alinhado às melhores práticas e experiências internacionais no campo da inovação (ABIA, 2018; MAIA *et al.*, 2019).

Sendo que, o controle de qualidade de uma indústria alimentícia é normalizada por leis que se amparam em garantir que o alimento não tenha contaminadores físicos, químicos ou biológicos (SILVA *et al.*, 2015; BERTI & SANTOS, 2016).

Essa regulação sanitária de alimentos tem se adaptado pelas influências sociais que, de maneira oposta, manifesta benefícios e inovações tecnológicas, quanto prejuízos e riscos à saúde da população levando em consideração os aspectos da composição nutricional dos produtos alimentícios (SILVA *et al.*, 2015; FIGUEIREDO, RECINE & MONTEIRO, 2017).

Não obstante, as polpas de frutos são amplamente utilizadas como matérias-primas pela indústria de alimentos para elaboração de vários produtos, dentre estes os sucos, um de seus principais derivados (VENTURINI FILHO, 2018).

Dentre as frutas para sucos desta categoria estão: abacaxi, a acerola, o caju, a goiaba, a manga, o maracujá e a pitanga. As frutas são constituídas de água, carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais (ABIR, 2020). Ainda assim, a maior participação para a alimentação humana é com relação às fibras, vitaminas e sais minerais.

Esse valor alimentício se aplica, principalmente, para as populações de classe econômica baixa, que têm nesse alimento como uma alternativa para complementar uma dieta alimentar (BORGES *et al.*, 2011).

As polpas de frutas congeladas vêm sendo exportadas para o Japão, Ásia, Europa e Estados Unidos da América e é utilizada em cosméticos, medicamentos assim como na indústria alimentícia que misturada à algumas bebidas podem aumentar a concentração da vitamina C (CASTRO, MADDOX & IMAN, 2018).

A busca por alimentos mais saudáveis e orgânico tem movimentado um mercado crescente para frutas e sucos derivados de frutas (NAKANO *et al.*, 2017; MAIA *et al.*, 2019).

Segundo dados da ABIR (2019) entre os anos 2010 a 2017 há um aumento de cerca de 36% na produção do mercado brasileiro de néctares (bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da polpa da fruta ou de seu extrato, adicionado de açúcares ou edulcorantes).

Apesar do crescimento do mercado de polpas de frutas congeladas, a qualidade desses produtos não segue essa inclinação, fato esse que vem atentando várias entidades públicas e órgãos governamentais (CASTRO *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2016).

Assim, nos últimos anos, as vendas de frutas processadas na forma de polpas, sucos e néctares vêm aumentando significativamente no mercado brasileiro (NOGUEIRA *et al.*, 2016; ABIR, 2019).

O setor industrial vem apresentando grande preocupação em melhorar seus processos industriais para que possa ser possível diminuir os custos na produção, sem diminuir o faturamento e a qualidade (MULLER *et al.*, 2015; KOWALSKA *et al.*, 2017).

As principais ferramentas utilizadas no controle de perigos são as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). As BPF são um conjunto de procedimentos higiênico-sanitários instituídos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011).

A padronização dos processos deve atender às expectativas dos consumidores de forma frequente com o menor custo possível (PEREIRA *et al.*, 2006; LIMA & CARVALHO JUNIOR, 2012).

No Brasil, o controle de qualidade de bebidas à base de frutas é realizado tendo como referência os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ), definidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que indicam as características físicas, químicas e organolépticas, estabelecendo valores de limites

mínimos e máximos específicos para cada tipo de produto (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011).

Os mecanismos de padronização vezes são indispensáveis para uma empresa se manter competitiva no mercado (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; LIMA & CARVALHO JUNIOR, 2012).

Morgan e Haley (2019) apontam o controle de processo industrial alimentício pode incluir o uso de sensores, atuadores, controladores, softwares e redes totalmente compatíveis e integrados com os demais.

E esses sistemas de controle de processos devem ter benefícios reais para a empresa justificar os custos uma vez que, muitos pensam que esses investimentos no processo industrial seriam apenas luxo (GUNASEKARAN, 1996; BHUYAN, 2007).

A integração de computadores no sistema de manufatura traz benefícios como: a redução do tempo de operação com trabalhadores, a redução na variabilidade na qualidade do produto acabado, a redução na produção de resíduos, o aumento na segurança alimentar, o aumento de vida útil dos equipamentos de manufatura e o aumento na segurança dos trabalhadores (GUNASEKARAN, 1996; BHUYAN, 2007).

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Diante de toda essa contextualização, e pelos princípios norteadores que regulamentam o Programa de Pós-graduação em *Strictu Sensu* em Engenharia de Produção, decidiu-se em efetivar o presente estudo no sentido de discorrer acerca da Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional.

A referida pesquisa surgiu a partir do ensejo em encontrar elementos que consubstanciassem a qualidade e a produção dos sucos tropicais em uma indústria no Município de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia.

Neste sentido, a pergunta problema buscou respostas sobre “como melhorar as análises físico-químicas dos sucos tropicais de acordo com os padrões exigidos pela Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro do Ministério da Agricultura e Pecuária, utilizando um software computacional?”

Visto que todas as indústrias precisam se adequar conforme à realidade competitiva e exigente do mercado alimentício, para tanto devem ser auxiliada por programas computacionais que podem contribuir na regulação da manufatura produtiva (GUNASEKARAN, 1996; MULLER *et al.*, 2015).

Além disso, a sistematização computacional permite o controle da qualidade, o acompanhamento mercadológico, e as formas de produção que promovam a rentabilidade mediante os processos de fabricação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um software computacional para auxiliar no processo de fabricação de suco tropical.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Reduzir quantidades de matéria-prima na produção de sucos tropicais;
- Contribuir na melhoria da qualidade do processo de fabricação;
- Avaliar e validar os resultados do software computacional;

1.3 JUSTIFICATIVA

Compreender a importância da Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional discorre em consubstanciar dados para o êxito produtivo no perfilar dos processos de uma indústria ao fabricar seus produtos alimentícios.

Não obstante, o ambiente mercadológico não pode ficar alheio aos processos tecnológicos, principalmente pela alta competitividade entre as diversas indústrias do ramo de sucos tropicais, com eleva a busca pela fabricação com menor custo, porém com qualidade e preço acessível.

A implantação de um sistema de computacional permite avaliar a eficiência e a eficácia da produtividade e acompanhamento do faturamento econômico, e

consequentemente melhorar as práticas empresariais e a tramitação dos serviços de forma qualitativa com excelência.

Sendo assim a relevância do estudo paira para o campo social e científica, pois o consumo de alimentos precisa ter atenção redobrada em todas as etapas de sua produção, visto que é primordial o controle de forma especial no decorrer de toda a cadeia no sentido de garantir ao consumidor a segurança dos sucos tropicais.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura desta dissertação seguiu uma sistematização estrutural para que o leitor ao conhecer o estudo tenha a compreensão necessária da temática em seis seções, sendo assim, a primeira seção norteou os motivos epistemológicos da construção dessa pesquisa, fazendo um panorama acerca do objeto de forma inicial, o problema, o objetivo geral e a metodologia aplicada para situar ao leitor.

Doravante na segunda seção, evidencia-se o Referencial Teórico, trazendo nas subseções os conceitos sobre os processos de sucos, as classificações relacionadas à industrialização, os parâmetros legais das normatizações para o controle da qualidade do produto, bem como delineou-se sobre a temática em si ao frisar sobre o suco tropical através da conceituação e processo de fabricação.

Sobrepunhando, a terceira seção, discorreu todos os aspectos do Percurso Metodológico, evidenciando a natureza utilizada, os métodos da pesquisa e o detalhamento dos procedimentos que foram aplicados para a operacionalização da pesquisa. Pois, o trabalho foi de natureza aplicada, com objetivo exploratório-descritivo e abordagem quantitativa, por intermédio do método indutivo em que envolveu uma análise partindo de um problema do particular para generalização.

Nas fases metodológicas optou-se primeiramente em organizar todo o campo epistemológico através do levantamento bibliográfico em livros, artigos, dissertações, teses e legislações sobre o objeto de estudo, além disso, apresentou-se os registros fotográficos efetivados no perfilar da coleta de dados, os resultados estatísticos que consubstanciaram a parte empírica mediante as experiências.

Em seguida, na quarta seção, todos os resultados alcançados no decorrer do estudo em laboratório pela parte aplicada, foram discorridos e discutidos por intermédio de análise realizando um arcabouço científico através do balanço material que doravante foi desenvolvido pelo software computacional. Fazendo dessa forma,

a validação da metodologia empregada, e ao mesmo tempo realizando um contraponto entre a ciência comprovada no referencial teórico, a coleta e os aportes do pesquisador.

Ressalta-se que a coleta de dados ocorreu em uma indústria de suco tropical no Município de Porto Velho/RO, no período entre o mês de maio do ano de dois mil e dezenove a abril do ano de dois mil e vinte, com a finalidade de reduzir gastos na produção da fabricação, pela criação de condições favoráveis em reduzir quantidades de matérias-primas, contribuir na melhoria da qualidade na fabricação, avaliar e validar os resultados do software computacional.

A quinta seção explanou as contribuições referente aos dados exibidos em termos da qualidades e relevância desta pesquisa para a sociedade em termos Acadêmicos, Econômicos e Sociais.

Por fim, a última seção discorre a Conclusão, fazendo um escopo de todos os aportes alcançados e ao mesmo tempo com algumas perspectivas para trabalhos futuros.

Frisa-se que este estudo é de grande relevância social e científica, pois o consumo de alimentos precisa ter atenção redobrada em todas as etapas de sua produção, visto que é primordial o controle especial no decorrer de toda a cadeia no sentido de garantir ao consumidor a segurança no alimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE SUCOS

O processamento para a fabricação de alimentos industrializados abrange várias fases, desde a produção e seleção da matéria-prima, até o armazenamento e a distribuição final dos produtos.

Os alimentos são processados em produtos alimentícios para tornarem-se mais práticos e atrativos, além disso, as tecnologias empregadas pela indústria permitem o aumento da vida útil do alimento e o enriquecimento dos produtos com vitaminas e minerais (BRASIL, 2013; MAIA *et al.*, 2019).

Para tanto, os sucos podem ser classificados como:

a) Tropical: os sucos tropicais têm uma legislação específica e são bebidas obtidas pela dissolução em água potável da polpa de fruta de origem tropical. Os sucos de açaí, cupuaçu e manga são exemplos de sucos tropicais obtidos por meio da polpa da fruta. No entanto, sucos de caju, maracujá e abacaxi deverão ser obtidos sem dissolução em água. Os teores de polpas de frutas utilizados na elaboração do suco tropical deverão ser superiores aos estabelecidos para o néctar das respectivas frutas (SILVA & ABUD, 2017; MAIA *et al.*, 2019).

b) Integral: o único suco industrializado 100% suco de fruta é o que contém no rótulo a denominação suco integral. Este se encontra na concentração original de suco extraído da fruta, sem adição de água e açúcar (SILVA & ABUD, 2017; MAIA *et al.*, 2019).

c) Desidratado: é o suco em seu estado sólido, obtido pela desidratação do suco integral e, no geral, mantidos os teores de sólidos solúveis originais do suco integral. A bebida em pó só pode ser considerada suco se não contiver aromatizantes químicos (SILVA & ABUD, 2017; MAIA *et al.*, 2019).

d) Reconstituído: é o suco obtido pela hidratação do suco concentrado ou desidratado e deve manter os teores de sólidos solúveis originais do suco integral ou o teor de sólidos solúveis mínimos estabelecidos nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco (SILVA & ABUD, 2017; MAIA *et al.*, 2019).

Os sucos industrializados têm como ponto de partida a polpa das frutas embaladas e conservadas por processos. É a partir da polpa que são elaborados os

néctares e os sucos tropicais, uma vez que na sua industrialização é permitida a adição de água para diminuir sua viscosidade, e serem feitas as correções do teor de sólidos solúveis e do teor de ácido.

Após a sua padronização ou formulação, conforme o tipo de produto deve-se seguir algumas normatizações:

Estes produtos devem ser submetidos a um processo de conservação semelhante ao empregado para a conservação da polpa ou purê e estão prontos para a comercialização e consumo alimentício (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; MAIA *et al.*, 2019).

O processamento dos sucos de frutas se difere pelo tipo de fruta e pela sua família, como as frutas continentais (maçãs, damascos), as frutas vermelhas, as tropicais (abacaxi, maracujá) ou as cítricas laranja, limão, toranja (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; BRASIL, 2013; MAIA *et al.*, 2019).

2.1.1 Métodos/critérios de seleção de frutas

De acordo com Mello *et al.* (2018) e Maia *et al.* (2019):

O sucesso na conservação e na qualidade dos produtos de frutas utilizados na industrialização de sucos é determinado pelas características organolépticas das matérias-primas desde a colheita, pois elas devem estar saudáveis, não contendo frutas verdes, estragadas, podres ou atacadas por insetos e larvas, e precisam passar por uma etapa de seleção, em que são retiradas as frutas inadequadas ao processamento e todos os materiais estranhos, como folhas, caules e pedras.

Para tanto, deve-se ter muito critérios no momento de selecionar as frutas para execução da produção com qualidade.

2.1.2 Remoção de umidade: concentração ou secagem e evaporação

No que tange a concentração ou secagem Habert, Borges e Nóbrega (2006), Celestino (2010) e Rosenthal & Torrezan (2011), enfatizam que:

São as operações que ocorrem por meio da qual ou qualquer outro líquido é removido de um material de forma que ocorra a secagem. Esse conceito também se aplica a operação de evaporação, que é a concentração de soluções líquidas.

Segundo Mello et al. (2018), existem algumas “frutas que são concentradas em evaporadores a vácuo com objetivo de diminuir a quantidade de água livre” das mesmas e, dessa forma, “diminuir a sua quantidade de água livre da fruta (água superficial que não está ligada a estrutura da fruta), conservando e prolongando o tempo de vida da polpa de fruta”.

2.1.3 Remoção de solutos e sólidos suspensos: separação por membranas e desaeração

De acordo com Habert, Borges e Nóbrega (2006) com Rosenthal & Torrezan, (2011) e Mello et al. (2018):

A tecnologia de separação por membranas se baseia no princípio de que os componentes de misturas líquidas, de acordo com suas características moleculares, podem passar seletivamente através de uma membrana, frequentemente em temperatura ambiente, permite-se a preservação das substâncias termossensíveis, que, na maioria das vezes, conferem sabor e aroma a esses produtos, além de se conservar as propriedades nutricionais.

Doravante os autores mencionam que os processos de separação por membranas com maior potencial de utilização em bebidas são: a microfiltração, a ultrafiltração, a osmose inversa, a evaporação osmótica e a pervaporização (HABERT; BORGES; NÓBREGA, 2006; FELLOWS, 2006).

Neste diálogo epistemológico, Fellows (2006) e Cabral et al. (2010), frisam que a desaeração é um “processo que tem o objetivo de reduzir o teor de oxigênio dissolvido no suco, minimizando as reações químicas e a oxidação do ácido ascórbico (vitamina C)”.

2.1.4 Redução da água disponível: adição de açúcar e desidratação

Em se tratando da desidratação, Habert, Borges e Nóbrega (2006) e Fellows (2006), norteiam que é o “aumento da vida útil do suco pela redução de água, inibindo o crescimento microbiano e a atividade enzimática, porém, pode ocorrer perda de aroma, sabor e vitaminas”.

Este é o processo mais utilizado na indústria de bebidas chamado Spray Dryer (ocorre a pulverização do produto dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente).

Junto a esses processos, acontece a vaporização da água contida no mesmo, e conseqüentemente a separação ultrarrápida dos sólidos e solúveis (270-300 °C pelo período de 8-10 segundos) (MOY, 1971; SAIGER, 2008; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011).

2.1.5 Tratamento térmico: branqueamento e pasteurização

Segundo Valderrama, Marangoni e Clemente (2001):

O tratamento térmico, prever à concentração (ou ao engarrafamento, no caso de suco pasteurizado de laranja), constitui, basicamente, uma pasteurização que, além de eliminar a maior parte da flora microorgânica, busca inativar as pectinesterases, enzimas que destroem a estabilidade da turvação e fazem o líquido se tornar límpido na porção superior, alterando o seu aspecto natural.

Dessa forma, os sucos formulados e desaerados são pasteurizados, sendo esse processo realizado em pasteurizadores tubulares ou em placas, utilizando binômio tempo e temperatura na faixa de 20 segundos/90 °C. (MOY, 1971; FELLOWS, 2006; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011).

Outro ponto salutar, é o branqueamento que tem sido um dos mais populares métodos de prevenção do escurecimento enzimático aplicado a frutas e sucos, tendo como principal objetivo a inativação das enzimas polifenoloxidasas (VALDERRAMA; MARANGONI; CLEMENTE, 2001).

2.1.6 Tratamento com baixas temperaturas: refrigeração e pasteurização

Não obstante Moy (1971), Fellows (2006), Rosenthal & Torrezan (2011), a “refrigeração ocorre logo após a pasteurização ou a concentração com a finalidade de reduzir os efeitos da degradação térmica, prevenindo a deterioração microbiológica como um método auxiliar de conservação”.

Assim, os sucos são refrigerados até o momento do consumo e a sua vida útil pode variar de poucos dias a algumas semanas, dependendo do método de conservação utilizado no processamento dos sucos (MELLO et al, 2018).

A pasteurização de alta pressão também chamada de pascalização/processamento (High Pressure Preservation - HPP), que significa ser um sistema em alta pressão para preservação de alimentos.

Este sistema HPP utiliza pressão isostática ou hidrostática, que é igual em todas as direções, e, durante esse processo, os alimentos são submetidos a pressões de até 100 mil Psi (libra força por polegada quadrada - lbf/pol²), que destroem microrganismos patogênicos por interrupção de suas funções celulares (MOY, 1971; FELLOWS, 2006; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011).

2.1.7 Adição de aditivos alimentares

No que tange ao processamento de bebidas, Fellows (2006), Rosenthal & Torrezan (2011) e Maia *et al.* (2019), evidenciam que para “adicionar substâncias, é preciso considerar a legislação vigente para determinar as quantidades máximas permitidas na formulação, oferecendo ao consumidor um produto seguro e de boa aceitabilidade”.

Todavia, na etapa de formulação, podem ser adicionados os conservadores, sendo o metabissulfito de sódio e o benzoato de sódio os mais utilizados, e acidulantes, como ácido cítrico, e espessantes/emulsionantes, como goma xantana e corantes. (CASTRO *et al.*, 2015; MELO *et al.*, 2016; MAIA *et al.*, 2019).

Os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia somente podem ser usados quando aprovados em legislação específica para a categoria de alimento, desde que sejam observado suas funções tecnológicas, limites máximos e restrições de uso (ANVISA, 2019). Dessa forma a tabela a seguir apresenta os aspectos que os aditivos são normatizados e atribuídos no que tange ao acidulante/regulador de acidez, o antiespumante, o antioxidante, o aromatizante e o conservador.

Tabela 1 – Atribuição de Aditivos – Acidulante/Regulador de Acidez

INS	Aditivo	Limite máximo (g/100g ou g/100 ml) ⁽²⁾
ACIDULANTE/ REGULADOR DE ACIDEZ		

296	Ácido málico (D-, L-)	quantum satis (somente para suco, suco tropical e néctar) ⁽³⁾
330	Ácido cítrico	quantum satis ⁽³⁾
331iii	Citrato de sódio	quantum satis ⁽³⁾
332ii	Citrato de potássio	quantum satis ⁽³⁾
334	Ácido tartárico (L(+)-)	quantum satis ⁽³⁾
ANTIESPUMANTE		
900 ^a	Dimetilsilicone, dimetilpolisiloxano, polidimetilsiloxano	0,001
ANTIOXIDANTE		
220	Dióxido de enxofre, anidrido sulfuroso	0,005 ⁽⁴⁾ (como SO ₂ residual) Sozinhos ou em combinação
221	Sulfito de sódio	
222	Bissulfito de sódio, sulfito ácido de sódio	
223	Metabissulfito de sódio	
224	Metabissulfito de potássio	
225	Sulfito de potássio	
227	Bisulfito de cálcio, sulfito ácido de cálcio	
228	Bissulfito de potássio	
300	Ácido ascórbico (L-)	quantum satis [*]
301	Ascorbato de sódio	quantum satis [*]
302	Ascorbato de cálcio	quantum satis [*]
303	Ascorbato de potássio	quantum satis [*]
AROMATIZANTE (exceto para água de coco e polpa de fruta)		
	Somente aromas naturais autorizados no MERCOSUL	quantum satis [*]
CONSERVADOR		
200	Ácido sórbico	0,1 (como ácido sórbico) Sozinhos ou em combinação
201	Sorbato de sódio	
202	Sorbato de potássio	
203	Sorbato de cálcio	0,1 (como ácido benzóico) Sozinhos ou em combinação
210	Ácido Benzóico	
211	Benzoato de sódio	
212	Benzoato de potássio	
213	Benzoato de cálcio	
242	Dicarbonato dimetílico, dimetil dicarbonato	0,025 (somente para suco, suco tropical e néctar embalado a frio)
CORANTE (exceto para água de coco)		
	Todos os autorizados como BPF no MERCOSUL.	quantum satis [*]
120	Carmim cochonilha, ácido carmínico, sais de Na, K, NH ₄ e Ca	0,02
141i	Clorofila cúprica	0,02
160b	Urucum, bixina, norbixina, annatto extrato e sais de Na e K	0,005 (como bixiga)
160a ii	Carotenos: extratos naturais	0,1
163i	Antocianinas (de frutas e hortaliças)	0,03
412	Goma guar	0,1
414	Goma gelana	0,05
415	Goma xantana	0,2
460i	Celulose microcristalina	0,5

466	Carboximetilcelulose sódica	0,3
440	Pectina, pectina amidada	quantum satis*

Fonte: Adaptado da ANVISA (2013)

* quantidade satisfatória. (2) No caso de produto concentrado ou desidratado (suco concentrado, suco desidratado, água de coco concentrada e água de coco desidratada), deverá ser observado o fator de diluição para o suco reconstituído e para a água de coco reconstituída. (3) Exceto para suco adicionado de açúcares. (4) Exceto para a polpa de caju, para o suco de caju integral, para o suco de caju clarificado e para o suco de caju alto teor de polpa, cujo limite máximo é de 0,02g/100 ml (como SO₂ residual).

No que tange a adição de conservantes químicos é feita conforme Rosenthal & Torrezan (2011) e Silva & Abud (2017), após o “resfriamento do suco pasteurizado até a temperatura ambiente. Os conservantes mais comuns são o ácido sórbico, o ácido benzoico ou seus derivados de sais de sódio e potássio”.

O teor máximo legalmente permitido desses compostos para produtos de consumo direto é de 0,1% em peso. Empregando-se conservantes, o suco de fruta pode ser mantido em perfeitas condições por, aproximadamente, seis meses (OLIVEIRA & SANTOS, 2015; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; MAIA *et al.*, 2019).

2.1.8 Envase (embale hermético e assepsia)

Para Rosenthal & Torrezan (2011), Maia *et al.* (2019) e Mello *et al.* (2018):

O suco integral é geralmente envasado a quente, em garrafas de vidro ou de PET, seguindo para o túnel de resfriamento e, em seguida, por esteiras para máquinas de rotulagem. Já quando o produto se destina a embalagens cartonadas, utiliza-se o embale a frio, no qual o suco passa em câmaras assépticas, permitindo que seja armazenado em temperatura ambiente, sem a necessidade de conservadores químicos.

Dependendo das condições de armazenamento, os sucos de frutas podem perder as suas características nutricionais, pois a qualidade do suco é influenciada pela concentração de atividade de água (Aw) e pelo teor de perda deste durante o armazenamento (KABASAKALIS; SIOPODOU; MOSHATOU, 2000).

