



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Engenharia de Alimentos

BRUNA ESTER DIAS DE CARA

ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSAMENTO DE GELEIA DE  
MORANGO CASEIRA E INDUSTRIAL

CAMPINAS  
2019

BRUNA ESTER DIAS DE CARA

ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSAMENTO DE GELEIA DE  
MORANGO CASEIRA E INDUSTRIAL

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA BRUNA ESTER DIAS DE CARA E ORIENTADA PELO PROF. DR. FLÁVIO LUÍS SCHMIDT.

CAMPINAS

2019

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Claudia Aparecida Romano - CRB 8/5816

C175a Cara, Bruna Ester Dias de, 1992-  
Análise crítica do processamento de geleia de morango caseira e industrial / Bruna Ester Dias de Cara. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Flávio Luís Schmidt.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Geleia. 2. Frutas. 3. Qualidade. 4. Energia. I. Schmidt, Flávio Luís. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Critical analysis of homemade and industrial strawberry jam processing

**Palavras-chave em inglês:**

Jam

Fruits

Quality

Energy

**Área de concentração:** Tecnologia de Alimentos

**Titulação:** Mestra em Tecnologia de Alimentos

**Banca examinadora:**

Flávio Luís Schmidt [Orientador]

Priscilla Efraim

Georgia Alvares de Castro

**Data de defesa:** 12-03-2019

**Programa de Pós-Graduação:** Tecnologia de Alimentos

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-1008-0270>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9370480757067119>

COMISSÃO EXAMINADORA

**Dr. Flávio Luís Schmidt (Orientador)**

Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP

**Dra. Priscilla Efraim (Titular)**

Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP

**Geórgia Alvares de Castro (Titular)**

Viva Nutri

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Flávio Luís Schmidt pela orientação, pelo compartilhamento de seus conhecimentos, pela dedicação de seu tempo e por toda a paciência ao longo deste trabalho.

Às empresas que doaram materiais e matérias primas e colocaram à disposição informações importantes para esta pesquisa.

À todos do laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados pela ajuda com os experimentos e por compartilhar seus conhecimentos.

Aos membros da banca de qualificação e defesa pela dedicação de seu tempo e sua contribuição para este trabalho.

Aos meus amigos Juliana, Artur e Thaís e à minha mãe e meus queridos avós por toda força e incentivo.

À CAPES pela bolsa concedida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

## RESUMO

O termo “processamento de alimentos” vem sofrendo diversas críticas na mídia oficial entre profissionais de diversas áreas do conhecimento. De forma geral, alguns profissionais vêm considerando o processamento feito pela indústria desvantajoso sob o ponto de vista nutricional, ambiental e social, recomendando, desta forma, o preparo caseiro de alimentos. Neste projeto foi proposto o estudo do processamento da geleia de morango obtida de forma industrial, comparando àquelas elaboradas por receitas e utensílios caseiros. Foram avaliados, em ambos os processos, o consumo de energia e de água, geração de resíduos da fruta e, sob o ponto de vista sensorial e nutricional, a cor, a retenção de antocianinas e de vitamina C, discutindo as vantagens e desvantagens de ambos os processos. Foram avaliadas geleias caseiras preparadas em tempos e proporções diferentes de fruta e açúcar e utilizando diferentes potências do queimador do fogão. Foram feitas também geleias em equipamentos em escala piloto, assim como adquiridas geleias industriais, todas avaliadas durante o armazenamento. A perda na limpeza do morango foi de 7 a 13% no processo caseiro, e de 15% segundo informações da indústria, contudo, deve-se considerar que, muitas vezes, os morangos que foram para a indústria partem de um reaproveitamento de morangos que não vão para o consumidor. O consumo de água na lavagem caseira dos frutos (litros/kg de morango) variou de 9,5 a 20 quando realizado por água corrente, e de 1,54 a 1,78 por simples imersão, maiores que o obtido pelo processo industrial, de 1,5. A energia consumida (kcal/kg água evaporada) no processo de concentração variou de 1278 a 2999 na geleia caseira e de 638 a 770 nas geleias produzidas em escala piloto e industrial. A maior retenção de antocianinas (97,65%) e ácido ascórbico (83%) ocorreu na geleia com maior quantidade de açúcar (50%) e menor tempo de exposição ao calor (20 minutos), enquanto a menor retenção de antocianinas ocorreu na geleia caseira com maiores quantidade de açúcar (50%), tempo de exposição ao calor (60 minutos) e consumo de energia (688 Kcal/batelada). As geleias feitas em planta piloto retiveram  $58 \pm 5,83\%$  de antocianinas, sendo semelhante estatisticamente ( $p > 5\%$ ) a geleia caseira de maior tempo de exposição ao calor. As geleias industriais seguiram um modelo de degradação de primeira ordem para antocianinas e ácido ascórbico, com  $D_{25\text{ }^\circ\text{C}} = 150$  dias e 140 dias, respectivamente. Houve degradação da cor vermelha durante o processo e armazenamento. A qualidade da geleia, do ponto de preservação de cor e antocianinas pode ser obtida tanto de forma industrial quanto caseira, dependendo principalmente do tempo de exposição ao calor. A eficiência energética na etapa de concentração das geleias foi maior para equipamentos industriais.