2.2 REGULAMENTAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE

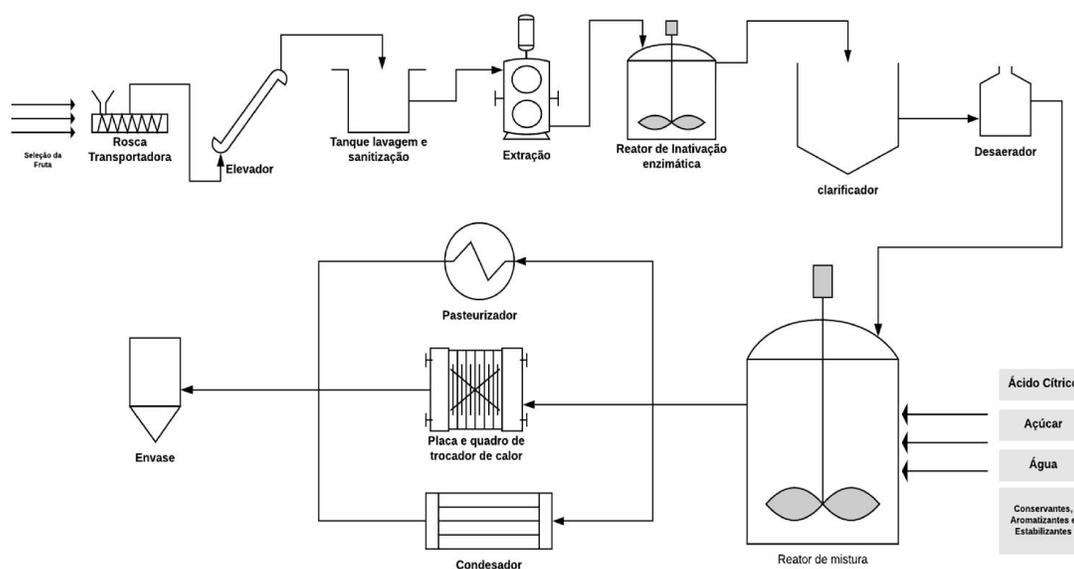
Os sucos de frutas são regulamentados pela legislação brasileira, Instrução Normativa nº 136, em que estabelece os padrões de identidade e qualidade, como sendo suco de fruta límpido ou turvo extraído da fruta, por meio de processos tecnológicos adequados, não fermentados, de cor, aroma e sabor característicos, submetidos a tratamentos que asseguram a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2005).

Os sucos de frutas podem ser elaborados a partir de uma grande diversidade de frutas que apresentam características físico-químicas diferenciadas e, por isso, os métodos de análise devem ser selecionados de acordo com o produto que será analisado (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; MAIA *et al.*, 2019; MORGAN & HALEY, 2019).

Na Figura 1, mostra-se as etapas de processo em forma de fluxograma de produção de sucos de frutas.

Figura 1 – Fluxograma do Processo de Produção de Sucos de frutas

olá



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Em geral, os métodos mais utilizados para sucos são:

a) Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH): realizado por meio da leitura em pHmetro para avaliar a acidez do produto;

b) Conteúdo de umidade: pelo método gravimétrico baseado na determinação da perda de peso de alimento que se decompõe ou inicia transformações a temperatura de 105°C;

c) Sólidos totais: os sólidos totais podem ser conceituados como sendo todos os constituintes das matérias-primas alimentícias que não a água e as substâncias mais voláteis que vaporizam a temperatura inferior ou igual a 105°C

denominada de graus °Brix e avaliadas com o auxílio de um refratômetro que faz a leitura em porcentagem.

d) Cinzas: as cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão;

e) Vitamina C: determinação de vitamina C normalmente é realizada utilizando o método titulométrico a partir da oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio, preconizado pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

f) Acidez: a determinação da acidez é utilizada para quantificar a presença de ácidos na amostra é realizada por meio da titulação de amostras com solução NaOH 0,1 N, usando-se solução de fenolftaleína como indicador e os resultados expressos em porcentagem conforme Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008);

g) Açúcares totais: os açúcares totais normalmente são determinados por meio do método de Fehling.

Nogueira *et al.* (2016) informa que o conhecimento da composição físico-química de polpas, sucos e néctares que são aplicados na produção de sucos comerciais faz-se indispensável para compará-la com os parâmetros propostos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As transformações físico-químicas dos frutos ocorrem durante todo o processo de maturação, abalando constituintes como ácidos, amido, açúcares, vitamina C, e umidade, entre outros. Anunciado variáveis físico-químicas são atributos de qualidade dos frutos comercializados in natura, assim como, os designados ao processamento (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017).

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SUCO TROPICAL

A definição de suco tropical está incluída no Decreto nº 3.510, de 2000, (parágrafo 6º, inciso V do Art. 40, Decreto nº 2.314), evidencia: “o produto obtido pela dissolução, em água potável, da polpa de fruta polposa de origem tropical, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, através de processo tecnológico adequado, submetido a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo”.

Frisa-se que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pelo registro, padronização, classificação, inspeção e fiscalização da

produção e do comércio de bebidas (Caso alguma polpa não tenha sido discriminada no Regulamento Técnico específico na Instrução Normativa nº 12/03 (BRASIL, 2003, p. 2), informa que:

O suco tropical, cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico, deve conter um mínimo de 50% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez alta ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte que, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 35% (m/m).

Em referência a diluição dos sucos tropicais segundo Rosenthal & Torrezan, (2011) e Silva & Abud (2017), devem ser feita com:

água potável, isenta de cloro e íons de ferro, de acordo com a legislação específica para cada fruta. Na adição de açúcar, deve ser respeitado o percentual máximo de 10% (m/m) para cada tipo de suco. O agente adoçante mais utilizado é a sacarose, que pode ser substituída, total ou parcialmente, por açúcar líquido, açúcar invertido, xarope de glicose ou edulcorantes.

Os autores mencionam que a expressão “suco pronto para beber”, ou similares, somente poderão ser declaradas no rótulo do suco tropical quando este contiver açúcar. É vedada a designação de suco tropical ao suco que não necessita de água na sua elaboração e que não seja proveniente de fruta de origem tropical (OLIVEIRA & SANTOS, 2015; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017).

A elevada solubilidade dos açúcares são mais frequentemente adicionados ou encontrados em alimentos, na qual constitui-se em propriedades importantes pelos seus efeitos texturais e preservativos, pois, graças à capacidade da molécula dos açúcares de ligar a moléculas de água, o seu teor pode ser elevado, alterando-se a textura, sem um aumento considerável da atividade da água (BOBBIO, 1984; SILVA & ABUD, 2017).

O Decreto nº 2.314 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de 1997, estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade de bebidas, os registros, a classificação, a padronização e a rotulagem, bem como as formas de controle das matérias-primas, das bebidas e dos estabelecimentos.

Neste Decreto encontra-se a definição de bebida, como sendo “todo produto industrializado, destinado à ingestão humana, em estado líquido, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica”.

Na fabricação de sucos tropicais adoçados e néctares, a adulteração pode ocorrer pela adição de polpa em quantidade inferior ao valor mínimo exigido por lei, uma vez que esta é a matéria-prima mais dispendiosa na elaboração desses produtos. Em bebidas nas quais a adição de açúcar de cana não é permitida, como é o caso das polpas, sucos tropicais não adoçados e néctares de baixa caloria, pode ocorrer acréscimo do mesmo (NOGUEIRA *et al.*, 2017; SILVA & ABUD, 2017).

A tabela 2, mensura os derivados do açúcar por g/100 de H₂O.

Tabela 2 – Solubilidade de Açúcares em Água

Açúcar	g/100g de H₂O
Sacarose	204 (20°C)
Frutose	375
Glucose	107
Maltose	83
Lactose	20

Fonte: BOBBIO & BOBBIO (1984).

Ressalta-se que todo o controle de qualidade das bebidas não alcoólicas fabricadas no Brasil é realizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A legislação brasileira normatizou o suco tropical de goiaba (*Psidium guajava*, L.) como sendo a bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa da goiaba, por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2003; SILVA & ABUD, 2017).

Nesta diretrizes todo suco, quando adicionado de açúcar, deverá ser denominado “suco tropical”, acrescido do nome da fruta e da designação “adoçado”, podendo ser declarado no rótulo a expressão “suco pronto para beber”, “pronto para o consumo” ou expressões semelhantes (BRASIL, 2009; SILVA & ABUD, 2017).

2.4 DESCRIÇÕES DAS ETAPAS DE PROCESSO DE SUCO TROPICAL

Para qualidade Rosenthal & Torrezan (2011) e Silva & Abud (2017), referente ao processo da produção de bebidas deve-se seguir:

no que tange a produzir uma bebida de boa qualidade, é preciso que a empresa tenha uma sequência sistematizada de etapas de processos bem definidas como também a matéria-prima utilizada deve ser originada por produtos de boa qualidade.

Não importando quão bom seja o processo, se ele iniciar com uma fruta de qualidade ruim, o suco tropical produzido será de baixa qualidade (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017).

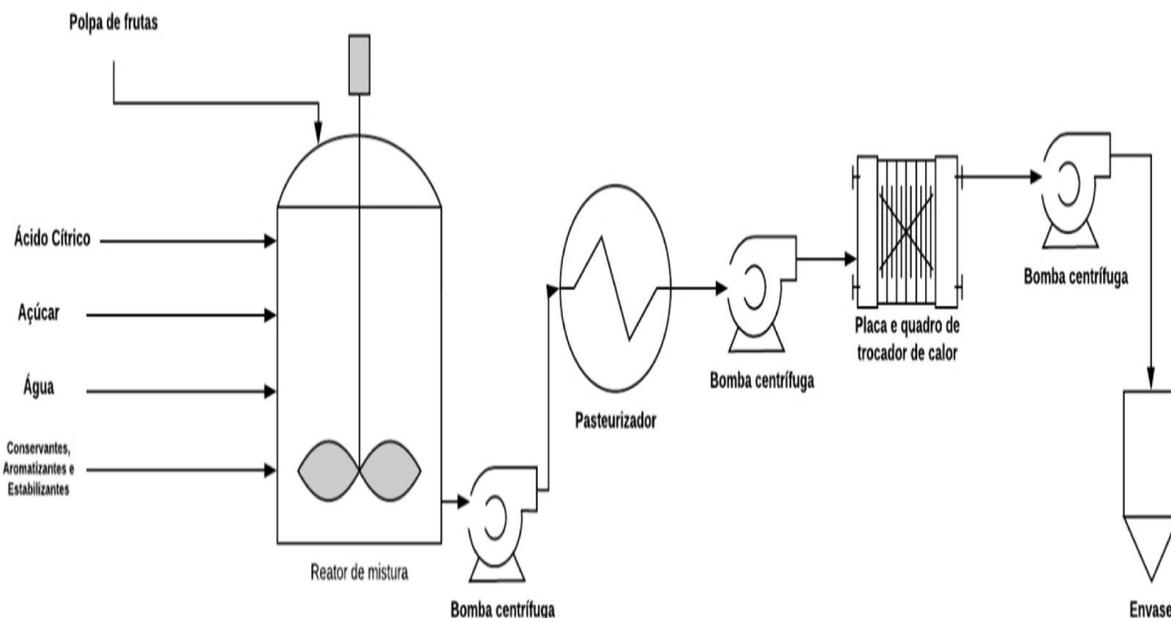
Considerando, portanto, a importância de ambas as partes para a produção de um produto com qualidade, informaremos em sequência das descrições a seguir das etapas de processo de suco tropical.

a) Polpas de Frutas: nesta etapa utiliza matéria prima polpas de frutas de boas procedências congeladas.

b) Formulação: a polpa é formulada com outros insumos, água e ácido cítrico, açúcar ou edulcorantes.

c) Pasteurização: esta operação tem por finalidade principal a destruição de bolores e leveduras, visto que as bactérias patogênicas, se presentes, não serão capazes de se desenvolver devido à alta acidez de algumas polpas ($\text{pH} < 3,7$), sendo normalmente realizado em trocador de calor a placas que proporciona o aquecimento e resfriamento rápidos. Em vista da microbiota presente, recomenda-se temperatura situada ao redor de 85-90°C, garantindo assim a manutenção das características do produto.

Figura 2 – Fluxograma do Processo de Suco Tropical



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

d) Resfriamento: é executado no menor tempo possível e logo em seguida à pasteurização. O resfriamento prolongado poderá causar um super cozimento do produto com conseqüente perda de textura, mudanças de cor, caramelização e alterações microbiológicas. No caso da utilização do trocador de calor a placas, o resfriamento é feito no próprio equipamento, através da troca de calor com o suco ainda não pasteurizado e, a seguir, com água fria.

e) Envase: a seguir, o produto é envasado nas embalagens (garrafas e copos) em condições de rigorosa higiene. As embalagens são, então, fechadas no menor espaço de tempo possível, rotuladas e encaminhadas ao armazenamento.

2.5 CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

No início do século XX, a linguagem de comunicação com o computador baseava-se em estruturas encadeadas de comandos, mas, aos poucos, deixou de ser complexa, passando a adotar comandos simples, como apenas clicar o mouse para realizar as tarefas de escritório, navegar na internet, utilizar aplicativos, dentre outras atividades (SILVA; ALMEIDA; GODOI E SILVA, 2019).

Diferente do que muitos imaginam o computador não realiza nada sem a presença do usuário para efetivar os comandos necessários para concretização de inúmeras atividades.

Sendo assim, ele apenas executa uma série de dados inseridos pelo usuário para então fornecer os resultados de forma célere e otimizada acerca de alguma ação executada.

Neste contexto, as informações introduzidas e os dados que recebemos precisam estar num formato em que todos consigam ter a compreensão e assimilação.

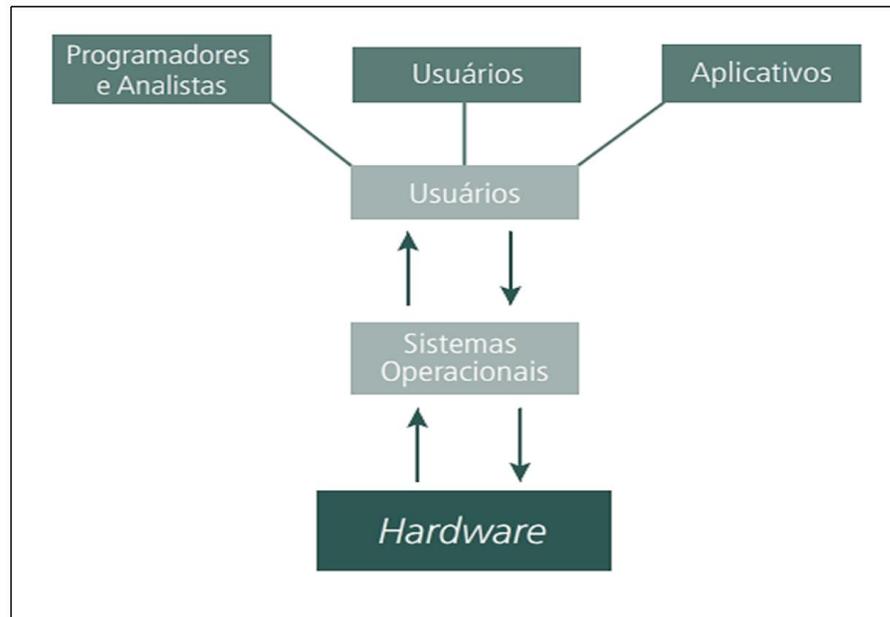
Dessa forma, para facilitar essa comunicação entre o ser humano e o computador máquina, foram criados os softwares ou programas de computador, que consubstanciam na realidade tudo aquilo que fazemos por intermédio computacional efetivado por esses programas (COUTINHO, 2010).

Nesta coesão epistemológica, alguns autores destacam que:

Um sistema operacional é um programa que atua como intermediário entre o usuário e o hardware de um computador. O propósito de um sistema operacional é propiciar um ambiente no qual o usuário possa executar outros programas de forma conveniente, por esconder detalhes internos de funcionamento e eficiência, por procurar gerenciar de forma justa os recursos do sistema (SILBERSCHATZ, GALVIN E GAGNE, 2000, p.22).

Na Figura 3, verifica-se a posição de um Sistema Operacional e os vários elementos que compõem um sistema de computação.

Figura 3 – Visão do Sistema Operacional



Fonte: Coutinho (2010)

Na Figura 3 ver-se a posição estrutural que um Sistema Operacional ou simplesmente “SO” ocupa dentre os vários elementos que compõem um sistema de computação.

Dessa forma observa-se que a palavra “Usuários”, está sendo usada com dois sentidos diferentes: para as pessoas que utilizam o computador e para os programas e utilitários instalados no computador, Resumidamente, o sistema operacional tem a função de proteger a máquina do usuário e proteger o usuário da máquina.

Diante da figura, discorre-se que os softwares ou programas executados pelos usuários são chamados, recentemente, de aplicativos. Em tempos atrás, estes eram chamados somente de programas.

Quase tudo que o usuário consegue fazer utilizando o computador precisa de um aplicativo. Esses programas podem ser, por exemplo, um editor de textos, uma planilha de controle de estoques ou de contas a receber (COUTINHO, 2010).

Na Figura 4 existem três camadas/níveis de software: aplicativos, utilitários e sistema operacional.

Figura 4 – O computador como máquina de níveis



Fonte: Coutinho (2010)

A Figura 4 evidencia a estrutura da grande parte dos computadores, podendo conter mais ou menos camadas conforme a figuração existente. Além disso, a linguagem utilizada em cada um desses níveis é diferenciada, diversificando da mais elementar (baixo nível) a mais complexa (alto nível).

Assim, os aplicativos são programas executados pelo usuário. Os utilitários são programas de uso geral e natural, geralmente fornecidos junto com o Sistema Operacional (COUTINHO, 2010).

O uso da tecnologia computacional é atribuído a uma mudança, ao perfil dos mercados de trabalho mais procurados, com a maior apreciação da pessoa que é mais flexível no aprendizado e se encaixa a mudanças cada vez mais rápidas (FRANT, 1998).

Doravante, Magina (1998), contribui com essa característica:

as possibilidades de retorno imediato, desde a simulação de situações e fenômenos, a facilitar a construção e reconstrução de gráficos, a facilidade de modificar figuras no computador ao mesmo tempo ou também o uso de códigos de comando por meio de ordens claras e dialéticas.

Neste escopo é acrescido por Carvalho, Filho e Junior (2000), que:

todos os ramos da engenharia usam recursos computacionais amplamente para obter e controlar dados, assim, o uso de programas de computador no desenvolvimento de projetos em várias áreas já é praticamente unânime e raramente existe uma empresa, por menor que seja que não utilize programas de computador em suas atividades.

Assim, a Pesquisa Operacional (PO) destaca como ciência e apresenta-se com respaldo na matemática, na análise de sistemas e na estatística, tem como objetivo planejar processos, propondo um conjunto de possibilidades por meio de previsões e comparações de valores de eficiência e de custos (LOESCH; HEIN, 2009).

Para tanto, Silva et al. (2019), menciona que:

as indústrias vêm procurando por métodos que viabilizem a melhoria dos processos, serviços e produtos, ou seja, minimizar custos e melhorando o máximo a aplicação das suas matérias primas e uma das formas possíveis para que isso aconteça é o uso da Programação Linear como método de otimização, devido a sua facilidade em resolver problemas.

Em relação há tudo isso, é posto que um dos grandes desafios que as indústrias enfrentam é a concorrência dentro do mercado, que exige constante mudança, forçando a busca por novas estratégias e inovação (ANDRADE, 2015).

Além dos termos, especificados, existe a Programação Linear que segundo Gameiro, Rocco & Caixeta filho (2001):

Pode ser denominada como aquela em que é considerada uma das técnicas de maior destaque na Pesquisa Operacional, por ser amplamente usada devido a sua simplicidade na formulação de modelos matemáticos, e resolução de problemas.

Neste sentido o uso da Programação Linear como ferramenta de otimização, vem sendo um dos pontos fortíssimos onde os recursos são necessitados e solicita a necessidade de melhoria (SOARES; ALVES, 2015).

Para isso é necessário utilizar um método que inicie com uma solução básica possível e encontre as melhores soluções (ARENALES et al., 2015). Para a resolução desse método empregam-se diversos softwares, como o LINGO, LINDO, SOLVER e o VISUAL XPRESS (ALMEIDA et al., 2013).

2.5.1 Simulação Computacional

A simulação é uma técnica que utiliza a modelagem baseada em um sistema computacional para desenvolver um programa, que representa o todo ou uma parte

de um processo. Essa simulação permite a análise prévia de todas as etapas e facilita a visualização de erros, custo-benefício e tempo (MAIA ABREU, 2018).

Outro conceito é apresentado por Vieira (2006), quando discorre que trata da:

simulação computacional que pode ser descrita como uma tentativa de contestar ou simular formas do comportamento de um sistema, real ou sendo projetado, através da construção de um modelo matemático desenvolvido em um computador.

Seguidamente Torga (2007), frisa que é:

A simulação é uma das ferramentas mais utilizadas na manufatura e por meio de sua aplicação vários benefícios podem ser verificados, como aumento da produtividade, melhoria na qualidade dos processos e facilitação na compreensão e utilização dos gestores de manufatura para a tomada de decisão.

Assim, a busca pela vantagem competitiva nas empresas se transformou um dos principais focos no mercado, e a tecnologia se expressou como um importante diferencial nessa competição. O uso da simulação tem papel importante nesse processo, e as aplicações dessa ferramenta são variadas.

Neste sentido, a simulação pode ocorrer muito antes do que se imagina, desde a concepção dos custos de produção até o desenvolvimento do produto final, que chegará ao mercado.

Lembrando que na prática os objetivos de toda empresa requer minimizar custos e aumentar a produtividade com recursos disponíveis. Porém, em se tratando de simulação, a questão financeira da empresa precisa estar bem estabelecida, pois precisa atender parcialmente os propósitos de aplicação da simulação, os custos iniciais tendem a serem proeminentes, quando aplicados métodos que utilizam de sistemas incorporados por softwares, hardwares e de profissionais que os operam (MAIA ABREU, 2018).

Dialogando com Maia Abreu, segundo Vieira (2006), a simulação procura modelar um sistema ou processo, dando apoio à tomada de decisão, propiciando a diminuição de riscos e custos envolvidos em um processo.

Cada vez mais, a simulação está sendo aceita e fazendo parte do dia a dia dos analistas, sendo vista como uma técnica/ferramenta para pesquisar e conduzir soluções aos problemas encontrados nos mais diversos segmentos industriais.

De acordo com Lachtermacher (2007), ao utilizar processos de modelagem para auxílio na tomada de decisão, é possível obter as seguintes vantagens:

- (I) os modelos forçam os decisores a tornar explícitos os objetivos;
- (II) forçam a identificação, o armazenamento e a análise de relacionamento das diferentes decisões que influenciam os objetivos;
- (III) forçam o reconhecimento de limitações; e
- (IV) permitem a comunicação de ideias para facilitar o entendimento entre grupos de trabalho.

Dessa forma, na indústria 4.0, a simulação computacional procura utilizar mais amplamente as informações da planta, verificando dados em tempo real, aproximando o mundo físico e virtual.

O resultado da captura destas informações é o chamado digital twin, em que toda a cadeia de criação de um produto passa a ter seu representante idêntico também no mundo virtual. Isto irá consentir aos operadores testar e aperfeiçoar as configurações das máquinas para o próximo produto na linha de produção virtual, antes de qualquer mudança real, gerando otimização de recursos, melhor desempenho e mais economia (MAIA ABREU, 2018).

2.5.1.1 Vantagens e desvantagens da simulação

Vieira (2006), afirma que a simulação traz inúmeras vantagens se comparadas as de outros métodos analíticos ou experimentais, ou mesmo, baseados puramente na experiência do projetista ou tomadas de decisão. Dentre elas, pode-se citar, por exemplo:

- Uma vez o modelo de simulação criado, pode se fazer várias alterações ou modificações para avaliar projetos e políticas propostas;
- Permite a análise de longos períodos em um curto espaço de tempo (tempo de execução);
- O desenvolvimento do modelo de simulação ajuda a organização a separar os parâmetros controláveis daqueles que não são controláveis e estudar a influência de cada um deles sobre os sistemas.

Como todas as técnicas, a simulação também possui algumas desvantagens. Entre elas pode-se citar:

- Um bom modelo de simulação pode se tornar caro e levar vários meses para o seu desenvolvimento, especialmente quando os dados são de difícil obtenção;

-A simulação não gera bons resultados sem inputs adequados.

Para tanto, Corrêa et al. (2001), enfatiza que a construção e a alimentação do modelo requer um trabalho árduo e criterioso, que proporcione resultados da simulação que são, algumas vezes, de difícil interpretação, e a construção do modelo requer treinamento especial.

2.5.2 Aplicação de simulação computacional na Indústria de Alimentos

Em relação as técnicas de otimização existente para correlacionar a simulação computacional referente a produção industrial de alimentos existem vários estudos utilizando o uso da Programação Linear.

Para tanto, Silva et al. (2019), enfatiza que a Programação Linear é aplicada na maximização de lucros, minimização de custos, formulação de dieta alimentar, programação de produção.

Outro uso da técnica é enfatizado por Pagliarussi et al. (2017), no que tange a “otimização quando utilizado a programação linear inteira mista na indústria de alimentos possibilita a verificação e programação dos lotes de produção de bebidas não alcoólicas à base de frutas”.

Doravante, mais autores como Rong et al. (2011), delineiam que utilizaram uma “abordagem de otimização para gerenciar a qualidade de alimentos frescos através da programação linear de números inteiros mistos usado para o planejamento da produção e distribuição”.

Dessa forma, o modelo resultante é aplicado em um estudo de caso ilustrativo e pode ser usado para projetar e operar sistemas de distribuição de alimentos, usando critérios de qualidade e custo de alimentos.

Com isso pode-se afirmar que a programação linear juntamente com os softwares revolvedores destes modelos, são ferramentas facilitadoras que contribuem na otimização dos processos na indústria de alimentos.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Nesta seção será descrito o caminho organizativo da pesquisa que norteou este estudo, iniciando pelos aspectos metodológicos, a natureza, o tipo e a abordagem, os procedimentos.

Além disso, será evidenciado os instrumentos utilizados para discorrer acerca da Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional de uma indústria no Município de Porto Velho, capital do Estado de Rondônia, por meio da investigação em campo em que houve a coleta de dados, que doravante possibilitou a efetivação da análise destes resultados alcançados no período de maio do ano de 2019 a abril do ano de 2020 no laboratório da Faculdade de Rondônia – FARO.

3.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para o alcance do objetivo geral da pesquisa, efetivou-se uma abordagem metodológica partindo do problema com interesse a ser respondido no decorrer do processo.

Dessa forma, a interpretação dos resultados, tem como base a percepção de um fenômeno experimentado em laboratório num contexto de buscar pelas respostas da pesquisa, abordando, assim, os aspectos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa.

3.2.1 Tipo de pesquisa e abordagem

Para a realização deste estudo e a obtenção dos resultados sobre o tema, foram utilizados alguns tipos de pesquisa. Quanto natureza foi aplicada, por intermédio da abordagem quantitativa com o objetivo do tipo exploratório-descritiva, sendo que se fez uma organização no qual primeiro realizou um levantamento bibliográfico para uma posterior coleta de dados.

Destaca-se que estes pressupostos metodológicos permitem ao pesquisador explorar e descrever em forma percentuais os detalhes alcançados pelos registros.

Em se tratando de pesquisas exploratórias, essas segundo Gil, (2008, p. 43), têm a finalidade de:

desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”. Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

A realização da pesquisa exploratória efetiva-se com planejamento flexível, que assegura o estudo sob diversos ângulos e aspectos, sendo que nos três pontos primordiais existe o objetivo exploratório mediante a classificação em que primeiramente realiza-se um levantamento bibliográfico.

Por conseguinte, promove-se uma experiência prática ou vivencia-se o problema pesquisado, e, por fim, a análise dos resultados apanhados que estimulem a compreensão dos mesmos mediante um processo de discussão.

No que tange a pesquisa bibliográfica Prodanov e Freitas (2013, p. 57) menciona:

A pesquisa bibliográfica possibilita colocar a pesquisadora em contato direto com todas informações que serão necessárias para o processo descritivo da dissertação. Consideramos pesquisa bibliográfica quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, periódicos e artigos científicos, jornais, monografias, dissertações, teses, internet.

A efetivação do levantamento bibliográfico possibilitou ao pesquisador conhecer o universo comprovado cientificamente, o que viabiliza a compreensão epistemológica para efetivação do campo empírico.

Gil (2008, p. 44), frisa que as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a “as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Em termos dos dados que serão buscados pela abordagem quantitativa, evidencia-se esta tem as suas raízes no pensamento lógico, tendo a enfatizar o raciocínio, as regras e os atributos mensuráveis da experiência em porcentagem (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 31).

3.2.2 Procedimentos metodológicos da pesquisa

Os procedimentos da pesquisa seguiram os seguintes passos, para consubstanciar toda a operacionalização de forma sequenciada:

- a) definição do objeto de estudo;
- b) elaboração da questão problematizadora;
- c) elaboração dos objetivos;
- d) definição das etapas da pesquisa;
- e) seleção da literatura especializada para escolha dos autores com vista a produção do quadro teórico da pesquisa;
- f) leitura e fichamento de obras;
- g) coleta de dados em campo;
- h) elaboração do software computacional;
- i) análise do material em laboratório;
- j) análise dos dados ancorados para discussão dos resultados.

3.3 OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA

Considerando a caracterização da pesquisa assumida, a sequência das etapas definidas permitiram instrumentalizar o desenvolvimento do estudo, no sentido de alcançar o resultado esperado e responder a eficácia de um sistema computacional para auxiliar no processo de fabricação de suco tropical.

As etapas da instrumentalização são apresentadas na Figura 5.

Figura 5 – Etapas da instrumentalização da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na figura 5, descreve-se que a **1º (primeira etapa)** realizada foi o aporte bibliográfico em livros, artigos científicos e internet, acerca da temática que delineou sobre os avanços tecnológicos na área de alimentos no Brasil e no Mundo, especificamente para os processamentos de sucos, suas etapas de produção, regulamentação e controle de qualidade das bebidas não alcoólicas fabricadas no Brasil.

Ressalta-se que, neste estudo os índices físico-químicos empregados foram os normatizadores estabelecidos em consonância com os Padrões de Identidade e Qualidade dos sucos tropicais e das polpas de frutas instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Estes índices são citados por meio de processos que identificam a importância e a preocupação pelas quais as empresas precisam para se adequarem ao processo tecnológico no que tange a obtenção de sucos tropicais de boa qualidade, e ao mesmo tempo atender às exigências da legislação vigente e possibilitar a conquista de novos mercados.

Não obstante, a **2ª (segunda etapa)**, consistiu em selecionar algumas equações utilizadas na físico-química para mistura de soluções do mesmo soluto e solutos diferentes que não reagem entre si. Pois, de acordo com Calvalcante *et al.* (2006):

os sucos de frutas são substâncias complexas que consistem de uma "mistura" aquosa de vários componentes orgânicos voláteis e instáveis, responsáveis pelo sabor e aroma do produto, além de açúcares, ácidos, sais minerais, vitaminas e alguns pigmentos, com isso consideremos os sucos tropicais como uma mistura de soluções de solutos diferentes sem reagirem entre si.

Ao chegar na **3ª (terceira etapa)** selecionou-se os valores de índices físico-químicos de três tipos de sabores de polpas de frutas conforme os certificados de registro de controle de cada sabor especificamente.

Para tanto, escolheu-se os sabores de sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola como objeto da pesquisa a ser realizada. Diante da escolha, coletou-se assim em triplicata as amostras retiradas através da demonstração sistemática para a realização de análises físico-químicas, nos quais os índices físico-químicos estavam delimitados em sólidos solúveis (°Brix, 20°C), pH, acidez titulável em ácido cítrico(g/100g) e determinação de densidade (Kg/m³).

No entanto para o índice físico-químico de densidade foram inseridos na pesquisa dois modelos de equações matemáticas de densidades encontradas nas evidências de Alvarado e Romero (1989), Constenla, Lozano e Crapiste (1989), citado por Mattos e Mederos (2008), com a finalidade de escolher um modelo para ser inserido no sistema computacional proposto por esse trabalho.

Sobrepujando a **4º (quarta etapa)**, desenvolveu-se para empresa um software computacional no qual viabilizava auxiliar na formulação dos sucos produzidos para se adequar de acordo com as exigências pela legislação vigente. Visto que nessa etapa foi possível obter a simulação no software computacional no qual permitiu encontrar os valores dos índices físico-químicos de cada amostra selecionada.

Dessa forma, o sistema computacional denominado xHarbour Builder foi utilizado como instrumento para a construção do Software. Essa linguagem de programação do xHarbour é percorrida por um conjunto conhecido como linguagem xBase, geralmente chamada de Clipper.

Embora o xHarbour seja 100% compatível com a linguagem Clipper, o xHarbour Builder adiciona muitos recursos e ferramentas modernos encontrados na maioria dos compiladores modernos. Esses recursos incluem visual xHarbour, SQLRDD, xBuild Project Wizard, ActiveX (XHARBOUR, 2020).

Por fim, a **5ª (quinta etapa)**, como etapa para encerrar a busca dos resultados realizou-se as análises físico-químicas das amostras de sucos tropicais em laboratório.

Permitindo assim, efetivar na sequência os valores adquiridos nas análises laboratoriais e da simulação no software computacional que doravante pudessem ser confrontados e discutidos cientificamente.

3.3.1 Seleção das amostras das polpas de frutas

Conforme informado na 3ª etapa supracitada anteriormente, as amostras foram realizadas através da amostragem sistemática que segundo Crespo (2009) quando os elementos da população já se encontram ordenados, a seleção da amostra pode ser através de um sistema imposto pelo pesquisador.

Em se tratando do processo de escolha das amostras das polpas de frutas foi retirado em conformidade com o prazo de validade dos baldes que se encontrava

naturalmente ordenado acerca da validade, sendo escolhido 01 (um) balde de cada sabor das polpas de goiaba, polpa de acerola e polpa de graviola conforme Anexos A, B e C.

Frisa-se que, essas polpas foram adquiridas na empresa Delta Indústria e Comercio Importação e Exportação de Alimentos Ltda, com nome fantasia de Delta Citrus, inscrita no CNPJ: 02.857.771/0001-25 – Inscrição Estadual: 210.118.520.115, situada, na rodovia Armando Sales Oliveira, km 391, Caixa Postal 141, Bebedouro – São Paulo.

Ressalta-se que a polpa de goiaba (preservada), foi armazenada em balde de 18 kg no prazo de validade de 12 (doze) meses refrigerado a temperatura de -12°C acondicionada na empresa de sucos tropicais como mostra a figura 6 (A).

Já as polpas de acerola são derivadas das frutas cítricas que possuem alto teor de vitamina C. O ácido ascórbico é um dos nutrientes mais instáveis, portanto necessita de maior atenção para as condições apropriadas de armazenamento e manipulação (NASCIMENTO; BARROSO; TOSTES *et al.*, 2018).

A polpa de acerola (preservada), também estava armazenada em balde de 18 kg e se encontrava no prazo de validade de 12 (doze) meses refrigerado a temperatura de -12°C acondicionada na empresa de sucos tropicais como mostra a figura 6 (B).

Figura 6 – Balde de 18 kg de polpa de goiaba (preservada) - Balde de 18 kg de polpa de acerola (preservada) adquirida pela empresa.



A (GOIABA)

B (ACEROLA)

Fonte: Dados do autor (2020)

O processamento de frutas para obtenção de polpas é uma atividade agroindustrial importante, na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a

comercialização do produto in natura (NASCIMENTO, BARROSO & TOSTES, 2018).

As informações citadas pelo fabricante (Anexo C) informava que as polpas de graviola adoçada não contêm alergênicos de acordo com a RDC ANVISA nº 26/15. Isento de conservante químico Metabisulfito de Sódio.

A polpa para o preparo líquido do refresco de fruta Adoçado da polpa de graviola, recebe uma recomendação na qual rótulo deva apresentar a diluição de concentrado e quantidade de água necessária para se obter a concentração de 15% de suco após diluição final do produto.

A figura 7 (C), identifica o balde de 25 kg de preparo líquido para refresco de fruta Adoçado no sabor de graviola, que se encontrava no prazo de validade de 12 (doze) meses refrigerado a uma temperatura de -12°C , e sendo acondicionada na empresa em condições apropriadas.

Figura 7 – Balde de 25 kg de preparo líquido para refresco – Graviola



C (GRAVIOLA)

Fonte: Dados do autor (2020)

3.3.2 Seleção das Amostras dos Sucos Tropicais

As amostras dos sucos tropicais foram determinadas através da amostragem sistemática que na ideia de Costa (2015), no qual evidencia que se trata de uma variação da amostragem simples, muito conveniente quando a população está naturalmente ordenada com base no volume de linha de produção de mesmo lote.

Sendo que a cada vinte minutos depois da produção iniciada foi coletado um fardo de 12 (doze) copos de 250 ml e subsequentemente de cada fardo foi retirado 01 (uma) unidade de copo de 250 ml.

Com isso, coletou-se de forma triplicata o mesmo lote, com embalagens que suportavam a capacidade de 250 ml no formato de copos, com os sabores dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola respectivamente com números de lote 130101 e validade: 30/04/2020, lote 200105 e validade: 30/04/2020, lote 070214 e validade 30/05/2020 na empresa Amazon Coco Indústria Alimentícia Ltda inscrita no CNPJ: 01.547.715/0001-21, situada na Rua Oreste Oriane Bonato, Quadra A4, Lote Distrito Industrial, Município de Porto Velho/RO.

Todas as análises das amostras foram realizadas no setor de laboratórios da Faculdade de Rondônia/FARO (Instituto João Neorico), conforme (anexo D) protocolo de aula.

3.3.3 Análises físico-químicas dos sucos tropicais

Os sucos tropicais foram avaliados quanto aos seguintes conteúdos e propriedades físicas (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017):

I. Sólidos Solúveis - leitura direta em refratômetro manual da empresa à temperatura ambiente, com escala em graus ° Brix. (BRASIL, 1986).

II. pH - leitura direta em pHmetro, com calibração feita com soluções tampão de referência Merck pH 6,8 e 4,0 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

III. Acidez titulável em ácido cítrico - método titulométrico utilizando hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína. (BRASIL, 1986).

IV. Rácio (índice de acidez) – razão entre Sólidos Solúveis °Brix corrigido e Acidez (g/100g). (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

V. Densidade de líquido - método com picnômetro consiste na medida da massa de um volume conhecido de líquido num recipiente denominado picnômetro. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.4 PROCEDIMENTOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUCOS TROPICAIS

3.4.1 Determinação de sólidos solúveis totais (TSS)

Para Cavalcante et al (2006), os “sucos de frutas são substâncias complexas que consistem em uma “mistura” aquosa de vários componentes orgânicos voláteis

e instáveis”, responsáveis pelo “sabor e aroma do produto, além de açúcares, ácidos, sais minerais, vitaminas e alguns pigmentos”.

Para tanto, o teor de sólidos solúveis representam em porcentagem quantidades de açúcares numa solução com vários constituintes, principalmente glicose, frutose e sacarose, ácidos orgânicos e outros constituintes de menor concentração, tendo uma relação direta com o grau de amadurecimento da matéria-prima (POMPELLI, 2020).

Neste contexto, o teor de sólidos solúveis influencia no ponto de colheita da fruta e no rendimento da formulação de sucos tropicais durante no processo de produção do suco tropical.

Procedimento laboratorial: No laboratório foram transferidas três gotas das amostras de sucos tropicais em triplicata para diretamente no prima do refratômetro manual (Vodex, VX090ATC) refratômetro medição de açúcar °Brix (geleia) sucos com precisão: $\pm 1\%$ e lido os graus Brix (°Brix) na escala de graduação do instrumento de 0°- 90° °Brix (BRASIL, 1986).

Figura 8 – (A) Determinação de sólidos solúveis (°Brix) dos sucos tropicais. (B) Determinação do potencial hidrogeniônico - pH dos sucos tropicais. (C) Determinação da acidez em ácido cítrico dos sucos tropicais



c



Fonte: Dados do autor (2020)

3.4.2 Determinação do potencial hidrogeniônico- pH

Referente a avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada por meio de pHmetro (BRASIL, 2005b). E tem por finalidade avaliar a acidez e/ou neutralidade. E tem por finalidade avaliar a acidez e/ou neutralidade. É utilizada para controle da fermentação e avaliação da qualidade final do produto (MELLO, 2018).

Procedimento laboratorial: Em potenciômetro digital da marca HANNA calibrado com soluções tampão de pH 4,01 e 6,86 e pesado 10g das amostras em triplicata e colocados em béquer de 100ml. O conteúdo foi agitado até que as partículas ficassem uniformes e medidas imediatamente no potenciômetro digital.

3.4.3 Determinação da acidez titulável em ácido cítrico

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação dos sucos. A análise de acidez mais comum é a quantitativa, que determina a acidez total por titulação.

A acidez total titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017; MELLO, 2018;).

Procedimento laboratorial: Transferiu 10 mL ou 10 g da amostra para erlenmeyer ou béquer. Completar até 100 mL com água destilada, livre de dióxido de carbono, previamente neutralizada. Titulou com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rosa usando 2-3 gotas de fenolftaleína como indicador (MAPA, 1986).

A acidez total é expressa em gramas de ácido por 100 g ou 100 mL de amostra, pelas fórmulas:

$$ATT(g/100g) = \frac{n \times N \times Eq}{10 \times p}$$

(1)

ou

$$ATT(g/100ml) = \frac{n \times N \times Eq}{10 \times V}$$

(2)

Fonte: Dados do autor (2020)

Onde: N é a normalidade da solução de hidróxido de sódio (N); n é o volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação (mL); p é a massa da amostra (g); V é o volume da amostra (mL); Eq é o equivalente-grama do ácido.

Observação: O equivalente-grama dos respectivos ácidos deve ser tomado conforme determinam os padrões de identidade e qualidade das matrizes, tal qual mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - O equivalente-grama dos respectivos ácidos

Ácido cítrico	64,02
Ácido tartárico	75,04
Ácido málico	67,04
Ácido fumárico	58,04
Ácido fosfórico	32,68

Fonte: BRASIL (1986)

3.4.4 Determinação do Rácio

Em razão da complexidade da sua constituição orgânica, os alimentos muitas vezes são considerados estruturas difíceis de serem manipulados. Assim, em alguns casos, um determinado método pode ser apropriado para um tipo de alimento e para

outros não. A complexidade da estrutura do alimento guiará a escolha do método analítico (MELLO, 2018).

Na literatura, encontram-se algumas citações que enfatizam quanto ao fato de que quanto maior for a quantidade de carboidratos de bebidas à base de frutas, menor será sua acidez (TAYLOR, 2005; ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017). Para tal mensuração, sugere-se o emprego da avaliação do teor de sólidos solúveis totais (TAYLOR, 2005).

A explicação dessa relação entre o conteúdo de sacarose e a acidez se torna principalmente relevante considerando a possibilidade de produtos com maior ou menor acidez, em razão da diluição ou não da polpa extraída da fruta, e que podem ou não ser adoçados (MELLO, 2018).

Por isso a definição do Rácio é a razão entre °Brix e acidez titulável que foi realizado seu valor utilizando a seguinte equação:

$$R\acute{a}t\acute{i}o = \frac{^{\circ}Brix}{Acidez-em-\acute{a}cido-c\acute{i}trico}$$

(3)

Fonte: Dados do autor (2020)

3.4.5 Determinação de Densidade

O método picnométrico consiste na utilização de um picnômetro, o qual deve-se conhecer sua massa e volume específico, que facilitará achar a densidade do produto examinado.

É principalmente utilizado para determinar a densidade de amostras líquidas, mas possivelmente podendo ser utilizado em amostras sólidas. São feitos de vidro resistente, com baixo coeficiente de expansão térmica (ROSENTHAL & TORREZAN, 2011; SILVA & ABUD, 2017; MELLO, 2018).

Procedimento laboratorial: Com o picnômetro de 50 ml, enxaguado com álcool e, posteriormente, com éter. Deixado secar em dessecador e pesado em balança analítica. Enchido o picnômetro com amostra de suco tropical respectivamente de goiaba, acerola e graviola em triplicata a 20°C e pesado em balança analítica.

A densidade das amostras dos sucos tropicais sendo calculado através da equação:

$$\rho_{suco} = \frac{m_{am} - m_p}{V_p}$$

(4)

Fonte: Dados do autor (2020)

Onde: ρ_{suco} é a densidade de amostra suco tropical (Kg/m^3); m_{am} é a massa do picnômetro com a amostra (kg); m_p é a massa do picnômetro vazio (kg); V_p é o volume do picnômetro (m^3).

As densidades foram obtidas também através dos modelos A e B que representam fórmulas matemáticas delineadas conforme os aportes feitos por Alvarado e Romero (1989), Constenla, Lozano e Crapiste (1989), citado por Mattos e Mederos (2008) com finalidade de escolher o modelo para ser inserido no sistema computacional proposto por esse trabalho. Os respectivos modelos foram classificados em A e B, conforme exposição a seguir:

Modelo A: $\rho = 996 + 4,17(^{\circ}B)$; Onde: ρ_{suco} é a densidade de amostra suco tropical (Kg.m^{-3}); $^{\circ}B$ são os valores experimentais de $^{\circ}Brix$. Para polpas e sucos de frutas de 5° a 30° $^{\circ}Brix$.

Modelo B: $\rho = \rho_w / (0,992417 - 3,73 \times 10^{-3} \cdot ^{\circ}B)$; Onde: ρ_w é igual a $993,89 \text{ g.cm}^{-3}$, $^{\circ}B$ são os valores experimentais de $^{\circ}Brix$. Para suco de maçã clarificado à T igual a 20°C a 80°C e 12° a $68,5^{\circ}$ $^{\circ}Brix$.

3.5 EQUAÇÕES QUÍMICAS UTILIZADAS NA PLATAFORMA DO SISTEMA COMPUTACIONAL

A quantidade de soluto e de solvente podem ser medidas (expressas) em várias unidades, como por exemplo: Porcentagem em volume (%V); Porcentagem em massa (%m); Gramas por litro (C); Partes por milhão (ppm); Molaridade (M); Normalidade (N).

Para que essas expressões pudessem se conectar no ambiente do software utilizamos algumas correlações padrões elencadas a seguir.

3.5.1 Porcentagem em Volume (%V)

A porcentagem em volume de um componente indica que, para 100 unidades de volume de uma solução (L, cm³, mL) teremos V unidades de volume desse componente.

Em especial, a porcentagem em volume é usada para indicar a concentração de um componente em uma solução aquosa, especialmente fora dos laboratórios de pesquisa, em situações onde a precisão exigida é menor.

3.5.2 Porcentagem em Massa (% m)

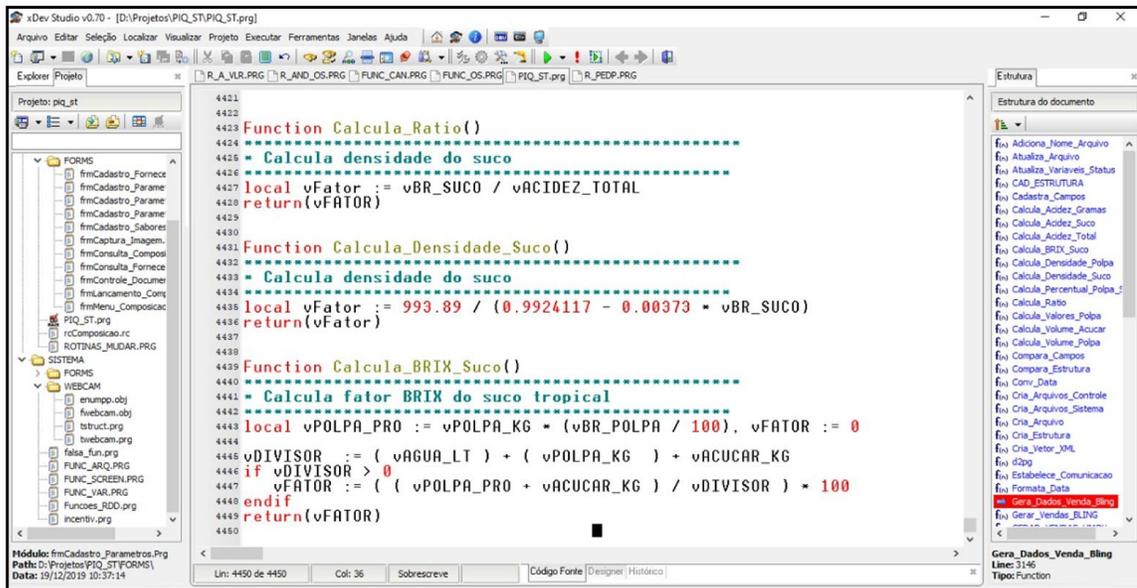
Expressa uma relação percentual entre a massa do soluto e a massa da solução.

$$\%m = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100 = \frac{m_1}{m} \times 100 \quad (5)$$

Fonte: Dados do autor (2020)

Onde: m_1 é a massa do soluto (g); m_2 é a massa da solução (g). A partir da relação percentual entre a massa do soluto e a massa da solução, podemos mostrar como foi utilizada na plataforma do sistema computacional a Equação 5 de acordo com a Figura 9.

Figura 9 – Código fonte de fórmulas no software para sucos.