**Palavras-chave:** processamento de alimentos, frutas, qualidade, energia

## ABSTRACT

Currently, the term "food processing" has been criticized in the official media among professionals from several areas of knowledge. In general, some professionals have been considering processing made by industry disadvantageous in nutritional, environmental and social aspects, recommending, thus, the homemade preparation of food. This project aimed to study the processing of strawberry jam obtained in an industrial way, comparing to those elaborated by homemade recipes and utensils. It was evaluated in the both process the energy and water consumption, the solid waste generation and, in the sensory and nutritional aspects, the color, anthocyanin and vitamin C retention, discussing advantages and disadvantages of both processes. Homemade jams prepared at different times and proportions of fruit and sugar and using different stove burner potencies were evaluated. Jams were also made in pilot scale equipment, as well as industrial jam was acquired, being all of them evaluated during storage. The strawberry cleaning loss varied from 7 to 13% in the homemade process, and 15% according to company information, however, it should be considered that, many times, the strawberry that goes to the industry come from a reuse of strawberries that don't go to the consumer. The consumption of water in the household washing of the fruits (liters/kg of strawberry) ranged from 9.5 to 20 when carried out by running water, and from 1.54 to 1.78 per simple immersion, higher than obtained by the industrial process, 1.5. The energy consumed (kcal/kg of water) in the concentration stage varied from 1278 to 2999 in homemade jam, 638 to 770 in jam produced on a pilot and industrial scale. The highest retention of anthocyanins (97,65%) and ascorbic acid (83%) occurred in the jam with higher amount of sugar (50%) and less time exposure to heat (20 minutes), while the lower retention of anthocyanins occurred in the homemade jam with higher sugar content (50%), exposure to heat (60 minutes) and energy consumption (688 kcal/bat. The the pilot plant jams retained  $58 \pm 5,83\%$  of anthocyanins, being significantly equal to the homemade jam with higher exposure to heat. Industrial jam followed a first-order degradation model for anthocyanins and ascorbic acid degradation, with  $D_{25\text{ }^{\circ}\text{C}} = 150$  days and 140 days, respectively. There was also red color degradation in both process and storage. The quality of the jam, in the point of view of color, anthocyanins and ascorbic acid preservation can be obtained in both industrial and homemade processes, depending mainly on the time of heat exposure. Energy efficiency in the jam concentration stage was higher for industrial equipment.