Fonte: Dados do autor (2020)

De acordo com a função **Function Calcula_BR IX_Suco()** criada no sistema computacional que implementa a Equação 3.5 para o cálculo do índice sólido solúveis do suco tropical temos:

Function Calcula_BR IX_Suco()

* Calcula fator BRIX do suco tropical

local vPOLPA_PRO := vPOLPA_KG * (vBR_POLPA / 100), vFATOR := 0

vDIVISOR := (vAGUA_LT) + (vPOLPA_KG) + vACUCAR_KG

if vDIVISOR > 0

vFATOR := ((vPOLPA_PRO + vACUCAR_KG) / vDIVISOR)

endif

return(vFATOR)

3.5.3 Título (τ)

Exprime a fração decimal correspondente à percentagem em massa:

$$\tau = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solução}}} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

(6)

Onde: m_{solute} é a massa do soluto (g); $m_{\text{solução}}$ é a massa da solução (g); Obs.: as expressões "percentagem em massa" e "percentagem em peso" podem ser usadas indiferentemente, pois as relações entre massas ou entre pesos têm o mesmo valor.

A partir da fração decimal correspondente à percentagem em massa, podemos mostrar como foi utilizada na plataforma do sistema computacional a Equação 6 de acordo com a Figura 8.

De acordo com a função Function Calcula_BRIX_Suco() criada no sistema computacional que implementa a Equação 6 para o cálculo do índice sólido solúveis do suco tropical temos:

```
Function Calcula_BRIX_Suco()
*****
* Calcula fator BRIX do suco tropical
*****
local vPOLPA_PRO := vPOLPA_KG * (vBR_POLPA / 100), vFATOR := 0

vDIVISOR := (vAGUA_LT) + (vPOLPA_KG) + vACUCAR_KG
if vDIVISOR > 0
vFATOR := ((vPOLPA_PRO + vACUCAR_KG) / vDIVISOR) * 100
endif
return(vFATOR)
```

3.5.4 Gramas por litro (C)

Indica a massa de soluto, expressa em gramas, que se tem em 1 litro de solução:

$$C = \frac{m_{\text{solute}}}{V(L)}$$

(7)

Onde: m_{solute} é a massa do soluto(g); V é o volume da solução (L).

3.5.5 Partes por milhão (ppm)

O número de ppm indica quantas unidades de um componente nós temos em 1 milhão (10^6) de unidades da mistura.

$$ppm = \frac{Massa \cdot soluto}{Massa solução \times 10^6}$$

(8)

Onde: Massa soluto em miligramas; Massa solução em Quilogramas.

3.5.6 Fração molar (X)

Expressa o número de mols de um componente de uma mistura para cada 1 mol da solução. Portanto, a fração molar do soluto é a relação existente entre o número de mols do soluto e o número de mols total da solução:

$$X_{soluto} = \frac{n_{soluto}}{n_{solução}} = \frac{n_{soluto}}{n_{soluto} + n_{solvente}}$$

(9)

Onde: $n_{solvente}$ é o número de moles do solvente (mol); $n_{solução}$ é o número de moles da solução (mol); n_{soluto} é o número de moles do soluto (mol).

Do mesmo modo, a fração molar do solvente é a relação existente entre o número de mols do solvente e o número de mols da solução:

$$X_{solvente} = \frac{n_{solvente}}{n_{solução}} = \frac{n_{solvente}}{n_{soluto} + n_{solvente}}$$

(10)

Onde: $n_{solvente}$ é o número de moles do solvente (mol); $n_{solução}$ é o número de moles da solução (mol); n_{soluto} é o número de moles do soluto (mol).

3.5.7 Molaridade (M)

É o número de mols de soluto que se tem em 1 litro de solução:

$$n = \frac{m_{\text{soluto}}}{MM_{\text{soluto}}}$$

(11)

Onde: m_{soluto} é a massa do soluto(g); MM_{soluto} é a massa molar do soluto(g/mol).

Assim, a equação de molaridade também pode ser escrita da seguinte forma:

$$M = \frac{m_{\text{soluto}}}{MM_{\text{soluto}} \times V(L)}$$

(12)

Onde: m_{soluto} é a massa do soluto(g); MM_{soluto} é a massa molar do soluto; $V(L)$ é o volume da solução (L).

3.5.8 Normalidade (N)

Relação entre o número de equivalentes-gramas do soluto e volume da solução em litros. Expressa quantos equivalentes-gramas de soluto existem em cada litro de solução.

$$N = \frac{\text{neg.g}}{V(L)} = \frac{m_1}{\text{Eg.g} \times V(L)}$$

(13)

Onde: N é a normalidade; V é o volume da solução (L); m_1 é a massa do soluto (g); Eg.g é o Equivalente grama dos elementos químicos (quociente da massa molar pela valência do elemento). Obs.: Grande parte dos elementos química apresenta mais de uma valência, conseqüentemente mais de um equivalente grama.

3.5.9 Cálculo do pH envolvendo a concentração de [H⁺]

Para realizar o cálculo do pH de uma solução por meio da concentração de cátions hidrônio, podemos utilizar as seguintes expressões matemáticas.

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

(14)

Onde: $[H^+]$ é a concentração de cátions hidrônio; pH é o potencial hidrogeniônico.

3.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS SUCOS TROPICAIS E DE POLPAS DE FRUTAS

Para que pudesse alimentar o software computacional com os índices físico-químicos de cada sabor das amostras escolhidas se fez necessário realizar um levantamento Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) que determinou que o suco tropical não adoçado de goiaba deve apresentar o teor de sólidos solúveis maior ou igual a 6 °Brix e ser produzido com pelo menos 50% m/m de polpa da respectiva fruta.

A versão adoçada da bebida deve conter o teor de sólidos solúveis maior ou igual a 11 °Brix e pelo menos 45% (m/m) de polpa (BRASIL, 2003), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Padrões de identidade e qualidades para os sucos tropicais de goiaba.

Parâmetros Físico-químicos	Não adoçado		Adoçado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Polpa de goiaba (g/100g)	50,00		45,00	
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	6,00		11,00	
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,30		0,12	
Açúcares totais (g/100g)			8,00	
Ácido ascórbico (mg/100g)	30,00		26,00	

Fonte: Brasil (2003).

A Polpa de fruta de goiaba é um produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais proveniente da parte comestível do fruto.

O PIQ da polpa de goiaba estabelece que o teor mínimo de sólidos solúveis que deve ser de 7 °Brix (BRASIL, 2000), conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta de goiaba

Parâmetros Físico-químicos	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	7,00	
pH	3,50	4,20
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,40	
Ácido ascórbico (mg/100mg)	40,00	
Açúcares totais naturais da goiaba (g/100g)		15,00
Sólidos totais (g/100g)	9,00	

Fonte: Brasil (2000).

A legislação brasileira definiu o suco tropical de acerola como sendo a bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa da acerola (*Malpighia, spp.*), por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2003).

O Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) determina que o suco tropical não adoçado de acerola deve apresentar teor de sólidos solúveis maior ou igual a 5 °Brix e ser produzido com pelo menos 60 % m/m de polpa da respectiva fruta.

A versão adoçada da bebida deve conter teor de sólidos solúveis maior ou igual a 10 °Brix e pelo menos 35 % (m/m) de polpa (BRASIL, 2003), em acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 – Padrões de identidade e qualidade para os sucos tropicais de acerola

Parâmetros Físico-químicos	Não adoçado		Adoçado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Polpa de acerola (g/100g)	60,00		35,00	
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	5,00		10,00	
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,80		0,20	
Açúcares totais (g/100g)		8,50	7,00	
Ácido ascórbico (mg/100g)	600,00		200,00	

Fonte: Brasil (2003)

A Polpa de fruta de acerola é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais proveniente da parte comestível do fruto.

O PIQ da polpa de acerola estabelece que o teor mínimo de sólidos solúveis deve ser de 5,5 °Brix (BRASIL, 2000), conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta de acerola

Parâmetros Físico-químicos	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	5,5	
pH	2,80	
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,80	
Ácido ascórbico (mg/100mg)	800,00	
Açúcares totais naturais da acerola (g/100g)	4,00	9,50
Sólidos totais (g/100g)	6,50	

Fonte: Brasil (2000)

A legislação brasileira definiu que o suco tropical de graviola como sendo a bebida não fermentada, obtida pela dissolução, em água potável, da polpa da graviola (*Annona muricata*), por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2003).

Para tanto, o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) determinou que o suco tropical não adoçado de graviola deve apresentar o teor de sólidos solúveis maior ou igual a 8 °Brix e ser produzido com pelo menos 50% m/m de polpa da respectiva fruta. A versão adoçada da bebida deve conter teor de sólidos solúveis maior ou igual a 11 °Brix e pelo menos 35% m/m de polpa (BRASIL, 2003), de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Padrões de identidade e qualidade para os sucos tropicais de graviola

Parâmetros Físico-químicos	Não adoçado		Adoçado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Polpa de graviola (g/100g)	50,00		35,00	
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	8,00		11,00	
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,40		0,20	
Açúcares totais (g/100g)		15,00	8,00	

Fonte: Brasil (2003)

A Polpa de fruta de graviola é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais proveniente da parte comestível do fruto.

O PIQ da polpa de graviola estabelece que o teor mínimo de sólidos solúveis deve ser de 9 °Brix (BRASIL, 2000), conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta de graviola.

Parâmetros Físico-químicos	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	9,00	
Ph	3,50	
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,60	
Ácido ascórbico (mg/100mg)	10,00	
Açúcares totais naturais da graviola (g/100g)	6,50	17,00
Sólidos totais (g/ 100g)	12,00	

Fonte: Brasil (2000)

3.7 BALANÇO DE MASSA DOS SUCOS TROPICAIS

3.7.1 Propriedades

O balanço de massa é um dos cálculos mais utilizados na engenharia química e consiste basicamente em uma descrição de fluxos de massa de entrada e saída de um processo.

O seu princípio se baseia na lei de conservação de massa. Quando o processo é contínuo e opera em regime permanente (não há mudanças das variáveis de processo com o tempo), o acúmulo é praticamente nulo e sendo expressa a equação geral do balanço de massa como:

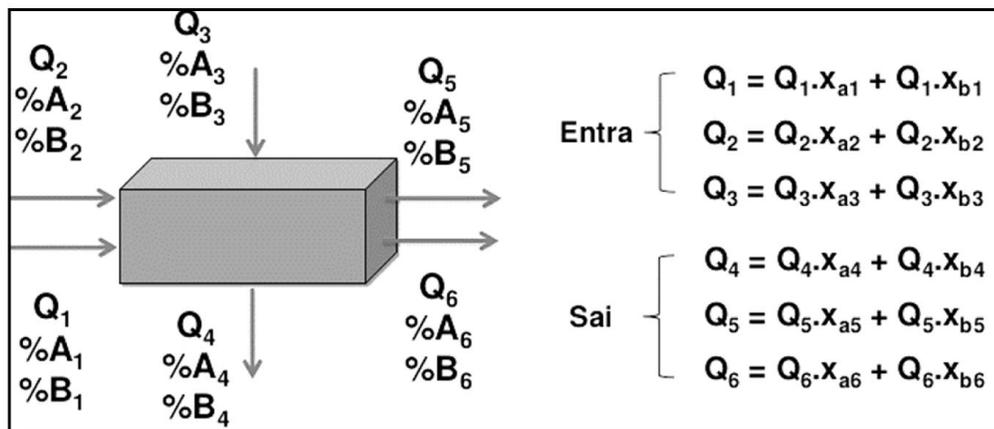
$$\sum Q_{Entrada} = \sum Q_{Saída}$$

(15)

Onde, $Q_{Entrada}$ é a vazão em massa de entrada do processo em quilogramas por hora(kg/h); e $Q_{Saída}$ é a vazão em massa de saída do processo em quilogramas por hora (kg/h).

Para os cálculos dos componentes líquidos e sólidos do processo utilizamos a equação dos componentes do balanço de massa expresso de acordo com a Figura 10.

Figura 10 – Cálculo dos componentes líquidos e sólidos do processo do balanço de massa



Fonte: Carvalho Filho (2011).

Onde: Q_1, Q_2, Q_3 são vazões em massa de entrada do processo (Kg/h), Q_4, Q_5, Q_6 são vazões em massa de saída do processo (Kg/h). $\%A_1, \%A_2, \%A_3$ é a fração mássica, ou seja, a percentagem do componente A respectivamente nas vazões Q_1, Q_2, Q_3 em massa de entrada do processo; $\%B_1, \%B_2, \%B_3$ é a percentagem do componente B respectivamente nas vazões Q_1, Q_2, Q_3 em massa de entrada do processo; $\%A_4, \%A_5, \%A_6$ é a percentagem do componente A respectivamente nas vazões Q_4, Q_5, Q_6 em massa de saída do processo; $\%B_4, \%B_5, \%B_6$ é a percentagem do componente B respectivamente nas vazões Q_4, Q_5, Q_6 em massa de saída do processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

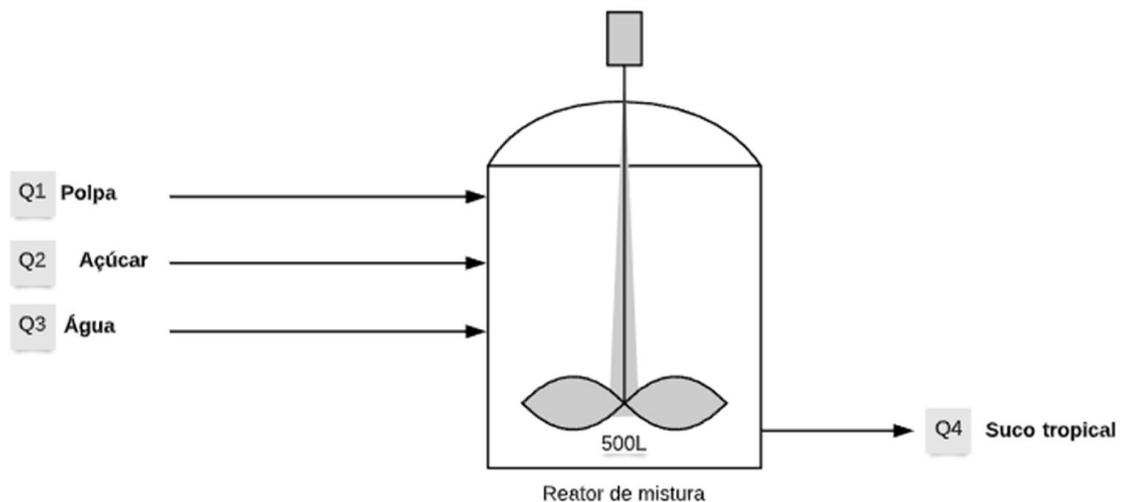
A elencada seção teve em seu escopo promover a análise e discussão dos dados encontrados no campo empírico realizado através da pesquisa aplicada com o uso do software computacional.

Trata de um momento para evidenciar os aportes científicos relacionados aos dois universos delineados neste estudo.

4.1 BALANÇOS DE MATERIAIS

O balanço de massa foi fundamental para a análise de um novo processo, assim como também de um processo já existente. Basicamente, um balanço de massa consiste no monitoramento e descrição dos fluxos de massa para dentro e fora do sistema de um processo, detalhando as vazões em massa e concentrações de cada componente e, eventualmente, também dentro do sistema.

Figura 11– Balanço da massa produção do suco tropical.



Fonte: Dados do autor (2020)

Destaca-se que o processamento do suco tropical ocorreu em batelada, cuja a função principal foi realizar a transferência de material ou processamento de material com resultados repetitivos.

Assim, o processo do balanço de massa da produção do suco tropical aconteceu na etapa em que foram adicionados componentes: formulação. Nas demais etapas do processo, não foram consideradas alterações na massa.

Não obstante, foi através das fórmulas de produção dos sucos tropicais fornecidas pela empresa que se visualizou as quantidades de cada componente das amostras selecionadas através do memorial de cálculo em porcentagem de água, polpa e açúcar.

Entretanto, foi considerado a produção final de $Q_4 = 420$ kg/h de suco tropical de goiaba, utilizando $Q_1 = 90$ kg polpa de goiaba não adoçado (9,10 °Brix, 60% de polpa, 30,90% de água), $Q_2 = 40$ kg de açúcar cristal (99,6% sacarose, 0,4% de água) com densidade de $1,57\text{g/cm}^3$, $Q_3 = 290$ kg de água potável (100% água).

Neste caso específico, o cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo I.

Memorial de cálculo I:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 \Rightarrow 90\text{kg/h} + 40\text{kg/h} + 290\text{kg/h} = 420\text{kg/h}$$

Onde: Q_1 , Q_2 , Q_3 são vazões em massa de entrada do processo; Q_4 é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 + \%A_3 \times Q_3 = \%A_4 \times Q_4 = 0,6 \times 90 + 0 \times 40 + 0 \times 290 = \%A_4 \times 420$$

$$\%A_4 = \frac{0,6 \times 90 + 0 \times 40 + 0 \times 290}{420} \Rightarrow \%A_4 = 12,86\%$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 + \%B_3 \times Q_3 = \%B_4 \times Q_4 = 0,091 \times 90 + 0,996 \times 40 + 0 \times 290 = \%B_4 \times 420$$

$$\%B_4 = \frac{0,091 \times 90 + 0,996 \times 40 + 0 \times 290}{420} \Rightarrow \%B_4 = 11,43\%$$

Balanço de massa do componente água:

$$\%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 + \%C_3 \times Q_3 = \%C_4 \times Q_4 = 0,004 \times 40 + 0,309 \times 90 + 1 \times 290 = \%C_4 \times 420$$

$$\%C_4 = \frac{0,004 \times 40 + 0,309 \times 90 + 1 \times 290}{420} \Rightarrow \%C_4 = 75,71\%$$

Onde: $\%A_1$, $\%A_2$, $\%A_3$ porcentagem do componente polpa de goiaba respectivamente nas vazões Q_1 , Q_2 , Q_3 em massa de entrada do processo do suco

tropical; %B₁, %B₂, %B₃ porcentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %C₁, %C₂, %C₃ porcentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %A₄, %B₄, %C₄ porcentagem do componente polpa de goiaba, componente açúcar cristal e componente água potável respectivamente na vazão Q₄ em massa de saída do processo do suco tropical.

Considerando uma produção final de Q₄ = 420 kg/h de suco tropical de acerola, utilizando Q₁ = 90 kg polpa de acerola não adoçado (8,20 °Brix, 60% de polpa, 31,80% de água), Q₂ = 40 kg de açúcar cristal (99,6% sacarose, 0,4% de água) com densidade de 1,57g/cm³, Q₃ = 290 kg de água potável (100% água). O cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo II.

Memorial de cálculo II:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 \Rightarrow 90 \text{ kg/h} + 40 \text{ kg/h} + 290 \text{ kg/h} = 420 \text{ kg/h}$$

Onde: Q₁, Q₂, Q₃ são vazões em massa de entrada do processo; Q₄ é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\begin{aligned} \%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 + \%A_3 \times Q_3 &= \%A_4 \times Q_4 = 0,6 \times 90 + 0 \times 40 + 0 \times 290 = \%A_4 \times 420 \\ \%A_4 &= \frac{0,6 \times 90 + 0 \times 40 + 0 \times 290}{420} \Rightarrow \%A_4 = 12,86\% \end{aligned}$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\begin{aligned} \%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 + \%B_3 \times Q_3 &= \%B_4 \times Q_4 = 0,082 \times 90 + 0,996 \times 40 + 0 \times 290 = \%B_4 \times 420 \\ \%B_4 &= \frac{0,082 \times 90 + 0,996 \times 40 + 0 \times 290}{420} \Rightarrow \%B_4 = 11,24\% \end{aligned}$$

Balanço de massa do componente água:

$$\begin{aligned} \%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 + \%C_3 \times Q_3 &= \%C_4 \times Q_4 = 0,318 \times 90 + 0,004 \times 40 + 1 \times 290 = \%C_4 \times 420 \\ \%C_4 &= \frac{0,318 \times 90 + 0,004 \times 40 + 1 \times 290}{420} \Rightarrow \%C_4 = 75,90\% \end{aligned}$$

Onde: %A₁, %A₂, %A₃ porcentagem do componente polpa de acerola respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco

tropical; %B₁, %B₂, %B₃ porcentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %C₁, %C₂, %C₃ porcentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %A₄, %B₄, %C₄ porcentagem do componente polpa de acerola, componente açúcar cristal e componente água potável respectivamente na vazão Q₄ em massa de saída do processo do suco tropical.

Considerando uma produção final de Q₄ = 430 kg/h de suco tropical de graviola, utilizando Q₁ = 100 kg/h polpa de graviola adoçado (56,80 °Brix, 50,20% de polpa) Q₃ = 330 kg/h de água potável (100% água).

O cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo III.

Memorial de cálculo III:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow 100\text{kg/h} + 330\text{kg/h} = 430\text{kg/h}$$

Onde: Q₁, Q₂ são vazões em massa de entrada do processo; Q₃ é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 = \%A_3 \times Q_3 = 0,502 \times 100 + 0 \times 330 = \%A_3 \times 430$$

$$\%A_3 = \frac{0,502 \times 100 + 0 \times 330}{430} \Rightarrow \%A_3 = 11,67\%$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 = \%B_3 \times Q_3 = 0,568 \times 100 + 0 \times 330 = \%B_3 \times 430$$

$$\%B_3 = \frac{0,568 \times 100 + 0 \times 330}{430} \Rightarrow \%B_3 = 13,20\%$$

Balanço de massa do componente água:

$$\%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 = \%C_3 \times Q_3 = 0 \times 100 + 1 \times 330 = \%C_3 \times 430$$

$$\%C_3 = \frac{0 \times 100 + 1 \times 330}{430} \Rightarrow \%C_3 = 76,74\%$$

Onde: %A₁, %A₂, porcentagem do componente polpa de graviola respectivamente nas vazões Q₁, Q₂ em massa de entrada do processo do suco

tropical; %B₁, %B₂ porcentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, em massa de entrada do processo do suco tropical; %C₁, %C₂ porcentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q₁, Q₂ em massa de entrada do processo do suco tropical; %A₃, %B₃, %C₃ porcentagem do componente polpa de graviola, componente açúcar e componente água potável respectivamente na vazão Q₃ em massa de saída do processo do suco tropical.

Ressalta-se que, também foi realizado o memorial de cálculo para as formulações com redução de açúcar mediante o acréscimo de água para suco tropical de goiaba, acerola e graviola, o que sobrepujou a encontrar os novos valores para cada componente como mostra o memorial de cálculo a seguir para cada amostra selecionada de suco tropical.

Entretanto, neste contexto de resultados foi considerado a produção final de Q₄ = 420 kg/h do suco tropical de goiaba, utilizando Q₁ = 90 kg polpa de goiaba não adoçado (9,10 °Brix, 60% de polpa, 30,90% de água), Q₂ = 25 kg de açúcar cristal (99,6% sacarose, 0,4% de água) com densidade de 1,57g/cm³, Q₃ = 305 kg de água potável (100% água).

Neste caso especificamente, visto que o cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo IV.

Memorial de cálculo IV:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 \Rightarrow 90 \text{ kg/h} + 25 \text{ kg/h} + 305 \text{ kg/h} = 420 \text{ kg/h}$$

Onde: Q₁, Q₂, Q₃ são vazões em massa de entrada do processo; Q₄ é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 + \%A_3 \times Q_3 = \%A_4 \times Q_4 = 0,6 \times 90 + 0 \times 25 + 0 \times 305 = \%A_4 \times 420$$

$$\%A_4 = \frac{0,6 \times 90 + 0 \times 25 + 0 \times 305}{420} \Rightarrow \%A_4 = 12,86\%$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 + \%B_3 \times Q_3 = \%B_4 \times Q_4 = 0,091 \times 90 + 0,996 \times 25 + 0 \times 305 = \%B_4 \times 420$$

$$\%B_4 = \frac{0,091 \times 90 + 0,996 \times 25 + 0 \times 305}{420} \Rightarrow \%B_4 = 7,88\%$$

Balanço de massa do componente água:

$$\%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 + \%C_3 \times Q_3 = \%C_4 \times Q_4 = 0,004 \times 25 + 0,309 \times 90 + 1 \times 305 = \%C_4 \times 420$$

$$\%C_4 = \frac{0,004 \times 25 + 0,309 \times 90 + 1 \times 305}{420} \Rightarrow \%C_4 = 79,26\%$$

Onde: %A₁, %A₂, %A₃ demonstra a porcentagem do componente polpa de goiaba respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %B₁, %B₂, %B₃ porcentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %C₁, %C₂, %C₃ porcentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %A₄, %B₄, %C₄ porcentagem do componente polpa de goiaba, componente açúcar cristal e componente água potável respectivamente na vazão Q₄ em massa de saída do processo do suco tropical.