**Keywords:** food processing, fruit, quality, energy

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Estrutura básica do morango .....	22
Figura 2. Cadeia produtiva de morango nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço, RS. ....	24
Figura 3. Cátion flavylum. ....	26
Figura 4. Fluxograma genérico do processamento de geleia. ....	29
Figura 5. Equipamentos utilizados no processamento da simulação industrial feita em planta piloto: a) tacho a vácuo b) tacho aberto. ....	39
Figura 6. Preparação e obtenção da geleia industrial. ....	43
Figura 7. Simulação do processamento de geleia industrial realizado em planta piloto. ....	44
Figura 8. Fluxograma do processo de fabricação de geleia caseira. ....	46
Figura 9. Curva de titulação dos morangos com solução ácido cítrico 10%. ....	55
Figura 10. Quantificação de água no pré-processamento caseiro de geleia de morango pelo método de imersão (a e b) e pelo método de lavagem por água corrente (c). ....	56
Figura 11. Resíduo orgânico das partes não comestíveis do morango nos meses de janeiro de 2018 (a) e setembro de 2018 (b). ....	57
Figura 12. Sólidos solúveis totais das geleias caseiras em função da água evaporada. ....	63
Figura 13. Teor de Antocianinas e porcentagem de água evaporada para as geleias caseiras com maior proporção de morango (CA) em função da energia gasta. ....	65
Figura 14. Teor de Ácido Ascórbico e porcentagem de água evaporada para as geleias caseiras com maior proporção de morango (CA) em função da energia gasta. ....	65
Figura 15. Teor de antocianinas e porcentagem de água evaporada para as geleias com proporção de morango e açúcar 1:1 (CB) em função da energia gasta. ....	66
Figura 16. Teor de Ácido Ascórbico e porcentagem de água evaporada para as geleias com proporção de morango e açúcar 1:1 (CB) em função da energia gasta. ....	66
Figura 17. Teor de antocianinas monoméricas totais nas amostras após o processamento. ....	67
Figura 18. Teor de ácido ascórbico após o processamento das geleias. ....	67
Figura 19. Parâmetros L*a*b* para geleias caseiras em função do tempo para geleias caseiras. ....	69

Figura 20. Antocianinas e parâmetros $C^*$ e $h^\circ$ após processamento. ....	70
Figura 21. Diferença total de cor entre as geleias caseiras e a simulação do processo industrial realizado em planta piloto após o processamento. ....	70
Figura 22. Antocianinas no início, após processo e após armazenamento nas geleias caseiras e feitas em planta piloto. ....	73
Figura 23. Ácido ascórbico no início, após processo e após armazenamento nas geleias caseiras e feitas em planta piloto. ....	74
Figura 24. Retenção de antocianinas em relação a quantidade presente na formulação antes do processamento. ....	75
Figura 25. Retenção de ácido ascórbico em relação a quantidade presente na formulação antes do processamento. ....	75
Figura 26. Relação linearizada para determinação do parâmetro $k$ para antocianinas totais (pg-3-glu/sst morango) e para ácido ascórbico (mg/sst morango). ....	76
Figura 27. Comparação dos fatores $L^*a^*b^*$ e da diferença total ( $\Delta E$ ) entre as geleias industriais no período de armazenamento. ....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais países produtores de morango e o Brasil. ....	23
Tabela 2. Fontes de energia consumida nos setores residencial e industrial de alimentos e bebidas. ....	33
Tabela 3. Matérias primas, materiais e equipamentos utilizados nas geleias caseiras, piloto e industrial, e feita em planta piloto. ....	37
Tabela 4. Formulação das geleias caseira (CA e CB), feita em escala planta piloto (P1 e P2) e industrial (I1 e I2). ....	38
Tabela 5. Condições teóricas para cálculo de energia da geleia industrial. ....	41
Tabela 6. Condições de preparo das geleias caseiras. ....	47
Tabela 7. Características físico-químicas e teor de ácido ascórbico e antocianinas das matérias primas utilizadas para o processamento de geleia de morango. ....	54
Tabela 8. Dados relativos à quantidade de água de lavagem verificada para os morangos adquiridos no comércio local. ....	56
Tabela 9. Dados relativos à massa de partes não comestíveis verificadas para os morangos adquiridos no comércio local. ....	58
Tabela 10. Consumo de água e geração de resíduos no pré-processamento do morango. Resultados expressos em kg ou L, por kg de geleia produzida. ....	59
Tabela 11. Condições de preparo das geleias caseiras. ....	60
Tabela 12. Energia calculada na etapa de concentração para as geleias feita na indústria e simuladas em planta piloto. ....	60
Tabela 13. Energia e vapor requeridos para os processos em tacho em diferentes condições para 1000 kg de mistura para geleia 60 °Brix. ....	61
Tabela 14. Características físico-químicas das geleias. ....	62
Tabela 15. Teor de Antocianinas (AMT) e ácido ascórbico (AA) nas matérias primas e geleias após processamento. ....	64
Tabela 16. Parâmetros de cor $L^*a^*b^*$ medidos para geleias caseiras e industriais e a diferença total $\Delta E$ em relação ao morango. Valores expressos pela média e respectivo desvio padrão. ....	68
Tabela 17. Parâmetros de cor Cromo ( $C^*$ ) e hue ( $h^\circ$ ) da matéria prima e das geleias após processamento. ....	71
Tabela 18. Antocianinas e ácido ascórbico nas matérias primas e geleias após armazenamento. ....	72
Tabela 19 Parâmetros $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ e diferença de cor total ( $\Delta E$ ) para as geleias durante o armazenamento. ....	77
Tabela 20. Parâmetros $C^*$ e $h^\circ$ para as geleias durante o armazenamento. ....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA: ácido ascórbico

ABNT: Associação brasileira de normas técnicas.

AMT: Antocianinas monoméricas totais

ANOVA: Análise de variância.

AOAC: Associação de Químicos analíticos oficiais (Association of Official Analytical Chemists)

arctan: arctangente

ATM: alta metoxilação

CEAGESP: Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo

CNNPA: Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos

*Codex Alimentarius*: Código de alimentação

DCFI: indicador 6-dicloindofenol-sódio

EPE: Empresa de pesquisa energética

FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

GLP: gás liquefeito de petróleo

IAL: Instituto Adolfo Lutz

IBGE: Instituto brasileiro de geografia e estatística

IFPA: International Fresh-Cut Produce Association

ITAL: Instituto de Tecnologia de Alimentos

PBMH: Programa Brasileiro para a modernização da horticultura

PIMo: Produção integrada de morango

pg-3-glu: pelargonidina-3-glucosídeo.

RDC: Resolução da diretoria colegiada

STAN: Standard (Padrão)

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

## LISTA DE SÍMBOLOS

M1: mistura de morangos da variedade Benicia, Camino Real, San Andreas e Senga Sengana.

M2: cultivar Camino Real de Atibaia, São Paulo.

L1: lima ácida taiti.

P.A: alta pureza, usado neste trabalho para ácido cítrico de alta pureza.

$m_i$ : massa da formulação que entra no evaporador (kg)

$x_i$ : fração de sólidos solúveis da formulação que entra no evaporador

$m_f$ : massa de geleia ao final do processo (g)

$x_f$ : fração de sólidos solúveis na geleia

$m_{A_{ev}}$ : massa de água evaporada no processo (kg),

$Q_T$ : calor total requerido para evaporação (kcal),

$Q_\gamma$ : calor latente de vaporização (kcal)

$Q_s$ : calor sensível (kcal)

$C_p$ : calor específico da massa de entrada no evaporador (0,7696 Kcal.kg<sup>-1</sup>k<sup>-1</sup>),

$T_{ev}$ : temperatura de processo (°C)

$T_i$ : temperatura da massa de entrada (25 °C),

$\gamma_v$ : calor latente de vaporização da água na temperatura de processo (kcal.kg<sup>-1</sup>)