Diante disso, ao considerar uma produção final de Q₄ = 420 kg/h de suco tropical de acerola, utilizando Q₁ = 90 kg polpa de acerola não adoçado (8,20 °Brix, 60% de polpa, 31,80% de água), Q₂ = 25 kg de açúcar cristal (99,6% sacarose, 0,4% de água) com densidade de 1,57g/cm³, Q₃ = 305 kg de água potável (100% água). O cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo V.

Memorial de cálculo V:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 \Rightarrow 90 \text{ kg/h} + 25 \text{ kg/h} + 305 \text{ kg/h} = 420 \text{ kg/h}$$

Onde: Q₁, Q₂, Q₃ são vazões em massa de entrada do processo; Q₄ é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 + \%A_3 \times Q_3 = \%A_4 \times Q_4 = 0,6 \times 90 + 0 \times 25 + 0 \times 305 = \%A_4 \times 420$$

$$\%A_4 = \frac{0,6 \times 90 + 0 \times 25 + 0 \times 305}{420} \Rightarrow \%A_4 = 12,86\%$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 + \%B_3 \times Q_3 = \%B_4 \times Q_4 = 0,082 \times 90 + 0,996 \times 25 + 0 \times 290 = \%B_4 \times 420$$

$$\%B_4 = \frac{0,082 \times 90 + 0,996 \times 25 + 0 \times 305}{420} \Rightarrow \%B_4 = 7,69\%$$

Balanço de massa do componente água:

$$\%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 + \%C_3 \times Q_3 = \%C_4 \times Q_4 = 0,318 \times 90 + 0,004 \times 25 + 1 \times 290 = \%C_4 \times 420$$

$$\%C_4 = \frac{0,318 \times 90 + 0,004 \times 25 + 1 \times 305}{420} \Rightarrow \%C_4 = 79,45\%$$

Onde: %A₁, %A₂, %A₃ porcentagem do componente polpa de acerola respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %B₁, %B₂, %B₃ porcentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %C₁, %C₂, %C₃ porcentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q₁, Q₂, Q₃ em massa de entrada do processo do suco tropical; %A₄, %B₄, %C₄ porcentagem do componente polpa de acerola, componente açúcar cristal e componente água potável respectivamente na vazão Q₄ em massa de saída do processo do suco tropical.

Assim, ao considerar a produção final de Q₄ = 470 kg/h de suco tropical de graviola, utilizando Q₁ = 100 kg/h polpa de graviola adoçado (56,80 °Brix, 50,20% de polpa) Q₃ = 370 kg/h de água potável (100% água). O cálculo do balanço de massa foi realizado de acordo com a Figura 10 e demonstrado no Memorial de Cálculo VI.

Memorial de cálculo VI:

Balanço de massa total:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \Rightarrow 100 \text{ kg/h} + 370 \text{ kg/h} = 470 \text{ kg/h}$$

Onde: Q₁, Q₂ são vazões em massa de entrada do processo; Q₃ é vazão em massa de saída do processo.

Balanço de massa do componente polpa:

$$\%A_1 \times Q_1 + \%A_2 \times Q_2 = \%A_3 \times Q_3 = 0,502 \times 100 + 0 \times 370 = \%A_3 \times 470$$

$$\%A_3 = \frac{0,502 \times 100 + 0 \times 370}{470} \Rightarrow \%A_3 = 10,68\%$$

Balanço de massa do componente açúcar:

$$\%B_1 \times Q_1 + \%B_2 \times Q_2 = \%B_3 \times Q_3 = 0,568 \times 100 + 0 \times 370 = \%B_3 \times 470$$

$$\%B_3 = \frac{0,568 \times 100 + 0 \times 370}{470} \Rightarrow \%B_3 = 12,08\%$$

Balanço de massa do componente água:

$$\%C_1 \times Q_1 + \%C_2 \times Q_2 = \%C_3 \times Q_3 = 0 \times 100 + 1 \times 370 = \%C_3 \times 470$$

$$\%C_3 = \frac{0 \times 100 + 1 \times 370}{470} \Rightarrow \%C_3 = 78,72\%$$

Onde: $\%A_1$, $\%A_2$, percentagem do componente polpa de graviola respectivamente nas vazões Q_1 , Q_2 em massa de entrada do processo do suco tropical; $\%B_1$, $\%B_2$ percentagem do componente açúcar cristal respectivamente nas vazões Q_1 , Q_2 , em massa de entrada do processo do suco tropical; $\%C_1$, $\%C_2$ percentagem do componente água potável respectivamente nas vazões Q_1 , Q_2 em massa de entrada do processo do suco tropical; $\%A_3$, $\%B_3$, $\%C_3$ percentagem do componente polpa de graviola, componente açúcar e componente água potável respectivamente na vazão Q_3 em massa de saída do processo do suco tropical.

Ao delimitar as memórias de cálculo, percebeu que de acordo com os balanços de massa realizados para os sabores de acerola, goiaba e graviola, observou-se que para cada formulação houve uma variação dos componentes da mistura realizada na produção.

Outro ponto salutar refere-se especificamente aos memoriais IV, V e VI, em que para cada sabor dos sucos tropicais houve um aumento de massa para o componente água e diminuição do componente açúcar tornando-se assim o produto com menos quantidade de açúcar.

4.2 PLATAFORMA VIRTUAL DO SISTEMA COMPUTACIONAL

O contexto desta subseção tem como principal finalidade, discorrer acerca da apresentação da tela inicial do Sistema Computacional Software Padrão de Identidade de Qualidade.

Para tanto, inicia-se com a figura do Print Screen do código fonte de acordo com a Figura 12 informando o nome do programa, autor, programador e finalidade para o qual foi desenvolvido.

Figura 12 – Print Screen do software computacional PIQ-ST

```

1 .....
2 = PROGRAMA : PIQ-ST.PRG
3 = AUTOR : Georgeano Dantas Maciel
4 = PROGRAMADOR: Msc. Paulo Alexandre Serra Coucello da Fonseca
5 = FINALIDADE : Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
6 Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas
7 na área de concentração de Gestão da Produção
8 .....
9
10 #include 'fileio.ch'
11 #include 'inkey.ch'
12 #include 'common.ch'
13 #include 'Directry.ch'
14
15 #define FinLin chr( 13 ) + chr( 10 )
16
17 static oform, oServer
18 STATIC S_oform
19
20 Function Main( pAtualiza )
21
22 if pcount() == 0
23 pAtualiza := "N"
24 endif
25
26

```

Fonte: Dados do autor (2020)

Seguidamente, evidencia-se a Figura 13, que representa o módulo principal do sistema computacional é encarregado do gerenciamento de todas as outras funcionalidades do sistema: principal: cadastros e composição, relatórios e funções de gerenciamento: documentos, fornecedores, sabores e parâmetros: descrição, sabores e sucos, e sair.

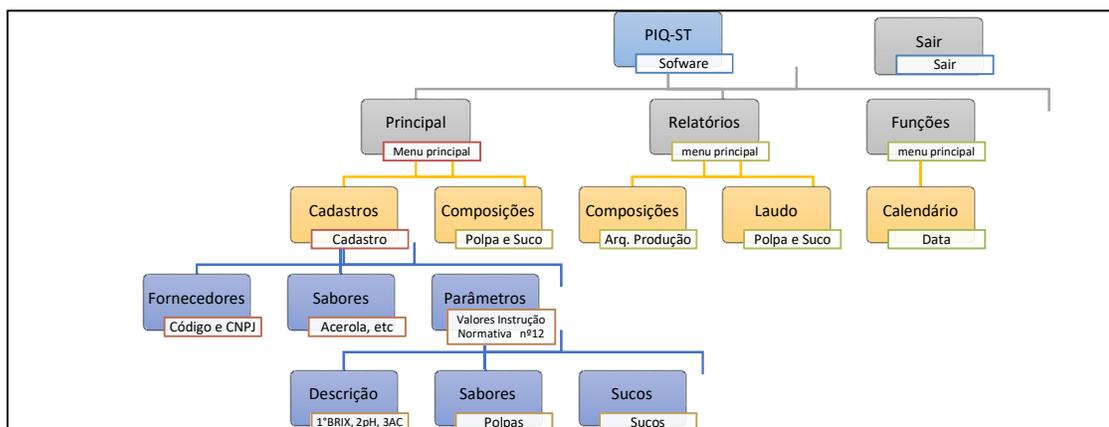
Figura 13 – Módulo principal do sistema computacional



Fonte: Dados do autor (2020)

Após a apresentação das Figuras 12 e 13, se torna imprescindível conhecer o fluxograma. Sendo assim, o fluxograma é indicado na Figura 16, no qual o sistema computacional está representado de forma sincronizada e sequencial.

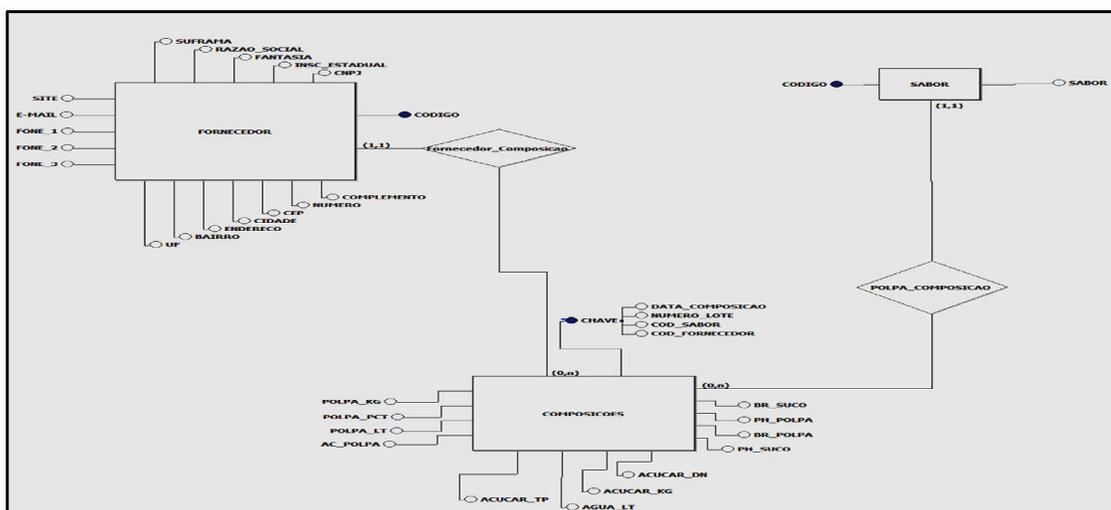
Figura 14 – Fluxograma software computacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na alimentação dos dados inseridos no software existe uma sequência a ser respeitada, pois se inicia no menu principal cadastro dos fornecedores informando a identificação e os dados conforme a Figura 16. Frisa-se que cada fornecedor possui seu próprio código e CNPJ e quando inseridos não precisa mais repetir a operação a não ser para cadastro de um novo fornecedor conforme a figura 15.

Figura 15 – Esquema Conceitual do Banco de Dados



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Em seguida vem o menu principal cadastro dos sabores a serem inseridos com seu respectivo sabor e quando inseridos não precisa mais repetir a operação a não ser para cadastro de um novo sabor conforme visto no (Apêndice C).

O próximo passo é alimentar o menu principal cadastro de parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical da Instrução Normativa nº 12 (MAPA) de descrição conforme (Apêndice D), onde são introduzidos os nomes dos parâmetros de Sólidos Solúveis em °Brix, a 20°C, Acidez expressa em ácido cítrico (g/100g) e pH.

Na sequência vem o menu principal cadastro de manutenção de parâmetros de polpas (Apêndice E) inserindo código do sabor, código dos parâmetros e valor de referência de acordo com os padrões de identidade e qualidade da legislação (MAPA, 2000).

Entretanto, o cadastro do menu principal de manutenção de parâmetros de sucos de acordo com o (Apêndice F) são inseridos o código do sabor, código do parâmetro e valores máximos e mínimos de cada sabor tomando como referência os padrões de identidade e qualidade da legislação (MAPA, 2003).

Após essa sequência vem o menu principal de composição de lançamentos de dados do suco tropical conforme (Apêndice G), lembrando que esse menu só será executado caso já tenha todos os valores cadastrados no meu principal de cadastros e parâmetros de sabores. Os dados de referências são inseridos a data, lote, sabor e fornecedor.

Dos resultados coletados das amostras de polpas de frutas os valores inseridos no sistema computacional dos dados da composição da polpa são: Sólidos Solúveis em °Brix, a 20°C, pH da polpa da fruta, quantidade de polpa da fruta (Kg), porcentagem da polpa, Acidez da polpa (g/100g) conforme Figura 16.

Dos dados da composição do açúcar e água são inseridos no sistema computacional: Quantidade do açúcar (Kg), Quantidade de água(L), Densidade do açúcar (Kg/L). E finalizando o menu principal da composição dos dados da composição do suco tropical é inserido pH do suco tropical conforme a Figura 16.

No menu principal de relatórios composições de acordo com o (Apêndice H), são emitidos as composições lançadas informando: data, lote, sabor e dados de composições.

Será também, no menu principal que fica os relatórios laudos conforme (Apêndice I), para tanto são emitidos consultas de composições emitindo laudos de composições dos dados das polpas de frutas e sucos tropicais e comparados com os parâmetros de Padrões de Identidade de Qualidade de polpa e sucos de acordo com a legislação vigente.

Temos também no menu principal funções calendário que é um lib onde seu significado é uma biblioteca do próprio sistema operacional sendo responsável pela informação na data atualizada. E finalizando, acessar o menu principal sair, assim será fechado o sistema operacional.

O sistema computacional foi estruturado em vários módulos que discrimina todo gerenciamento das suas funcionalidades do programa de acordo com esquema conceitual do banco de dados da figura 15 do sistema computacional.

Neste esquema conceitual o módulo de composição é alimentado através dos valores inseridos no módulo fornecedor e módulo sabor, no qual sem dados para alimentar o módulo de composição não é executado.

4.3 SIMULAÇÕES NO SOFTWARE COMPUTACIONAL

De acordo com a figura 16 os valores das amostras de polpas selecionadas foram imputados no sistema computacional nas caixas de entrada de dados abertas, enquanto as caixas fechadas foram encontradas pela simulação do software computacional para cada amostra de suco tropical selecionado.

Figura 16 – Menu principal de Composição dos sucos tropicais

Dessa forma, foram realizadas simulações na plataforma do software computacional com finalidade de obter valores dos índices físico-químicos das amostras de sucos tropicais para análise de um processo já existente, assim como também novo processo com redução de açúcar e adição de água.

Obtendo-se os seguintes resultados da simulação conforme os Apêndices J, L e N para formulação já existente conforme tabela 10.

Tabela 10 – Valores de índices físico-químicos obtidos na simulação computacional dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola

Índices físico-químicos	Suco tropical de Acerola	Suco tropical de Goiaba	Suco tropical de Graviola
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	11,28	11,47	13,21
pH	3,46	4,14	3,16
Rácio	17,62	86,77	10,48
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,64	0,13	1,26
Densidade (kg/m ³)	1045,83	1045,83	1053,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Seguidamente, obtiveram-se os seguintes resultados da simulação conforme os Apêndices K, M e O para uma nova formulação com redução de açúcar e adição de água nas bateladas dos sucos tropicais conforme tabela 11.

Tabela 11 – Valores de índices físico-químicos obtidos na simulação computacional dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola após a redução de açúcar e adição de água

Índices físico-químicos	Suco tropical de Acerola	Suco tropical de Goiaba	Suco tropical de Graviola
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	7,57	7,90	12,08
pH	3,22	3,53	3,62
Rácio	6,75	14,39	27,51
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	1,12	0,55	0,43
Densidade (kg/m ³)	1030,84	1032,14	1049,14

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Conforme o valor evidenciado na simulação computacional percebeu-se que a porcentagem de açúcar encontrado na plataforma do software expresso em Sólidos

solúveis em °Brix, a 20°C norteou dados para um processo já existente. Assim como apresentou um novo processo após a redução de açúcar e a adição de água, discorrendo valores muito próximos aos valores de porcentagem de açúcar realizados no balanço de materiais no memorial de cálculo de cada amostra dos sucos tropicais.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

O controle de qualidade na indústria de alimentos é um recurso adotado para verificar a qualidade dos serviços e produtos oferecidos, por meio da certificação no qual comprova que eles estão de acordo com as especificações técnicas da série de regulamentos estipulados pelas leis brasileiras.

Diante disso a Tabela 12 e 13 tem como práxis informar os resultados para um processo já existente, assim como também novo processo com redução de açúcar e adição de água dos índices físico-químicos em triplicata dos sucos tropicais de acerola e goiaba, realizadas em laboratório com a finalidade de comparar com os valores dos índices físico-químicos do Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2003).

Tabela 12 – Resultados experimentais para um processo já existente realizados em triplicata das análises físico-químicas dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola

Índices físico-químicos	Suco tropical de goiaba				Suco tropical de acerola				Suco tropical de graviola			
	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	10	11	10	10,33 ± 0,46	10	10	10	10	12	12	12,5	12,17 ± 0,23
pH	4,15	4,12	4,17	4,14 ± 0,02	3,49	3,50	3,40	3,46 ± 0,04	3,19	3,13	3,16	3,16 ± 0,02
Rácio	58,82	55,00	52,63	54,48 ± 2,74	34,48	31,25	33,33	33,02 ± 1,34	37,50	34,29	37,88	36,56 ± 1,60
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,17	0,20	0,19	0,19 ± 0,01	0,29	0,32	0,30	0,30 ± 0,01	0,32	0,35	0,33	0,33 ± 0,01

Fonte: Dados do autor (2020)

Tabela 13 – Resultados experimentais para novo processo com redução de açúcar e adição de água realizados em triplicata das análises físico-químicas dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola

Índices físico-químicos	Suco tropical de goiaba				Suco tropical de acerola				Suco tropical de graviola			
	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Média /desvio padrão
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	7	7	7	7	7	7	7,5	7,17 ± 0,24	10,5	10,5	10,5	10,5
pH	3,55	3,53	3,52	3,53 ± 0,01	3,20	3,40	3,00	3,20 ± 0,16	3,65	3,60	3,62	3,62 ± 0,02
Rácio	20,59	20	22,58	21,06 ± 1,10	8,43	8,54	8,82	8,60 ± 1,16	43,75	42	43,75	43,17 ± 0,82
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,34	0,35	0,31	0,33 ± 0,02	0,83	0,82	0,85	0,83 ± 0,01	0,24	0,25	0,24	0,24 ± 0,01

Fonte: Dados do autor (2020)

Seguidamente, enfatizou-se a relação de valores dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira (Tabela 15), e a relação de valores dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira (Tabela 16).

Os dados expostos na tabela 15 concluem que os índices físico-químicos dos sucos tropicais atendem a legislação vigente (BRASIL, 2003). Porém, os valores dos índices físico-químicos da acidez total expressa em ácido cítrico dos sucos tropicais de acerola e goiaba apresentaram valores abaixo do permitido pela legislação.

Dessa forma, os dados extraídos das análises físico-químicas foram realizados conforme os ajustes dos índices físico-químicos dos teores de sólidos solúveis reduzidos a uma quantidade próxima a mínima estabelecida pelo Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2003).

4.5 CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ÁCIDO CÍTRICO PARA PRODUÇÃO DE SUCO DE ACEROLA E GOIABA

Assim, com a relação à acidez total expressa em ácido cítrico foram realizadas as devidas correções conforme Tabela 10 realizado em laboratório com acréscimo de acidulante/regulador de acidez como ácido cítrico utilizando uma quantidade satisfatória normalizando a uma quantidade próxima a mínima estabelecida pelo Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2003).

Tabela 14 – Valores das quantidades utilizadas da solução de ácido cítrico e pH dos sucos de acerola e goiaba

Volume de Solução de Ácido cítrico	pH suco de acerola	pH suco de goiaba
0	3,46	4,14
1	3,37	4,09
1,5	3,22	3,98
2	3,11	3,78
2,5	3,01	3,65
3	2,89	3,53
3,5	2,72	3,42

4	2,51	3,31
4,5	2,37	3,23
5	2,22	3,31
5,5	2,12	3,23

Fonte: Dados do autor (2020)

Neste sentido, os resultados observados permitem concluir que a acerola apresenta um pH naturalmente ácido, igual a 3,46 inferior ao detectado na goiaba, igual a 4,14.

Com esses valores de pH, fez-se necessário abaixar o valor do pH dos produtos para obtenção de uma melhor adequação da legislação vigente e realce do sabor natural da fruta.

O pH ideal varia em função do teor de sólidos solúveis e, deste modo, a literatura recomenda a adição de ácidos até o suco atingir um pH adequado, para acerola no mínimo 2,8 e goiaba no mínimo 3,5 (INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 37, DE 1º DE OUTUBRO DE 2018).

O cálculo para correta adição de ácido na formulação do suco de acerola pode ser observado a seguir:

1,5 ml - 100g de suco de acerola

X - 100g X = 1,5 ml (amostra\suco)

5g - 100 ml

Y - 1,5 ml

y = 0,075 g de ácido cítrico/100g de suco de acerola

O cálculo para correta adição de ácido na formulação do suco de goiaba pode ser observado a seguir:

3 ml - 100g de suco de goiaba

X - 100g X = 3 ml (amostra\suco)

5g - 100 ml

Y - 3 ml

y = 0,15 g de ácido cítrico/100g de suco de goiaba

Após a realização dos cálculos, verificou-se que foi preciso praticamente a adição do dobro da quantidade de ácido cítrico no suco de goiaba em comparação ao suco de acerola para obter o pH desejado.

Em situações aparentes, têm-se os relatos dos trabalhos efetivados por Ferreira, Sales e Cavalcante et al. (2014), em que evidenciam por meio de observação que os sucos tropicais de goiaba apresentam valores de pH na faixa de 3,43 a 3,56.

Sendo que, nesse estudo a acidez total expressa em ácido cítrico situou-se resultados entre os valores de 0,21 a 0,88 g/100g. Não obstante, estes teores de sólidos solúveis revelam a variação no intervalo mínimo de 3,53 °Brix e máximo de 6,50 °Brix, no qual se observa que duas amostras pertencentes às marcas B e C apresentam valores abaixo do permitido pela legislação que se encontra na faixa de 6,0 °Brix.

Quando Castro et al. (2007), avaliaram os “índices de qualidade de suco tropical de goiaba, encontraram valores médios semelhantes às amostras avaliadas para as determinações de pH (3,35)” e “sólidos solúveis totais em °Brix a 20°C (6,83 °Brix)”. Em relação à acidez em ácido cítrico o valor médio obtido foi de 0,74g/100g.

Todavia, no trabalho realizado por Nascimento, Barroso, Tostes et al. (2016), os valores para pH foram ácidos com uma variação de 3,19 a 3,48, tendo como média $3,35 \pm 0,1$ para a polpa de acerola industrial.

Já os valores de sólidos solúveis quando avaliados as polpas de acerola industrializadas tiveram variação entre 5,5 a 5,75 com média de $5,58 \pm 0,1^{\circ}\text{B}$.