$t_{aç}$ : tempo de cocção com o açúcar adicionado

$t_{li}$ : tempo de cocção com adição do limão

$t_{pb}$ : tempo de cocção em potência mínima

$t_{pa}$ : tempo de cocção em potência máxima

$t_f$  tempo total de preparo

$\Delta E$ : diferença total de cor

$L_0^*$ : luminosidade para o morango

$a_0^*$ : coordenada a\* para o morango

$b_0^*$ : coordenada b\* para o morango

a\*: coordenada cromática (+a=vermelho e -a=verde)

b\*: coordenada cromática (+b=amarelo e -b=azul)

C\*: Croma (intensidade da cor)

$h^\circ$ : hue (ângulo de matiz).

L\*: luminosidade (L\*=0 preto e L\*=100=branco)

A: absorvância

P<sub>m</sub>: peso molecular

DF: fator de diluição

$\epsilon$ : coeficiente de extinção molar em L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>

C: "componente" (mg/sst morango)

C<sub>g</sub>: "componente" (mg/100g amostra)

m<sub>m</sub>: massa de morango (g)

x<sub>m</sub>: sólidos solúveis presentes no morango (g)

m<sub>f</sub>: massa de geleia (g)

x<sub>f</sub>: fração de sólidos solúveis presentes na geleia ou formulação

B: sólidos solúveis presentes na geleia ou formulação (escala de 0 a 1)

m<sub>L</sub>: massa de suco de limão (g), considerando densidade da água.

m<sub>A</sub>: massa de açúcar (g)

m<sub>P</sub>: massa de pectina (g)

m<sub>AC</sub>: massa de ácido ascórbico (g)

x<sub>m</sub>: fração de sólidos solúveis presentes no morango

x<sub>L</sub>: frações de sólidos solúveis no suco de lima ácida

x<sub>A</sub>: fração de sólidos solúveis do açúcar, considerada 1

x<sub>P</sub>: fração de sólidos solúveis da pectina, considerada 1

x<sub>AC</sub>: fração de sólidos solúveis do ácido cítrico, considerado 1.

[sst morango]: sólidos solúveis totais no morango

[g]: gramas

[mg]: miligramas

C: concentração do componente no tempo t

C<sub>0</sub>: concentração do componente no tempo 0.

k: velocidade da reação [tempo<sup>-1</sup>]

D<sub>T</sub>: tempo para a redução de 1 ciclo logarítmico de um componente a uma temperatura t.

R<sub>c</sub> : resíduo em condições caseiras;

R<sub>i</sub>: resíduo em condições industriais

A<sub>cor</sub>: Água de lavagem do morango por água corrente;

A<sub>ime</sub>: água da lavagem do morango por imersão;

A<sub>ind</sub>: considerando dados da indústria.

$A_{ev}$ : água evaporada

$E_{total}$ : energia total calculada.

E: energia consumida

$E_{req}$ : energia requerida para evaporação

$M_{vapor}$ : massa de vapor consumida

V: vapor.  $T_{ev}$ : temperatura de evaporação da água no processo.

CA: geleias feitas com  $63,82 \pm 1,06\%$

CB: Geleia feita com  $48,87 \pm 0,74\%$

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. OBJETIVOS.....	20
2.1. OBJETIVO GERAL.....	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1. MORANGO.....	21
3.1.1. Composição química.....	25
3.2. GELEIA DE FRUTAS.....	27
3.2.1. Processo industrial.....	28
3.2.2 Processo caseiro.....	30
3.2.3 Efeito térmico em compostos bioativos de frutas.....	30
3.5 UTILIDADES.....	31
3.5.1 Água.....	32
3.5.2 Energia.....	32
3.6 RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	34
3.6.1 Resíduos do Morango.....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1. MATERIAL E EQUIPAMENTOS.....	37
4.2. MÉTODOS.....	39
4.2.1. Caracterização da Matéria Prima.....	39
4.2.2 Utilidades no processamento: água e energia.....	40
4.2.3 Geleia processada na indústria.....	43
4.2.4 Geleia processada em planta piloto.....	43
4.2.5 Geleia caseira.....	45
4.2.6 Análises físico-químicas.....	47
4.2.7 Padronização de valores para comparação.....	51
4.2.8 Cinética de degradação.....	52
4.2.9 Análise estatística.....	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	54
5.2 PRÉ-PROCESSAMENTO.....	55