Tabela 15 – Relação de valores para um processo já existente dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira

Índices físico-químicos	Suco tropical goiaba	PIQ		PIQ		Suco tropical acerola	PIQ		PIQ		Suco tropical graviola	PIQ		PIQ	
		Não adoçado		Adoçado			Não adoçado		Adoçado			Não adoçado		Adoçado	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		Mín.	Mín.	Mín.	Máx.		Mín.	Mín.	Mín.	Máx.
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	10,33±0,46	6,00		11,00		10	5,00	---	10,00	---	12,17 ±0,23	8,00	---	---	---
pH	4,14±0,02	---	---	---	---	3,46 ± 0,04	---		---	---	3,16 ± 0,02	---	---	---	---
Rácio	54,48±2,74	---	---	---	---	33,02±1,34	---		---	---	36,56±1,60			---	---
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,19 ± 0,01	0,30	---	0,12	---	0,30±0,01	0,80	---	0,20	---	0,33±0,01	0,40		0,20	

Fonte: PIQ: Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2003)

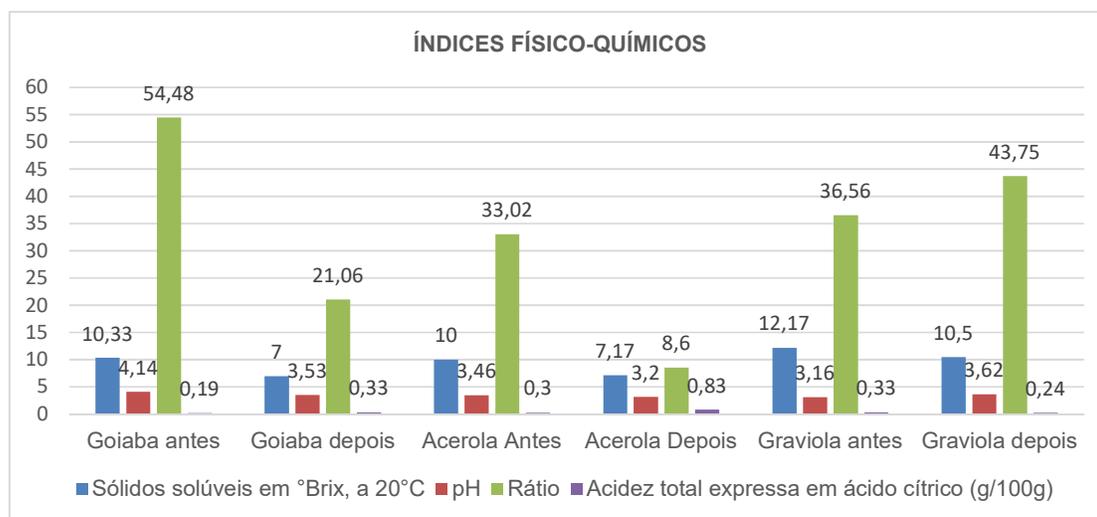
Tabela 16 – Relação de valores para novo processo com redução de açúcar e adição de água dos índices físico-químicos dos sucos tropicais de goiaba, acerola e graviola com os valores estabelecidos pela legislação brasileira

Índices físico-químicos	Suco tropical goiaba	PIQ		PIQ		Suco tropical acerola	PIQ		PIQ		Suco tropical graviola	PIQ		PIQ	
		Não adoçado		Adoçado			Não adoçado		Adoçado			Não adoçado		Adoçado	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		Mín.	Mín.	Mín.	Máx.		Mín.	Mín.	Mín.	Máx.
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	7	6,00		11,00		7,17±0,24	5,00	---	10,00	---	10,5	8,00	---	---	---
pH	3,53 ± 0,01	---	---	---	---	3,20 ± 0,16	---		---	---	3,62 ± 0,02	---	---	---	---
Rácio	21,06±1,10	---	---	---	---	8,60±1,16	---		---	---	43,75±0,82			---	---
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,33 ± 0,02	0,30	---	0,12	---	0,83±0,01	0,80	---	0,20	---	0,24±0,01	0,40		0,20	

Fonte: PIQ: Padrão de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2003)

Diante de todo contexto explanado nas tabelas anteriores, evidencia-se a seguir um gráfico em que delinea a comparação dos resultados experimentais antes e depois dos ajustes realizados em triplicata das análises físico-químicas realizadas em laboratório.

Figura 17 – Comparação dos resultados experimentais antes e depois dos ajustes realizados em triplicata das análises físico-químicas



Fonte: Dados do autor (2020)

Diante dos resultados comparados na figura 17, pode-se observar a ocorrência de uma redução significativa nos valores de sólidos solúveis de todos os sabores depois dos ajustes realizados, como também nos valores de pH e Rácio dos sabores de acerola e goiaba e conseqüentemente dos valores da acidez total do sabor de graviola, pois nesta última diminuição é conseqüência do acréscimo de água na formulação do produto .

No que tange aos valores de acidez total dos sabores de acerola e goiaba os dados evidenciam um aumento significativo por conseqüência da correção com acréscimo de acidulante/regulador de acidez sendo necessário para o enquadramento da legislação vigente (BRASIL, 2003).

Como já mencionado anteriormente, a relação do índice "RATIO" relaciona os índices sólidos solúveis e acidez, sendo assim foi visível perceber que os valores do Rácio do sabor de graviola teve um aumento significativamente por conseqüência da adição de água na formulação final baixando os níveis de açúcar e acidez.

Todas essas alterações realizadas nos três sabores modificaram significativamente os resultados dos valores dos índices físico-químicos o que possibilitou a relação positiva com os valores estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2003). Assim, os dados se enquadraram dentro dos valores estabelecidos pelo Padrão de Identidade e Qualidade dos sucos tropicais.

Doravante, as tabelas 17 e 18 demonstraram os resultados antes e depois dos reajustes realizados em triplicata e observou-se que em ambas os resultados têm uma tendência de aumento nos valores da densidade em função dos sólidos solúveis (°Brix). Sendo assim, para consubstanciar estes valores experimentais realizados em laboratórios que a função da concentração dos sólidos solúveis possuem uma relação com a densidade de uma solução mesmo depois que tenha sido alterado os componentes permanecem a proporcionalidade entre eles.

Tabela 17 – Resultados experimentais antes dos ajustes realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais

Fruta	°Brix	T (°C)	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) A	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) B	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) C	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) Média/ Desvio Padrão
Goiaba	10,33 ± 0,46	20,3±0,15	1041,791	1040,751	1041,542	1041,361 ± 0,44
Acerola	10	19,1±0,21	1039,421	1038,962	1039,531	1039,305 ± 0,25
Graviola	12,17 ±0,23	20,2±0,18	1050,720	1050,595	1049,846	1050,387 ± 0,39

Fonte: Dados do autor (2020)

Na tabela 17, demonstra os resultados obtidos em triplicata depois dos ajustes realizados e a comprovação que alterando componentes de uma mistura altera significativamente as propriedades desta solução.

Tabela 18 – Resultados experimentais depois dos ajustes realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais

Fruta	°Brix	T (°C)	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) A	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) B	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) C	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) Média/ Desvio Padrão
Goiaba	10,33 ± 0,46	19,±0,15	1028,100	1028,000	1028,600	1028,23 ± 0,26
Acerola	10	20,1±0,33	1027,300	1027,400	1027,700	1027,47 ± 0,17
Graviola	12,17 ±0,23	20,4±0,25	1042,320	1042,190	1041,990	1042,17 ± 0,13

Fonte: Dados do autor (2020)

Todavia, nesta demonstração de valores, foi essencial relacionar os valores percorridos dos dados anteriores em que são informadas a referência das análises realizadas em triplicata das densidades de sucos tropicais, e os valores teóricos calculados por intermédio dos modelos matemáticos consubstanciados pelos autores: Alvarado e Romero (1989), Constenla, Lozano e Crapiste (1989), citado por Mattos e Mederos (2008).

As duas tabelas dialogam de dados concernentes acerca da densidade experimentada.

Tabela 19 – Resultados experimentais realizados em triplicata das densidades dos sucos tropicais e os valores teóricos das densidades encontradas na literatura

Sucos Tropicais	Amostras de Densidade teórica (kg.m ⁻³)				
	°Brix	Temperatura °C	Densidade Experiência (kg.m ⁻³) Média/Desvio Padrão	Modelo A Erro (%)	Modelo B Erro (%)
Goiaba	10,33 ± 0,46	20,3±0,15	1042 ± 0,44	1038 0,38	1041 0,09
Acerola	10	19,1±0,21	1039 ± 0,25	1038 0,09	1041 0,19
Graviola	12,17 ±0,23	20,2±0,18	1051 ± 0,39	1046 0,47	1049 0,19

Fonte: Dados do autor (2020)

Onde: Modelo A: $\rho = 996 + 4,17(^{\circ}B)$; Alvarado e Romero (1989) – para polpas e sucos de frutas (5° a 30° Brix). Modelo B: $\rho = \rho_w / (0,992417 - 3,73 \times 10^{-3} \cdot ^{\circ}B)$; em que $\rho_w = 993,89 \text{ g.cm}^{-3}$ e °B = valores experimentais; para suco de maçã clarificado a T=20°C a 80°C de 12° a 68,5 °Brix).

$$Erro(\%) = 100 \left| \frac{(\text{valor.teórico} - \text{valor.experimental})}{\text{valor.experimental}} \right|$$

(16)

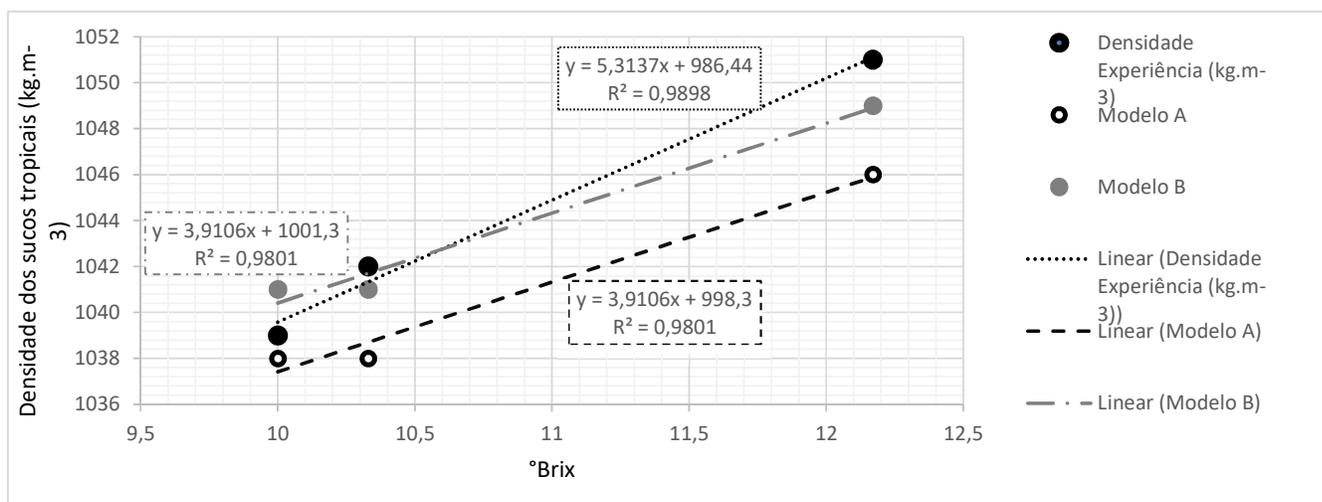
Onde: Valor teórico é o valor da densidade encontrada em modelo; Valor experimental é o valor da densidade encontrada na experiência. Constatou-se assim, que os modelos forneceram ajustes adequados em relação às determinações experimentais, com erros percentuais (Equação 16) máximos em torno de 0,47%.

O modelo B, representou os dados experimentais com o menor valor de erro, proposto por Constenla, Lozano e Crapiste (1989). Com erros (Equação 16) variando de 0,09 a 0,19% comparado com o modelo A proposto por Alvarado e Romero (1989).

Com erros a Equação (16) variando de 0,09 a 0,47%. Os maiores erros foram para amostra de polpa de graviola, variando de 0,19 a 0,47% estes erros, podem estar relacionados ao alto teor de fibras da polpa, aumentando o valor da densidade.

Para comparar os valores encontrados dos dados experimentais com os valores encontrados na literatura e visualizando a aproximação dos gráficos da Figura 12 consta-se que existe uma relação de aproximação bem considerável do modelo B com o gráfico representando os valores da densidade realizada em laboratório.

Figura 18 – Valores experimentais de densidade de sucos tropicais em função do °Brix comparados aos modelos A, discorridos por Alvarado e Romero (1989) para polpas e sucos de frutas e o modelo B de Constenla *et al.* (1989) para suco de maçã clarificada



Fonte: Dados do autor (2020)

Conclui-se assim, que o modelo B mesmo tendo menor valor de erro da Equação (16) variando de 0,09 a 0,19%, oportunizou a coincidência da reta mais próxima da reta da densidade experimental conforme Figura 9 e em função de duas variáveis, sólidos solúveis e temperatura na equação.

Neste aspecto, o modelo B foi o mais adequado para ser utilizado na plataforma do sistema computacional visto que proporcionou para encontrar as densidades dos sucos tropicais e polpas de frutas utilizadas no processo de produção.

4.5 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

Com as realizações das análises físico-químicas realizadas em triplicata das amostras de mesmo lote dos sucos tropicais de sabores de acerola, goiaba e graviola em laboratório e confrontadas com os resultados encontradas na plataforma do Software computacional conseguiu-se relacionar as duas variáveis a um mesmo problema.

Com isso interessados no estudo da relação entre essas variáveis de natureza quantitativa, a correlação foi escolhida como um instrumento adequado para descobrir e medir essa relação.

Neste sentido, foi utilizado para validar o sistema computacional o coeficiente de correlação de Pearson (r), também chamado de correlação linear ou r de Pearson, sendo um grau de relação entre duas variáveis quantitativas e expressando o grau de correlação através de valores situados entre -1 e 1. Sabendo que quando o valor calculado se aproximar de 1, nota-se uma relação linear positiva.

Assim, quando o valor se aproximar de -1, também é possível dizer que as variáveis são correlacionadas, é chamado de correlação negativa ou inversa. Um coeficiente de correlação próximo de zero indica que não há relação entre as duas variáveis, e quanto mais eles se aproximam de 1 ou -1, mais forte é a relação. A equação utilizada para encontrar a correlação de Pearson (r) foi a seguinte:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (17)$$

Onde: n = número de observações; $\sum x_i y_i$ = somatórios do produto das variáveis x_i e y_i ; $\sum x_i$ = somatório das variáveis x_i ; $\sum y_i$ = somatório das variáveis y_i ; $\sum x_i^2$ = somatório das variáveis x_i^2 ; $(\sum x_i)^2$ = somatório das variáveis x_i elevado ao

quadrado; $\sum y_i^2$ = somatório das variáveis y_i^2 ; $(\sum y_i)^2$ = somatório das variáveis y_i elevado ao quadrado.

A seguir informou-se os valores dos resultados das análises físico-químicas antes dos ajustes realizados em triplicata das amostras de mesmo lote dos sucos tropicais em laboratório e confrontadas com os resultados encontradas na plataforma (Apêndice A) do Software computacional e apresentados na Tabela 18.

Na sequência foi realizado o valor da correlação linear entre as variáveis quantitativas das amostras e exprimindo o grau de correlação linear utilizando a Equação 17. Encontrado o valor da correlação linear entre os valores das análises físico-químicas dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola em laboratório e pelo programa do software (PIQ-ST) iguais a $r = 0,999885$; $0,999538$; $0,999688$, respectivamente.

Conclui-se assim, que o valor obtido tornou o processo eficaz na realização da sistematização do controle de qualidade dos sucos tropicais via software computacional.

Tabela 20 – Valores antes dos ajustes realizados obtidos das análises físico-químicas dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola

Índices físico-químicos	Suco tropical de Acerola		Suco tropical de Goiaba		Suco tropical de Graviola	
	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	10	11,28	10,33±0,46	11,47	12,17 ±0,23	13,21
pH	3,46 ± 0,04	3,46	4,14±0,02	4,14	3,16 ± 0,02	3,16
Rácio	33,02±1,34	17,62	54,48± 2,74	86,77	36,56±1,60	10,48
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,30± 0,01	0,64	0,19 ± 0,01	0,13	0,33±0,01	1,26
Densidade (kg/m ³)	1039 ± 0,25	1045,83	1042 ± 0,44	1045,83	1051 ± 0,39	1053,81

Fonte: PIQ-ST: Padrão de Identidade de Qualidade-Sucos Tropicais (2003)

Seguidamente, evidencia-se a tabela 21, demonstra que além das reduções de açúcares evidenciada pelo valor do índice de sólidos solúveis houve um ajuste nos índices de acidez total tanto nas análises físico-químicas realizadas em laboratório quanto nos valores encontrados na plataforma através da simulação.

Tabela 21 – Valores depois dos ajustes realizados obtidos das análises físico-químicas dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola.

Índices físico-químicos	Suco tropical de Acerola		Suco tropical de Goiaba		Suco tropical de Graviola	
	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)	Análises físico-químicas	Software (PIQ-ST)
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	7	7,57	7,17±0,24	7,90	10,5	12,08
pH	3,53 ± 0,01	3,22	3,20 ± 0,16	3,53	3,62 ± 0,02	3,62
Rácio	21,06± 1,10	6,75	8,60±1,16	14,39	43,75±0,82	27,51
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,33 ± 0,02	1,12	0,83± 0,01	0,55	0,24±0,01	0,43
Densidade (kg/m ³)	1027 ± 0,17	1030,84	1028 ± 0,26	1032,14	1042 ± 0,13	1049,14

Fonte: PIQ-ST: Padrão de Identidade de Qualidade-Sucos Tropicais (2003)

Logo após a efetivação dos ajustes de redução de açúcar e o acréscimo de água na formulação dos sucos tropicais, obteve-se os resultados das análises físico-químicas realizadas em triplicata das amostras de mesmo lote dos sucos tropicais em laboratório foram confrontados com os valores encontradas na plataforma do sistema computacional e apresentados na Tabela 22.

Na sequência foi realizado o valor da correlação linear entre as variáveis quantitativas das amostras e exprimindo o grau de correlação linear utilizando a Equação 17. E como consequências obtiveram o valor da correlação linear dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola em laboratório e pelo programa do software (PIQ-ST) aproximadamente igual a $r = 0,999902$; $0,999986$; $0,999870$, respectivamente.

Frisa-se que valor obtido depois dos ajustes tornara o processo eficaz na realização da sistematização do controle de qualidade dos sucos tropicais via software computacional. Pois foi identificada uma relação entre as variáveis linear positiva.

4.7 RESULTADOS DE REDUÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZANDO O SOFTWARE COMPUTACIONAL

Diante dos pressupostos teóricos efetivados no campo epistemológico, realizou-se de forma minuciosa a simulação computacional na plataforma do

software para um processo já existente de três amostras de sucos tropicais, assim como também um novo processo com redução de açúcar e adição de água.

Sendo que, doravante confrontou-se na própria plataforma do software com os valores dos parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical da Instrução Normativa nº 12, de 2003 do Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Esses procedimentos foram realizados em conformidade com os pressupostos estabelecidos anteriormente, em que conseguiu-se reduzir para cada sabor de suco tropical de acerola e goiaba 15 kg de açúcar cristal utilizada na etapa de formulação de produção do suco tropical conforme os (Apêndices J, K, L e M).

Quando reduzido a concentração de açúcar expresso em Sólidos solúveis (°Brix) do suco tropical de acerola de 11,28 °Brix para 7,99 °Brix e do suco tropical de goiaba de 11,47 °Brix para 8,19 °Brix. E acrescido de 40 litros de água na formulação o (°Brix) do suco tropical de graviola passou 13,20 °Brix para 12,08 °Brix.

Não obstante, a empresa pesquisada disponibilizou do transcórre do estudo à planilha de custos de produção com relação a cada pacote de 12 unidades de suco de 250 ml de cada sabor dos sucos tropicais, relacionando o antes e depois da redução de açúcar e adição de água, conforme exposto na Tabela 22.

Tabela 22 – Planilha de custos de produção (I)

Planilha de Custos Utilizando 40 kg açúcar (acerola e goiaba), sem adição de 40 litros de água (graviola).						
Sabor	Custo Variável Direto	Custo Variável Indireto	Custo Fixo	Custo Total	Mark Up	Preço de Venda
Acerola 12X250 ml	R\$ 6,87	R\$ 5,48	R\$ 4,20	R\$ 16,55	45,02%	R\$ 24,00
Goiaba 12X250 ml	R\$ 5,83	R\$ 4,58	R\$ 3,49	R\$ 13,90	72,66%	R\$ 24,00
Graviola 12X250 ml	R\$ 6,62	R\$ 5,70	R\$ 4,38	R\$ 16,70	43,71%	R\$ 24,00
Planilha de Custos Utilizando 25 kg açúcar (acerola e goiaba), com adição de 40 litros de água (graviola).						
Sabor	Custo Variável Direto	Custo Variável Indireto	Custo Fixo	Custo Total	Mark Up	Preço de Venda
Acerola 12X250 ml	R\$ 6,63	R\$ 5,48	R\$ 4,20	R\$ 16,31	47,15%	R\$ 24,00
Goiaba 12X250 ml	R\$ 5,58	R\$ 4,58	R\$ 3,49	R\$ 13,65	75,82%	R\$ 24,00
Graviola 12X250 ml	R\$ 6,05	R\$ 5,70	R\$ 4,38	R\$ 16,13	48,79%	R\$ 24,00

Fonte: Amazon Coko Indústria Alimentícia Ltda (2020)

Com base nos valores expressos na tabela, evidenciou-se que todos os sabores apontam a priori o custo variável direto e o custo total uma redução de valor.

Dessa forma, percebeu nos resultados que houve um impacto diretamente na diminuição do custo total da produção nos três sabores em cada batelada produzida na empresa, com um valor maior de redução no suco tropical de graviola onde o custo total reduzido foi de R\$ 0,40 (quarenta centavos) por pacote contendo 12 (doze) unidades de 250 ml.

Em referência aos sucos de acerola e goiaba respectivamente, a redução do custo total foi de R\$ 0,24 (vinte e quatro centavos) e R\$ 0,25 (vinte e cinco centavos) por pacote contendo 12 (doze) unidades de 250 ml. No entanto, no custo variável indireto e no custo fixo permaneceu de forma inalterada os três sabores em estudo. Sendo que para os três sabores de sucos tropicais o preço de venda permaneceu constante, pois foi opção da empresa.

Finalizando a respectiva análise observou-se um aumento significativo no Mark Up dos três sucos tropicais por pacote contendo 12 (doze) unidades de 250 ml em análise possibilitando uma melhor margem de negociação de venda para clientes com demandas maiores. Contudo, foi notório um aumento na margem de lucratividade no preço de venda do produto final.

Tabela 23 – Planilha de custos de produção (II)

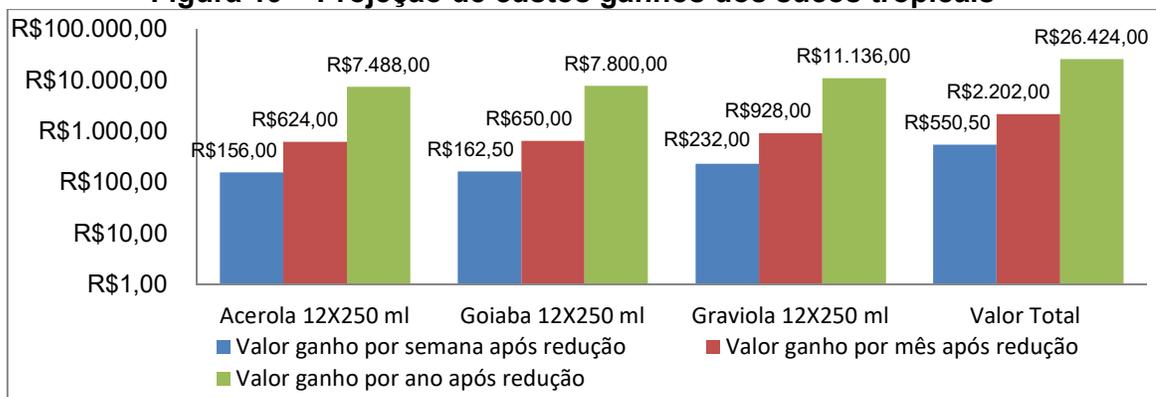
Sabor	Custo Total Utilizando 40 kg açúcar	Custo Total Utilizando 25 kg açúcar	Valor ganho por batelada após redução	Valor ganho por semana após redução	Valor ganho por mês após redução	Valor ganho por ano após redução
Acerola 12X250 ml	R\$ 16,55	R\$ 16,31	R\$ 31,20	R\$156,00	R\$ 624,00	R\$ 7488,00
Goiaba 12X250 ml	R\$ 13,90	R\$ 13,65	R\$ 32,50	R\$162,50	R\$ 650,00	R\$ 7800,00
Graviola 12X250 ml	R\$ 16,70	R\$ 16,13	R\$ 58,00	R\$232,00	R\$ 928,00	R\$ 11.136,00
Valor Total				R\$ 550,50	R\$ 2.202,00	R\$ 26.424,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Essa estimativa de lucro ocorre quando é realizado os cálculos para cada batelada produzida de acordo com a tabela 21, que demonstra a possibilidade de 130 (cento e trinta) pacotes de ambos os sucos tropicais de acerola e goiaba com 05 (cinco) bateladas de cada por semana e graviola um quantitativo de 145 pacotes de 250ml em cada batelada, com 4(quatro) bateladas por semana .

Assim, os valores informados, apresentam para a empresa um resultado que durante um ano de produção irá ocorrer uma economia de R\$ 26.424,00 (vinte e seis mil quatrocentos e vinte e quatro reais).

Figura 19 – Projeção de custos ganhos dos sucos tropicais



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Ressalta-se que estes valores apresentados na Figura 18, torna-se o suficiente para realizar algumas melhorias na empresa como: adquirir polpa de frutas com procedência de certificação de qualidade já que esse três sabores selecionados na pesquisa eram os que possuíam certificado de qualidade, aquisição de novos equipamentos para o laboratório para realização de outras análises físico-químicas do produto final.