5.3 ENERGIA .....	59
5.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS GELEIAS PRODUZIDAS .....	62
5.4.1 Antocianinas e Ácido Ascórbico.....	63
5.4.2 Cor.....	68
5.5 EFEITO DO ARMAZENAMENTO.....	71
5.5.1 Cor.....	76
5.6 DISCUSSÃO .....	80
6. CONCLUSÕES.....	83
6.1 SUGESTÕES PARA A CONTINUIDADE DOS ESTUDOS.....	83
7. REFERÊNCIAS.....	85
ANEXO A – Trechos da classificação NOVA para minimamente processados .....	99
ANEXO B – Trechos da classificação NOVA para processados.....	100
ANEXO C – Trechos da classificação NOVA para ultraprocessados.....	101
ANEXO D – Trechos do guia alimentar.....	102
ANEXO E – Página 1 do Manual do Fogão da Marca Mueller .....	104

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O processamento de alimentos é um tema relevante nas discussões entre profissionais de diversas áreas, porém, atualmente não há harmonia em relação a diversos aspectos técnicos que norteiam as diferentes formas de produção e as características nutricionais. Neste contexto, conhecimentos integrados das áreas de saúde, nutrição, ciências agrárias, tecnológicas, aspectos ambientais e humanos são importantes para garantir a segurança alimentar da população.

A segurança alimentar existe quando há disponibilidade e acessos físico e econômico a alimentos seguros e nutricionalmente adequados em quantidades suficientes de forma regular e permanente ao longo do tempo para todas as pessoas. Entre os fatores determinantes para alcançar este objetivo está a produção de alimentos, a qual está relacionada a disponibilidade dos alimentos. Esta disponibilidade, por sua vez, está relacionada a oferta e é determinada pelos níveis de produção e estoque e comércio líquido (FAO, 2008).

A indústria é responsável por grande parte da produção de alimentos. Porém, o processamento de alimentos pela indústria está sendo associado a produção de produtos de pior qualidade nutricional e com a geração de impactos sociais e ambientais (BRASIL, 2014). Contudo o consenso sobre o termo “processamento” deixou de ser homogêneo entre profissionais de diferentes setores, dificultando a integração de conhecimentos entre profissionais. Um exemplo é a intensificação ou valorização do termo “processamento”, o qual foi transposto para a expressão “alimentos ultra processados” da classificação *NOVA* de alimentos (ANEXOS A a D). Essa nova terminologia tem sido constantemente destacada na mídia, indicando que quanto mais o alimento é processado pela indústria, mais ele se torna prejudicial à saúde, ao meio ambiente e à sociedade como um todo (BRASIL, 2014; MONTEIRO et al., 2016).

O “ultra processamento” estaria relacionado a utilização de ingredientes incomuns no uso culinário e a processos não domésticos, incluindo algumas tecnologias não convencionais (BRASIL, 2014). Ocorre, porém, que algumas tecnologias não convencionais e que não são utilizadas em preparações caseiras, tais como liofilização (secagem a frio), alta pressão (inativação microbiana através da pressão), microfiltração (filtração por membranas), por exemplo, vem sendo

estudadas e utilizadas na indústria de alimentos para preservar qualidades sensoriais e nutricionais dos alimentos (FERREIRA, 2011), o que acaba se tornando um contrassenso.