Dessa forma ao considerar os gastos que a empresa possui com o responsável técnico no período de um ano, será possível uma economia de R\$ 26.424,00 (vinte e seis mil quatrocentos e vinte e quatro reais), o que enfatiza que a indústria será capaz de pagar 88,08% desse valor, ou seja, precisaria de uma estimativa de 14 (quatorze) meses aproximadamente para pagar os respectivos custos ao profissional responsável.

5 CONTRIBUIÇÕES

5.1 ACADÊMICAS

Com o desenvolvimento do software computacional proposto, pretende-se incentivar o uso deste aplicativo para auxiliar como uma metodologia aplicada nas empresas de sucos tropicais, como também ser uma metodologia utilizada numa plataforma prática virtual neste momento de pandemia nas aulas remotas.

O software (Anexo E) passou por um Certificado de Registro de Programa de Computador pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial-INPI com número de processo N^o: BR512020000761-9.

5.2 ECONÔMICAS

Sobre os aspectos econômicos, os benefícios resultarão em economia de matérias-primas para empresa influenciando diretamente na diminuição do custo total de produção, como consequência um aumento de sua margem de lucratividade na produção e uma boa margem de negociação do produto final.

Como também no desenvolvimento de um produto dentro dos índices aceitáveis para o consumo de acordo com a legislação vigente aumentando a competitividade no mercado e futuras ampliações de mercado para exportações.

5.3 SOCIAIS

As vantagens deste trabalho para sociedade é que além dos três sabores de sucos tropicais desenvolvidos em redução de níveis de açúcar aceitáveis para os clientes, os demais sabores produzidos pela empresa serão avaliados e modificados tendo como consequência um produto dentro dos índices aceitáveis para o consumo da sociedade.

6 CONCLUSÃO

Ao chegar nas considerações finais deste estudo, observou-se um ganho epistemológico acerca do objeto pesquisado, além do acréscimo de uma significativa experiência no campo da produção que permeia o universo dos sucos tropicais de acerola, goiaba e graviola.

Enquanto pesquisador, observou-se que no transcorrer da coleta de dados e das experiências realizadas em laboratório que o problema e o objetivo principal deste estudo foram alcançados.

Dentro deste contexto, as respostas foram ocorrendo quando se aplicou o software computacional que auxiliou o processo de fabricação dos sucos tropical referente aos três sabores escolhidos.

Além disso, a aplicabilidade do software, invés de uma planilha do Programa de Excel comumente utilizada em pesquisas de tal relevância científica, se deve ao fatores proporcionados pela questão do sistema computacional que viabiliza a confiabilidade dos dados, pois os laudos e relatórios desenvolvidos não podem ser alterados depois de realizados.

Doravante, o manuseio do software na plataforma é bem menos complexos do que o ofertado pelas planilhas de Excel, visto que eles se tornam inalterados e nem todas pessoas têm o conhecimento necessário para realizar mudanças.

Em termos de benefícios para a empresa referente à produção dos sucos tropicais o software norteou a apresentação dos dados de forma que evidenciasse análises comparativas para ser demonstradas para os órgãos fiscalizadores em conformidade com a legislação brasileira.

Diante deste contexto, é imprescindível que as empresas que trabalham no ramo da produção de alimentos adquiram uma ferramenta computacional para deliberar uma padronização e ao mesmo tempo inserir no campo mercadológico a sua logomarca para que toda a sociedade conheça.

Ressalta-se, que o uso do software viabiliza até a efetivação de impressões e gravações dos dados dos produtos, e sem a necessidade do uso de licenças de pacotes do Windows, visto que o sistema computacional é gerido pela própria empresa.

É importante destacar que uma produção acompanhada pelas diretrizes legais e tecnológicas têm em sua práxis delinear a lucratividade, pois é possível averiguar

após as coletas de dados, que o respectivo sistema computacional auxilia na redução de açúcar nas formulações do estudo efetivado.

Ao terminar a pesquisa, percebeu-se um impacto na produção o que permitiu um ganho na lucratividade para a empresa sobre o preço de venda uma estimativa de ganho anual equivalente à R\$ 26.424,00 (vinte e seis mil quatrocentos e vinte e quatro reais).

Além disso, observou que este estudo é de grande relevância social, acadêmica e econômica para sociedade, pois um suco tropical bem produzido é suma importância para a qualidade de vida dos indivíduos.

Por fim, este trabalho possibilitou também uma grande reflexão sobre a eficácia que a ciência da engenharia da produção pode colaborar para ascensão mercadológica de produtos, quando se adequam o processo tecnológico na celeridade e otimização dos serviços industriais alcançar as premissas qualitáveis.

Deixa-se como sugestão que os resultados adquiridos deste estudo possam ser divulgados para acadêmicos, professores e pesquisadores que se debruçam ao campo epistemológico do elencado objeto.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: Informação e documentação – sumário – apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento – apresentação. Rio de Janeiro, 2012. 4p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação – citações em documentos – apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

ABIR. **Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas**. Disponível em: <<https://abir.org.br/>>. Acesso em: maio de 2019.

ANDRADE, E. L. D. **Introdução à pesquisa operacional**: métodos e modelos para análise de decisões. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

ARENALES, M., MORABITO, R., ARMENTANO, V. & YANASSE, H. **Pesquisa operacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BERTI, R. C.; SANTOS, D. C. Importância do controle de qualidade na indústria alimentícia: prováveis medidas para evitar contaminação por resíduos de limpeza em bebida UHT. **Atas de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 23-38, 2016.

BERTI, Rita C.; SANTOS, Daniela Carvalho. Importância do controle de qualidade na indústria alimentícia: prováveis medidas para evitar contaminação por resíduos de limpeza em bebida UHT. **Atas de Ciências da Saúde** (ISSN 2448-3753), São Paulo, v. 4, n. 1, p. 23-38, maio 2016. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1084>>. Acesso em 12 jan. 2020.

BERTOLINO, MT. **Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia**: ênfase na segurança de alimentos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

BHUYAN, M. **Measurement and control in food processing**. New Work: Taylor & Francis/CRC, 2007.

BORGES, P. R. S.; CARVALHO, E. E. N., BOAS, E. V. de B. V.; de LIMA, J. P.; RODRIGUES, L. F. (2011). Estudo da estabilidade físico-química de suco de abacaxi "Pérola." **Ciência e Agrotecnologia**, 35(4), p. 742–750. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400013>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº. 8.918, de 4 de junho de 1994, que dispõe a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislação/231844/decreto-6871-09>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial – CGAL. **Manual de métodos de análises de bebidas e vinagres**. Portaria nº 76, de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 nov. 1986. Seção 1, pt. 2. Brasília, 1986.

BRASIL. **Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003**. Regulamento técnico geral para fixação de identificação e qualidade gerais para suco tropical. Diário Oficial da União, seção 1, 09 de setembro de 2003. Brasília, 2003.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, seção 1, 04 de junho de 2009. Brasília, 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 01, de 07 de Janeiro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 10 jan. Brasília, 2000. Seção 1, nº 06. Acesso em: 15 maio 2019.

CASTRO, JC.; MADDO, JD; IMÁN, SA. Camu-camu – *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. **Exotic Fruits**. Reference Guide: 2018, p. 97-105.

CASTRO, T.; ZAMBONI, P.; DOVADONI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. (2015). Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 74(4), 426-436.

CARVALHO, R. C., Filho, J. R. F., & Junior, S. F. (n.d.). **A Utilização de Programas Computacionais da área de estruturas no Ensino de Engenharia Civil**. 2010.

Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/20/st/t/t101.pdf>. Acesso em: 20 de jul. 2020.

CELESTINO, Sonia Maria Costa. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

COUTINHO, Bruno Cardoso. **Sistemas operacionais**. Colatina: CEAD / Ifes, 2010.

CRIOLLO, Luisa Fernanda Rivera. **Monitoramento e avaliação da regulamentação sobre rotulagem de alimentos alergênicos no Brasil: proposição de indicadores e métricas**. Rio de Janeiro, 2016. 116 p. Dissertação (Mestrado - em Metrologia). Pontifícia Universidade Católica. Disponível em: <<https://doi.org/10.17771/PUCRio.acad.27578>>. Acesso em 20 fev. 2020.

EPAEP. **Análise do processo de produção de sucos concentrados através da utilização de ferramentas da qualidade**. figshare. Data set. 2015 Disponível em: <<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1372492.v1>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FRANT, J.B. Tecnologias e Educação Matemática. **Educação Matemática em Revista**. SBEM. n. 6. ano 5. p.19-20. 1998.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2012). **World Agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision** (ESA Working Paper, no. 12-03). Rome: FAO. Recuperado em 10 de setembro de 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2020.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos. **Princípios e Prática**, 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 610 p.

FIGUEIREDO, Ana Virgínia Almeida; RECINE, Elisabetta; MONTEIRO, Renata. Regulação dos riscos dos alimentos: as tensões da Vigilância Sanitária no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva** [online]. v. 22, n.7, 2017. p. 2353-2366. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232017227.25952015>>. Acesso em: 10 jan 2020.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HABERT, A. C.; BORGES, C.; NOBREGA, R. **Processos de separação com membranas**. Rio de Janeiro: Editora E-pappers, 2006. v. 3.

I. PERGHER, G. L. Vaccaro, M. Pradella. **Aplicação da simulação computacional para determinar a capacidade produtiva do processo de produção de pães: um estudo de caso**. Produto & Produção: 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 25-27.

ITA - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Manual técnico de análise química de alimentos**. Campinas, 1990.

KOWALSKA, H; CZAJKOWSKA, K; CICHOWSKA, J; LENART, A. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. **Trends in Food Science & Technology**. v. 67, p. 150-159. sep. 2017. Disponível em:
<<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0924224416305647?token=F6C3AC425C5B1BB8F753B847DF79BA980FD8F2DF05A2CE7EFD3DAE894C157227A2896CFD9468B9C8B9303652220C4963>>. Acesso em 20 mai. 2020.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na tomada de decisão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LEMKE, Stella; AMORIM, Maégela Lourenço do Nascimento. **Produção e industrialização de alimentos**. 4. ed. atualizada e revisada. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. Rede e-Tec Brasil, 2013.

LIMA, B. T. P; CARVALHO JÚNIOR, L. C. A importância da padronização de processos e gerenciamento no setor de fast-food em Florianópolis. VI EEC. Joinville, abr. 2012. **Anais...** Disponível em:
<https://www.academia.edu/6180342/a_import%C3%82ncia_da_padroniza%C3%87%C3%83o_de_processos_e_gerenciamento_no_setor_de_fast-food_em_florian%C3%93polis> Acesso em: 27 abr. 2019.

LOESCH, C. & HEIN, N. **Pesquisa Operacional**. São Paulo. Saraiva, 2009.

MACHADO, Francis Berenger. **Arquitetura de Sistemas Operacionais**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2004.

MAGINA, S. O Computador e o Ensino da Matemática. **Tecnologia Educacional**. v. 26. n. 140. jan/fev/mar. 1998.

MAIA, Geraldo Arraes; SILVA, Larissa Moraes Ribeiro da; PRADO, Giovana Matias do; FONSECA, Ana Valquiria Vasconcelos; SOUSA, Paulo Henrique Machado de; FIGUEIREDO, Raimundo Wilane de. Development of mixed beverages based on tropical fruits. **Non-Alcoholic Beverages**. v. 6: The Science of Beverages. 2019, p. 129-162. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152706000050>>. Acesso em 20 maio 2020.

MAIA ABREU, C. E. et al. Indústria 4.0: Como as Empresas Estão Utilizando a Simulação para se Preparar para o Futuro. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. São Paulo n. 12, 2018.

MATTOS, J. S.; MEDEROS, B. J. T. Densidade de polpas de frutas tropicais: banco de dados e determinação experimental. (Density of tropical fruits pulp: database and experimental determination). **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 2, n. 2, p. 109-118, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.18011/Bioeng2008v2n2p109-118>> Acesso em: 25 fev. 2020.

MELLO, Fernanda Robert de et al. **Bromatologia** [revisão técnica: Sandra Maria Pazzini Muttoni]. 2. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 466 p.: il.

MELLO, Fernanda Robert de. et al. **Tecnologia de alimentos**. [Revisão técnica: Sandra Maria Pazzini Muttoni]. 2. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 466 p.: il.

MELO, José Robson de Lima; SANTOS, Edilayane da Nóbrega; SOUZA, César Lincoln Oliveira de; QUEIROGA, Inês Maria Barbosa Nunes; CAVALCANTI, Mônica Tejo. Desenvolvimento de layout para unidade de processamento de polpa de frutas provenientes da agricultura familiar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1. 2016. **Anais...** v. 1, 2019.

MINARDI, Andrea. Gestão de risco financeiro. RAE - **Revista de Administração de Empresas**, v. 46, n. 4. 120 p. Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155118708012>. Acesso em: 11 jan. 2020.

MORGAN, Mark T.; HALEY, Timothy A. Design of Food Process Controls Systems. In: KUTZ, Myer. **Handbook of Farm: dairy and food machinery engineering**. 3. ed. Ed. Elsevier, 2019, p. 533-591.

MOY, J. H. Vacuum-puff freeze drying of tropical fruit juices. **Journal of Food Science**, v. 36, n. 6, p. 906-910, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb15557.x>. Acesso em: 20 maio 2020.

MÜLLER, Maurício da Cunha et al. Simulação computacional discreta em uma linha de produção de alimentos embutidos. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 2, p. 49-56, jul. 2015. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/5841>. Acesso em: 27 abr. 2019.

NAKANO, L. A.; CANDÉA, I. V.; MATTIETTO, R. A.; GOMES, F. S.; MATTA, V. M. Compostos bioativos em polpas de frutas da Amazônia. **Anais**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 23, 2012, Campinas: Unicamp, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79071/1/2012-128-NAKANO.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2016.

NASCIMENTO, J. F. do; BARROSO, B. dos S.; TOSTES, E. do S. L.; SILVA, A. do S. S. da; SILVA JÚNIOR, A. C. S. da. Análise físico-química de polpas de acerola (*Malpighia glabra* L.) artesanais e industriais congeladas. **Pubvet**, v. 12, n.6, p. 1-6. Jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n6a109.1-6>.

NOGUEIRA, A. M. P.; FIGUEIRA, R.; DUCATTI, C.; VENTURINI FILHO, W. G. Análise isotópica do carbono e legalidade de polpas, sucos tropicais e néctares comerciais de goiaba. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 2. jul./dez. 2016.

NOGUEIRA, A. M. P.; IMAIZUMI, V. M.; FIGUEIRA, R.; VENTURINI FILHO, W. G. (2016). Análises Físico-Químicas e Legislação Brasileira de Polpas, Sucos Tropicais e Néctares de Manga. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1932-1944, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rbta.v9n2.1870>. Acesso em: 20 abr. 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.; CONCEIÇÃO SOARES, D. S.; SANTOS, J. T. S.; NUNES, T. P. Avaliação de diferentes modelos de secagem para liofilização de mangabas maduras com diferentes diâmetros, através de indicadores de desempenho. **Scientia Plena**, v. 12, n. 5, p. 1-6, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2016.054210>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PAGLIARUSSI, M. S., MORABITO, R. & SANTOS, M. O. Otimização da programação da produção de bebidas à base de frutas por meio de modelos de programação inteira mista. **Gest. Prod.**, v. 24, n. 1, p. 64-77, 2017.

PEREIRA, C. R.; BUENO DA COSTA, M. A. Um modelo de simulação de sistemas aplicado à programação da produção de um frigorífico de peixe. **Revista Produção Online**, v. 12, n. 4, 972. (2014). Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v12i4.994>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVE, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v.17, n.4, p.437-442, out./dez. 2006.

PESSOA, M. J. O.; SANTIAGO, A. F. J. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Nova Cruz-RN p. 138-142. (2017) **4ª. Semana de Química do IFRN** (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte). Disponível em: <https://doi.org/10.4322/2526-4664.055>. Acesso em: 20 abr. 2019.

POMPELLI, Marcelo Francisco. Determinação do teor de sólidos solúveis em produtos vegetais (aula 47). In _____. **Práticas laboratoriais em biologia vegetal**. (site). Disponível em: <https://biologiavegetal.com/47-determinacao-do-teor-de-solidos-soluveis-em-produtos-vegetais/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

POLON, Paulo Eduardo. **Otimização da produção da indústria de embutidos**. Polon Maringá: 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano. FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul: 2013.

RAIMUNDO, Kátia et al. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 539-543, jun. 2009.

ROCHA, T. N.; ETGES, B. I. Consumo de alimentos industrializados e estado nutricional de escolares. **Biológicas & Saúde**, v. 9, no. 29, 2019.

RONG, A., AKKERMAN, R. & GRUNOW M. An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. **International Journal of Production Economics**. Estudos. v. 131, n. 1, p. 421- 429, 2011.

ROSENTHAL, A. et al. Processo de produção. In: MORETTI, C.; AZEVEDO, J. H. de. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas**.

Brasília, DF: Embrapa. Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças: SEBRAE, 2003. (Série Agronegócios).

ROSENTHAL, A.; TORREZAN, R.; POSTHARVEST, SFL.; NARAIN, N. Biology and technology of tropical and subtropical fruits: fundamental issues. In: YAHIA, Elhadi M. (Edit). **Postharvest biology and tecnologia of tropical and subtropical fruits**. v. 1 (Fundamental issues). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. p. 419-484, .2011.

SAIGER, K. A. L. M. **Guava Powder Production using Pilot Scale Spray Dryer and Nutrient Retention Study**. Monography (Bachelor of Chemical Engineering). Faculty of Fhemical & Natural Resources Engineering, Universiti Malaysia Pahang, 52 p. 2008. Disponível em: <<http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/620/1/2765.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2020.

SILBERSCHATZ, A. & GAGNE, G. & GALVIN, P. B. **Fundamentos de Sistemas Operacionais**. Tradução de Adriana Cashin Rieche. Rio de Janeiro, 2004.

SILVA GARCIA, F. Metodologia da Pesquisa Científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. **Revista Eletrônica Diálogos Acadêmicos**, v. 8, no. 1, p. 72-87, 2015.

SILVA, CEF.; ABUD, A. K. S. **Tropical fruit pulps**: processing, product standardization and main control parameters for quality assurance. Brazilian Archives of Biology and Technology. v. 60: e160209. Jan/Dec. Curitiba, 2017.

SILVA, CEF.; MOURA, EM. de O.; SOUZA, JEA. de; ABUDB, AKS. Quality control of tropical fruit pulp in Brazil, **Chemical Engineering Transactions**, v. 44, p. 193-198, 2015.

SILVA, J. L. da; COSTA, F. B. da; NASCIMENTO, A. M. do; COSTA, R. R. do V.; SANTIAGO, M. de M. Avaliação física e físico-química de frutos de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) em diferentes estádios de maturação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 177, 2017.

SILVA, F. dos S.; ALMEIDA, A. C. F. de; GODOI E SILVA, K. A. O Desenvolvimento do Pensamento Computacional com a Integração do Software Scratch no Ensino Superior. **Revista Observatório**. v. 5. n. 1, p. 276-298. 14 jan. 2019.

SILVA, R. R. da, Soares, C. M. da S., Aguiar, A. O. de, Gomes, D. da S., Martins, G. A. de S., & Da Silva, W. G. (2019). Uso da programação linear na otimização de

processos dentro da indústria de alimentos. **Desafios Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal do Tocantins – UFT**. Palmas. n. 6 (Especial). p. 24–30, 2019.

SOARES, C. M. S.; ALVES, D. G. Otimização de uma formulação alimentícia utilizando programação linear visando diminuição de custo. **Anais do Seminário de Iniciação Científica da UFT**. n. 10. Palmas: 2015.

SOMOGYI, L. P.; LUH B. S. Dehydration of fruits. In: WOODROOF J. G. LUH, B. S. (Eds.). **Commercial Fruit Processing**, 2. ed. Westport, AVI, p. 353-405. 1986

SOUSA, R. C. P. et al. Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 366-372, 2013.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA – UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPAUNICAMP, 2011. 161 p.

TAYLOR, B. Fruit and juice processing. In: ASHURST, P. R. **Chemistry and technology of soft drinks and fruit juices**. 2. ed. Bodmin: Blackwell. p. 35-67. 2005.

VALDERRAMA, Patrícia; MARANGONI, Fabiane; CLEMENTE, Edmar. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 321-325, set./dez. 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000300012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 maio 2020.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Coord). **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 524 p.

VIEIRA, G. Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos industriais. **XIII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru: São Paulo, 2006.

XHARBOUR. **Versão 765**, 2019. Disponível em: <<https://www.xharbour.com/>>. Acesso em: 04 de fev. de 2020.

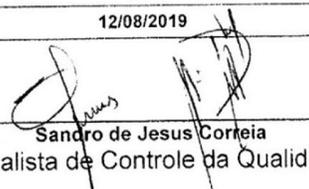
ANEXOS

ANEXO A - CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO ACEROLA

	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE
	CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO

Para: **Amazon Coco Ind. Alim. Ltda.**
 Produto: **Polpa de Acerola (Preservada).**
 Validade: **12 meses refrigerado a -12°C. / 04 meses armazenado de 0 a 10°C.**

Lote:	3190416
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS	
°Brix corrigido (Brix Corr. a 20°C):	8,20
Acidez (g/100g):	0,84
Ratio:	9,76
pH (reconstituído):	3,76
Sólidos Insolúveis Totais (Polpa decantada, %v/v):	70,0%
Cor:	Característico
Odor:	Característico
Sabor:	Característico
Conservantes Químicos	
Benzoato de Sódio (PPM):	0,8 g/kg
Metabissulfito de Sódio (PPM):	0,05g/kg
Análises Microbiológicas	
Contagem Total (UFC/mL):	Em análise
Bolores e Leveduras (UFC/mL):	Em análise
Coliformes a 45°C/g	Em análise
Salmonella sp/25g	Em análise
Embalagem	
Tipo:	Balde
Quantidade:	77
Peso Líquido:	18 kg
Data de Produção:	12/08/2019


Sandro de Jesus Corteia
 Analista de Controle da Qualidade

DELTA Indústria e Comércio Importação e Exportação de Alimentos Ltda.
 C.N.P.J.: 02.857.771/0001-25 – Inscrição Estadual: 210.118.520.115
 Rodovia Armando Sales Oliveira km 391 Caixa Postal – 141 – Zona Rural - Bebedouro - SP
 Fone/Fax: (17) 3344-5656 - CEP: 14.714-100
 E-mail: vendas@deltacitrus.com.br

ANEXO B - CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO GOIABA

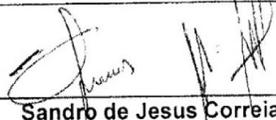
	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE
	CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO

Para: **Amazon Coco Ind. Alim. Ltda.**

Produto: **Polpa de Goiaba (Preservada).**

Validade: **12 meses refrigerado a -12°C./ 04 meses armazenado de 0 a 10°C.**

Lote:	3190395
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS	
°Brix corrigido: (Brix Corr. a 20°C):	9,10
Acidez (g/100g):	0,56
Ratio:	16,25
pH (reconstituído):	4,00
Sólidos Insolúveis Totais (Polpa decantada, %v/v):	8,0%
Cor:	Característico
Odor:	Característico
Sabor:	Característico
Conservantes Químicos	
Benzoato de Sódio (PPM):	0,8 g/kg
Metabisulfito de Sódio (PPM):	0,05g/kg
Análises Microbiológicas	
Contagem Total (UFC/mL):	90
Bolores e Leveduras (UFC/mL):	90
Coliformes a 45°C/g	Ausência
Salmonela sp/25g	Ausência
Embalagem	
Tipo:	Balde
Quantidade:	77
Peso Líquido:	18 kg
Data de Produção:	05/08/2019


Sandro de Jesus Correia
 Analista de Controle da Qualidade

DELTA Indústria e Comércio Importação e Exportação de Alimentos Ltda.
 C.N.P.J.: 02.857.771/0001-25 – Inscrição Estadual: 210.118.520.115
 Rodovia Armando Sales Oliveira km 391 Caixa Postal – 141 – Zona Rural - Bebedouro - SP
 Fone/Fax: (17) 3344-5656 - CEP: 14.714-100
 E-mail: vendas@deltacitrus.com.br

ANEXO C - CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO GRAVIOLA

	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE
	CERTIFICADO DE QUALIDADE DE PRODUTO

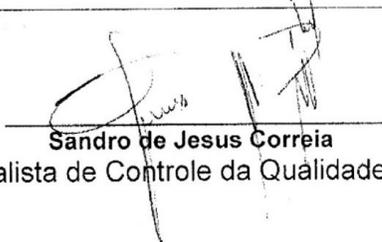
Para: **Amazon Coco Ind. Alim. Ltda.**

Produto: **Preparado Líquido para refresco de Fruta Adoçado - Graviola**

Validade: **12 meses armazenado a -12°C. / 06 Meses armazenado em temperatura ambiente**

NÃO CONTÉM ALERGÊNICOS DE ACORDO COM A RDC ANVISA N° 26/15.

Lote:	3190418
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS	
°Brix corrigido (Brix Corr. a 20°C):	56,80
Acidez (g/100g):	1,03
Ratio:	55,15
pH (reconstituído):	3,27
Polpa decantada (Sólidos não solúveis) %v/v:	7,0%
Cor:	Característico
Odor:	Característico
Sabor:	Característico
Conservantes Químicos	
Benzoato de Sódio (PPM):	900
Metabissulfito de Sódio (PPM):	Isento
Análises Microbiológicas	
Contagem Total (UFC/mL):	Em análise
Bolores e Leveduras (UFC/mL):	Em análise
Coliformes Totais (NMP / mL):	Em análise
Salmonela (ausência / presença em 25g):	Em análise
Embalagem	
Tipo:	Baldes
Quantidade:	123
Peso Líquido:	25 kg
Data de Produção:	13/08/2019


Sandro de Jesus Correia
 Analista de Controle da Qualidade

DELTA Indústria e Comércio Importação e Exportação de Alimentos Ltda.
 C.N.P.J.: 02.857.771/0001-25 – Inscrição Estadual: 210.118.520.115
 Rodovia Armando Sales Oliveira km 391 Caixa Postal – 141 – Zona Rural - Bebedouro - SP
 Fone/Fax: (17) 3344-5656 - CEP: 14.714-000
 E-mail: vendas@deltacitrus.com.br

ANEXO D - PROTOCOLO DE AULA PRÁTICA EM LABORATÓRIO

FARO - Faculdade de Rondônia
10 (Decreto Federal nº 5.773 de 09/05/2006)
Portaria nº 453 de 29/04/2010
Instituto João Neóricio
3443 (Portaria MEC/Sesu nº 369 de 19/05/2008)



PROTOCOLO DE AULA
SETOR DE LABORATÓRIOS

Data da entrega
22.02.2020
Visto do Responsável

Nº: _____

- 1) Nome da Disciplina: DISCRETÃO DE MESTRADO
 2) Nome do Professor: KENEDY
 3) Curso: MESTRADO EM ENSINARIA DE PRODUÇÃO
 4) Aula agendada com antecedência: Sim Não Horário da Aula: _____
 5) Materiais solicitados para aulas:

Nº	ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	QUANTIDADE
1.	<u>PH</u>	<u>1</u>
2.	<u>SOLUÇÃO DE NaOH 0,5 M</u>	<u>1</u>
3.	<u>FILTA DE 10 ml.</u>	<u>10</u>
4.	<u>BURETA DE 50 ml.</u>	<u>1</u>
5.	<u>REFRATÔMETRO MANUAL.</u>	<u>1</u>
6.		

- 6) Condições do Laboratório na entrada:

	Sim	Não
Limpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 7) Condições do Laboratório na saída:

	Sim	Não
Limpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 8)

DESCREVA A UTILIZAÇÃO NO LABORATÓRIO

DESENVOLVIMENTO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE SUCOS TROPICAIS PARA CONDUSE DA DISCRETÃO DE MESTRADO EM ENSINARIA DE PRODUÇÃO

OBS: Todo material deixado no laboratório sem a (IDENTIFICAÇÃO CORRETA) será descartado.
 Todo acadêmico sem EPI necessário para a realização da atividade, será retirado de sala.

Assinatura do Professor: Jonas Santos

Assinatura do Técnico: Arlene Pereira Sob.

ANEXO E – CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR




REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512020000761-9**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 27/04/2020, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE-SUCOS TROPICAIS

Data de publicação: 27/04/2020

Data de criação: 24/04/2020

Titular(es): GEORGEANO DANTAS MACIEL

Autor(es): RAIMUNDO KENNEDY VIEIRA; AGNES CRISTINA OLIVEIRA MAFRA; PAULO ALEXANDRE SERRA COUCELO DA FONSECA

Linguagem: C++

Campo de aplicação: AD-06

Tipo de programa: AP-03; AT-05; GI-01; GI-06; SO-07; TC-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
b1ad43ab2dc35c21a0363e5fe75e97760a3a06676ds234764aab56148b1e254ed7aa2e0c58a47a5da59797d504d273b73
6705639138139790aac05c94061e70

Expedido em: 05/05/2020

Aprovado por:
Hémar Alvares
Chefe da DIPTO - Portaria INPI/DIRPA Nº 09, de 01 de julho de 2019

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM, MARCA, ESTABELECIMENTO COMERCIAL E NOME EMPRESARIAL

Eu, José Estevão Nobuero Chagas Júnior, portador (a) da Cédula de Identidade RG nº 456.629 SSP/RO, inscrito (a) no CPF/MF sob o nº 486.322.792-20, representante legal da empresa Ind. Alim. Quero Mais, razão social Ind. Alim. Quero Mais, nome de fantasia Quero Mais, inscrita no CNPJ/MF sob nº 01.547.715/2001-21, localizada na Rua/Av. R. Fey Moreno nº S/N, no município de P. Velho RO, autorizo expressamente o uso da marca Quero Mais, da imagem e do nome empresarial do meu estabelecimento comercial, em caráter gratuito, definitivo e exclusivo, por prazo indeterminado, pelo Responsável Técnico Georgeano Dantas Maciel, inscrito no CPF sob nº 000.93010460, com sede no município de Porto Velho, Estado de Rondônia, na Av. Coronel Otávio Reis, nº 4575, captada na fotografia produzida pelo(a) mesmo em laboratório para Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração Gestão da Produção.

A presente autorização é concedida ao Georgeano Dantas Maciel a título gratuito, abrangendo inclusive a licença a terceiros, de forma direta ou indireta, bem como a inserção em materiais de divulgação interna e externa, inclusive em mídias eletrônicas e outras que existam ou venham a existir no futuro, para veiculação/distribuição em território nacional e internacional, por prazo indeterminado.

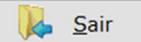
Por esta ser a expressão da minha vontade, declaro que autorizo o uso acima descrito, sem que nada haja a ser reclamado a título de contraprestação.



P. Velho - RO, 08 de março de 2020
 Assinatura: _____
 Telefone para contato: (68) 3221-0444
 E-mail: sucoquero@totalmail.com

APÊNDICE B - MENU PRINCIPAL MANUTENÇÃO DE SABORES

Manutenção de sabores

 Incluir  Alterar  Excluir  Sair

F12 Pesquisar:  Filtrar

Código	Nome
0	
1	ACEROLA
2	GOIABA
3	GRAVIOLA

<Insert>=Incluir <ENTER>=Alterar <Delete>=Excluir <ESC>=Sair

Dados de sabores

Código:  Gravar

Sabor:  Cancelar

APÊNDICE C - MENU PRINCIPAL CADASTRO DE PARAMETRO DE DESCRIÇÃO

Manutenção de parâmetros

F12 Pesquisar:

Código	Descrição do parâmetro
1	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
2	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
3	Ph

<Insert>=Incluir <ENTER>=Alterar <Delete>=Excluir <ESC>=Sair

Dados do parâmetro

Código:

Descrição:

APÊNDICE D - MENU PRINCIPAL CADASTRO DE MANUTENÇÃO DE PARÂMETROS DE POLPAS

Manutenção de parâmetros de polpas

Incluir Alterar Excluir Sair

F12 Pesquisar: Filtrar

Código	Descrição do parâmetro
01-ACEROLA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
01-ACEROLA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
01-ACEROLA	Ph
02-GOIABA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
02-GOIABA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
02-GOIABA	Ph
03-GRAVIOLA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
03-GRAVIOLA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
03-GRAVIOLA	Ph

<Insert>=Incluir <ENTER>=Alterar <Delete>=Excluir <ESC>=Sair

Dados do parâmetro

Código do sabor: 1 ACEROLA

Código parâmetro: 1 SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C

Valor de referência: 5,50

Gravar Cancelar

APÊNDICE E - MENU PRINCIPAL CADASTRO DE MANUTENÇÃO DE PARÂMETROS DE SUCOS

Manutenção de parâmetros de sucos

Incluir Alterar Excluir Sair

F12 Pesquisar: Filtar

Código	Descrição do parâmetro
01-ACEROLA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
01-ACEROLA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
01-ACEROLA	Ph
02-GOIABA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
02-GOIABA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
02-GOIABA	Ph
03-GRAVIOLA	SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C
03-GRAVIOLA	ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)
03-GRAVIOLA	Ph

<Insert>=Incluir <ENTER>=Alterar <Delete>=Excluir <ESC>=Sair

Dados do parâmetro

Código do sabor: 1 ACEROLA

Código parâmetro: 1 SOLIDOS SOLUVEIS EM °BRIX, A 20°C

Confirmar

Valores Mínimos		Valores Máximos	
Com açúcar :	0,00	Com açúcar :	10,00
Sem açúcar :	5,00	Sem açúcar :	0,00

Gravar Cancelar

APÊNDICE F - MENU PRINCIPAL DE COMPOSIÇÃO DE LANÇAMENTOS DE DADOS DO SUCO TROPICAL

Lançamento de dados do suco tropical

Dados de Referência da Composição

Data : / / Lote : Sabor : Fornecedor :

Dados da composição da polpa	
Sólidos solúveis em °Brix a 20 °C.....:	0,00000
pH da polpa da fruta.....:	0,00000
Quantidade de polpa da fruta (Kg).....:	0,00000
Porcentagem da polpa.....:	0,0000%
Acidez da polpa (g/100g).....:	0,000000
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3).....:	0,00000
Volume da polpa da fruta (L).....:	0,00000
Massa da polpa (g).....:	0,00000
Concentração da polpa (g/L).....:	0,00000

Dados calculados do suco tropical	
Volume Total do Suco Tropical (L).....:	0,00000
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L).....:	0,00000
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L).....:	0,00000
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g).....:	0,00000
Rácio.....:	0,00000

Dados da composição do açúcar e água	
Quantidade de açúcar (KG).....:	0,00000
Quantidade de água (L).....:	0,00000
Densidade do açúcar (Kg/L).....:	0,0000
Volume do açúcar (L).....:	0,00000
Volume do Açúcar e Água (L).....:	0,00000
Concentração do Açúcar (g/L).....:	0,00000

Dados da composição do suco tropical	
pH do Suco Tropical.....:	0,00000
Concentração [H+] (mol/L).....:	0,0000000
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L).....:	0,0000000
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g).....:	0,0000000
Sólidos solúveis em °Brix a 20 °C.....:	0,00000
Densidade do suco tropical (Kg/m3).....:	0,0000000

<F9> - Consulta composições

APÊNDICE H - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS

Consulta composições

Consulta de composições

F12 Pesquisar:  Localizar

Data	Sabor	N. do Lote	Fornecedor
28/04/2020	03-GRAVIOLA		00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
28/04/2020	02-GOIABA	3190395	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
28/04/2020	01-ACEROLA	3190416	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
05/05/2020	01-ACEROLA	3190416	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
18/05/2020	01-ACEROLA	1	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
18/05/2020	02-GOIABA	1	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
20/05/2020	02-GOIABA	3190395	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
20/05/2020	01-ACEROLA	3190416	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
20/05/2020	03-GRAVIOLA	3190418	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN
21/05/2020	02-GOIABA	3190395	00001-DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMEN

Total de registros : 27

 Laudo  Sair

APÊNDICE I - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL ACEROLA ANTES DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p>PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST Elaboração de Método de Análise de Produção pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Mafra Mestrando: Georgeano Dantas Maciel Programador: Msc. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="font-size: small;">Data Impressão: 21/05/2020 - 09:10:416 - Hora: 14:58:34 - Terminal: 001000-123456 - Página: 01 (1/10)</p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
DATA: 21/05/2020 LOTE: 3190416 ESPEC: ACEROLA FOMENTOR: DEPTA. IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LÍQU.					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	8,20				
pH da polpa da fruta.....	3,75				
Quantidade de polpa da fruta (Kg).....	90,00				
Porcentagem da polpa.....	60,00				
Acidez da polpa (g/100g).....	0,8400000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3).....	1,033,34				
Volume da polpa da fruta (L).....	87,10				
Massa da polpa (g).....	54.000,00				
Concentração da polpa (g/L).....	620,00				
Parâmetros considerados de ACEROLA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	5,50	8,20			
ACIDES EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,80	0,84			
pH	2,80	3,75			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg).....	40,00				
Quantidade de água (L).....	290,00				
Densidade do açúcar (Kg/L).....	1,57				
Volume do açúcar (L).....	25,48				
Volume do açúcar e água (L).....	315,48				
Concentração do açúcar (g/L).....	126,79				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L).....	402,57				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L).....	134,14				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L).....	99,36				
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g).....	1.475,41				
Ratio.....	17,71				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical.....	3,4600000				
Concentração [H+] (mol/L).....	0,0003467				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L).....	0,0666161				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g).....	0,6369674				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	11,2809524				
Densidade do suco tropical (Kg/m3).....	1045,8325851				
Parâmetros considerados do suco tropical de ACEROLA					
DESCRIÇÃO	Mín. c/açúcar	Mín. s/açúcar	Máx. c/açúcar	Máx. s/açúcar	Valor informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	0,00	5,00	10,00	0,00	11,28
ACIDES EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,00	0,80	0,20	0,00	0,64
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	3,46

APÊNDICE J- MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL ACEROLA DEPOIS DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p>PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST Normatização de Método de Anál. de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Mafra Neustrando: Georgeano Dantas Maciel Programador: Msc. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="font-size: small; text-align: center;"> TELA PRINCIPAL : C:\C\UFMG - PRINCIPAL Nome : YERIDIAN Terminal : 0000000-1234567 Página : 001 (MÁQUINA) </p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
DATA: 01/08/2020 LOTE: 3190416 FRUTA: ACEROLA FORNECEDOR: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C"	8,20				
pH da polpa da fruta	3,76				
Quantidade de polpa da fruta (Kg)	0,09				
Porcentagem da polpa	60,00				
Acidez da polpa (g/100g)	0,840000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3)	1,033,34				
Volume da polpa da fruta (L)	0,09				
Massa da polpa (g)	54,00				
Concentração da polpa (g/L)	619,98				
Parâmetros considerados de ACEROLA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	5,50	8,20			
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(g/100G)	0,80	0,84			
pH	2,80	3,76			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg)	25,00				
Quantidade de água (L)	305,00				
Densidade do açúcar (Kg/L)	1,57				
Volume do açúcar (L)	15,92				
Volume do açúcar e água (L)	320,92				
Concentração do açúcar (g/L)	77,90				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L)	321,01				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L)	0,17				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L)	77,88				
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g)	1,64				
Ratio	6,75				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical	3,220000				
Concentração [H+] (mol/L)	0,0006026				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L)	0,1157656				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g)	1,1230193				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C"	7,5759278				
Densidade do suco tropical (Kg/m3)	1030,8420920				
Parâmetros considerados do suco tropical de ACEROLA					
DESCRIÇÃO	Mín. g/açúcar	Mín. s/açúcar	Máx. g/açúcar	Máx. s/açúcar	Valor Informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	0,00	5,00	10,00	0,00	7,58
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(g/100G)	0,00	0,80	0,20	0,00	1,12
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	3,22

APÊNDICE L - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL GOIABA ANTES DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p>PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST Dissertação de Mestrado em Eng. de Produção pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Mafra Mestrando: Georgeano Dantas Maciel Programador: Mac. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="font-size: small;">Data: 21/05/2020 Lote: 3190395 Frase: GOIABA Fabricador: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA</p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
<p>DATA: 21/05/2020 LOTE: 3190395 FRASE: GOIABA FABRICADOR: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA</p>					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C"	9,10				
pH da polpa da fruta	4,00				
Quantidade de polpa da fruta (Kg)	90,00				
Porcentagem da polpa	60,00				
Acidez da polpa (g/100g)	0,5600000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3)	1.036,96				
Volume da polpa da fruta (L)	86,79				
Massa da polpa (g)	54.000,00				
Concentração da polpa (g/L)	622,17				
Parâmetros considerados da GOIABA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX, A 20°C	7,00	9,10			
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,40	0,56			
pH	3,50	4,00			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg)	40,00				
Quantidade de água (L)	290,00				
Densidade do açúcar (Kg/L)	1,57				
Volume do açúcar (L)	25,48				
Volume do açúcar e água (L)	315,48				
Concentração do açúcar (g/L)	126,79				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L)	402,27				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L)	134,24				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L)	99,44				
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g)	1.475,41				
Ratio	86,28				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical	4,1400000				
Concentração [H+] (mol/L)	0,0000724				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L)	0,0139181				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g)	0,1329806				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C"	11,4738095				
Densidade do suco tropical (Kg/m3)	1046,6248300				
Parâmetros considerados do suco tropical de GOIABA					
DESCRIÇÃO	Mín. c/açúcar	Mín. s/açúcar	Máx. c/açúcar	Máx. s/açúcar	Valor informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX, A 20°C	0,00	6,00	12,00	0,00	11,47
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,12	0,30	0,00	0,00	0,13
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	4,14

APÊNDICE M - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL GOIABA DEPOIS DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p>PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST Instrução de Método de Anál. & Produção pela Universidade Federal de Minas (UFAM) Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Mafra Mastrando: Georgeano Dantas Maciel Programador: Msc. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="font-size: small;">Data Impressão: 02/08/2020 Hora: 10:03:33 Terminal: QUESITOS-175540 Página: 001 (4/100)</p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
DATA: 02/08/2020 LOTE: 2190395 VARÇA: GOIABA FORNECEDOR: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	9,10				
pH da polpa da fruta.....	4,00				
Quantidade de polpa da fruta (Kg).....	90,00				
Porcentagem da polpa.....	60,00				
Acidez da polpa (g/100g).....	0,5600000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3).....	1.036,96				
Volume da polpa da fruta (L).....	86,79				
Massa da polpa (g).....	54.000,00				
Concentração da polpa (g/L).....	622,17				
Parâmetros considerados da GOIABA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	7,00	9,10			
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,40	0,56			
pH	3,50	4,00			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg).....	25,00				
Quantidade de água (L).....	305,00				
Densidade do açúcar (Kg/L).....	1,57				
Volume do açúcar (L).....	15,92				
Volume do açúcar e água (L).....	320,92				
Concentração do açúcar (g/L).....	77,90				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L).....	407,72				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L).....	132,45				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L).....	61,32				
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g).....	1.475,41				
Ratio.....	14,39				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical.....	3,5300000				
Concentração [H+] (mol/L).....	0,0002951				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L).....	0,0566995				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g).....	0,5493364				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	7,9023810				
Densidade do suco tropical (Kg/m3).....	1032,1456325				
Parâmetros considerados do suco tropical de GOIABA					
DESCRIÇÃO	Mín. c/açúcar	Mín. s/açúcar	Máx. c/açúcar	Máx. s/açúcar	Valor Informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	0,00	6,00	11,00	0,00	7,90
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,10	0,30	0,00	0,00	0,55
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53

APÊNDICE N - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL GRAVIOLA ANTES DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p>PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST Sistematização de Método de Análise de Produção pela Universidade Federal de Roraima (UFRR) Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Mafra Mestrando: Georgeano Dantas Maciel Programador: Msc. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">Tela Impressa : 11/05/2020 - 09:18:41 AM Hora : 11:05:20 Terminal : DESKTOP-1758349 Página : 01 (02/01)</p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
DATA: 11/05/2020 LOTE: 1190416 Sazon: GRAVIOLA FÁBRICA: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	56,80				
pH da polpa da fruta.....	3,27				
Quantidade de polpa da fruta (Kg).....	100,00				
Porcentagem da polpa.....	50,20				
Acidez da polpa (g/100g).....	1,0300000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3).....	1.273,32				
Volume da polpa da fruta (L).....	78,53				
Massa da polpa (g).....	50.200,00				
Concentração da polpa (g/L).....	639,21				
Parâmetros considerados de GRAVIOLA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX, A 20°C	9,00	56,80			
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,50	1,03			
pH	3,50	3,27			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg).....	0,00				
Quantidade de água (L).....	330,00				
Densidade do açúcar (Kg/L).....	1,57				
Volume do açúcar (L).....	0,00				
Volume do açúcar e água (L).....	330,00				
Concentração do açúcar (g/L).....	0,00				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L).....	408,53				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L).....	122,88				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L).....	0,00				
Quantidade de polpa no Suco Tropical (g/100g).....	1.321,75				
Ratio.....	10,47				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical.....	3,1600000				
Concentração [H+] (mol/L).....	0,0006918				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L).....	0,1329166				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g).....	1,2612979				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C.....	13,2093023				
Densidade do suco tropical (Kg/m3).....	1053,8084948				
Parâmetros considerados do suco tropical de GRAVIOLA					
DESCRIÇÃO	Mín. c/açúcar	Mín. s/açúcar	Máx. c/açúcar	Máx. s/açúcar	Valor informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX, A 20°C	11,00	8,00	0,00	0,00	13,21
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,20	0,40	0,00	0,00	1,26
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	3,16

APÊNDICE O - MENU PRINCIPAL DE RELATÓRIOS LAUDOS SUCO TROPICAL GRAVIOLA DEPOIS DA REDUÇÃO DE AÇÚCAR

	<p style="text-align: center;">PADRÃO DE IDENTIDADE DE QUALIDADE - SUCOS TROPICAIS - PIQ-ST</p> <p style="text-align: center;">Elaboração de Método em Eq. de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)</p> <p style="text-align: center;">Sistematização do Controle de Qualidade dos Sucos Tropicais via Software Computacional</p> <p style="text-align: center;">Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira</p> <p style="text-align: center;">Co-Orientador: Dra. Agnes Cristina Oliveira Nafra</p> <p style="text-align: center;">Mestrando: Georgeano Dantas Maciel</p> <p style="text-align: center;">Programador: Mac. Paulo Alexandre Serra Concello da Fonseca</p> <p style="text-align: center;">Data Entrega: 10/06/2020 - Horário: 10h:00:00 - Versão: 000525 - Versão: 000000-000000 - Página: 001 (04/00)</p>				
LAUDO DE COMPOSIÇÃO					
DATA: 02/06/2020 LOTE: 3190416 SORTE: GRAVIOLA FURNHECORA: DELTA IND. E COM. IMPORT. E EXP. DE ALIMENTOS LTDA					
Dados da composição da polpa					
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C".....	56,80				
pH da polpa da fruta.....	3,27				
Quantidade da polpa da fruta (Kg).....	100,00				
Porcentagem da polpa.....	50,20				
Acidez da polpa (g/100g).....	1,0300000				
Densidade da polpa da fruta (Kg/m3).....	1.273,32				
Volume da polpa da fruta (L).....	78,53				
Massa da polpa (g).....	50.200,00				
Concentração da polpa (g/L).....	639,21				
Parâmetros considerados de GRAVIOLA					
DESCRIÇÃO	Valor de Referência	Valor Informado			
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	9,00	56,80			
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,60	1,03			
pH	3,50	3,27			
Dados da composição do açúcar e água					
Quantidade de açúcar (Kg).....	0,00				
Quantidade de água (L).....	370,00				
Densidade do açúcar (Kg/L).....	1,57				
Volume do açúcar (L).....	0,00				
Volume do açúcar e água (L).....	370,00				
Concentração do açúcar (g/L).....	0,00				
Dados calculados do suco tropical					
Volume Total do Suco Tropical (L).....	448,53				
Concentração da Polpa no Suco Tropical (g/L).....	111,92				
Concentração de açúcar no Suco Tropical (g/L).....	0,00				
Quantidade da polpa no Suco Tropical (g/100g).....	1.195,81				
Ratio.....	27,51				
Dados da composição do suco tropical					
pH do Suco Tropical.....	3,6200000				
Concentração [H+] (mol/L).....	0,0002399				
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/L).....	0,0460871				
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g).....	0,4392829				
Sólidos solúveis em "BRIX. a 20 °C".....	12,0851064				
Densidade do suco tropical (Kg/m3).....	1049,1439496				
Parâmetros considerados do suco tropical de GRAVIOLA					
DESCRIÇÃO	Mín. g/açúcar	Mín. g/açúcar	Máx. g/açúcar	Máx. g/açúcar	Valor informado
SOLIDOS SOLUVEIS EM "BRIX. A 20°C	11,00	9,00	0,00	0,00	12,09
ACIDEZ EXPRESSA EM ACIDO CITRICO(G/100G)	0,20	0,40	0,00	0,00	0,44
pH	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62