A classificação NOVA de alimentos associa o processo industrial de alimentos a grandes impactos ambientais e com o aumento de doenças crônicas não transmissíveis na população (MONTEIRO et al, 2011, BRASIL, 2014). Os alimentos considerados “ultra processados” por esta classificação vêm sendo associados ao alto consumo de sódio, açúcares e à queda no consumo de micronutrientes (BIELEMANN et al, 2015; LOUZADA et al, 2015).

Além do termo “ultra processados”, outro termo utilizado de forma diferente do convencional é o “minimamente processado”. Este termo já possui uma base consolidada entre profissionais da área tecnológica e, por definição tradicional, não envolve a adição de ingredientes em sua elaboração, nem etapas de secagem, torrefação, fermentação e tratamento térmico a temperaturas altas, como acontece em alguns alimentos desta reclassificação NOVA (ANEXOS A a D). Pelo contrário, alimentos minimamente processados foram desenvolvidos com a finalidade de reduzir mudanças nas características sensoriais ou nutricionais (FELLOWS, 2006). Estes alimentos mantêm seu frescor após operações de lavagem, cortes e/ou retirada da casca e apresentam-se ao consumidor normalmente embalados ou pré-embalados (BRODY, 1997; IFPA, 2001). Yildiz e Wiley (2017) incluíram na definição de frutas e vegetais minimamente processados aquelas preparadas por uma ou mais operações unitárias como tratamento parcial, não final e incluíram o uso de calor mínimo, conservante ou tratamento por radiação.

Alimentos processados, do ponto de vista tecnológico, são entendidos de uma forma simples, como alimentos que sofreram alguma modificação intencional antes de serem consumidos. Esta modificação pode ocorrer através de diversos processos com finalidades diferentes. O processamento de alimentos é, portanto, o conjunto de operações utilizadas para atingir essa modificação (HELDMAN e SINGH, 1981; IBARZ e BARBOSA-CÁNOVAS, 2011; FELLOWS, 2006; ITAL, 2018). Sendo que o conceito de operação unitária foi desenvolvido em 1915 por William H. e Arthur D. Little (FREUND e SUNDMACHER, 2008).

Nesse sentido, as variáveis utilizadas para a modificação de alimentos na preparação caseira se assemelham às variáveis utilizadas para o dimensionamento

de um processo industrial, onde muitos equipamentos são desenvolvidos para melhorar o processamento, sendo que a humanidade vem aplicando, desde sua origem mais remota, técnicas de moagem, extração, fermentação, cozimento entre outras (ITAL, 2018).

Tendo em vista a ampla divulgação de definições que geram confusão na população, faz-se necessário uma análise crítica do “processamento de alimentos”. Este trabalho utilizou como exemplo a geleia de morango, um produto que pode ser produzido tanto pela indústria como de forma caseira, por processos similares. Ficará claro que ambos os processos podem apresentar vantagens e desvantagens. Foram comparados o gasto energético, o consumo de água, a geração de resíduos sólidos e a retenção de compostos bioativos de relevância.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi comparar os processos de produção industrial, piloto e caseiro de geleia de morango, discutindo vantagens e desvantagens de ambas as formas de obtenção do mesmo produto.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Comparar a degradação de antocianinas e vitaminas C no processamento caseiro, piloto e industrial, e ao longo da vida de prateleira.
- Observar a variação da qualidade em relação a cor entre as diversas formas de preparo das geleias caseiras.
- Comparar a geração de resíduos das frutas nos processos caseiro, piloto e industrial.
- Comparar o gasto energético e o consumo de água entre os processos caseiro, piloto e industrial.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Morango

O morango é muito consumido no mundo e possui grande importância econômica. Pode ser consumido in natura ou processado na forma de geleias, por exemplo. A importância econômica do morango se dá pela sua lucratividade e pela demanda de mão de obra familiar (SANHUEZA et al, 2005).

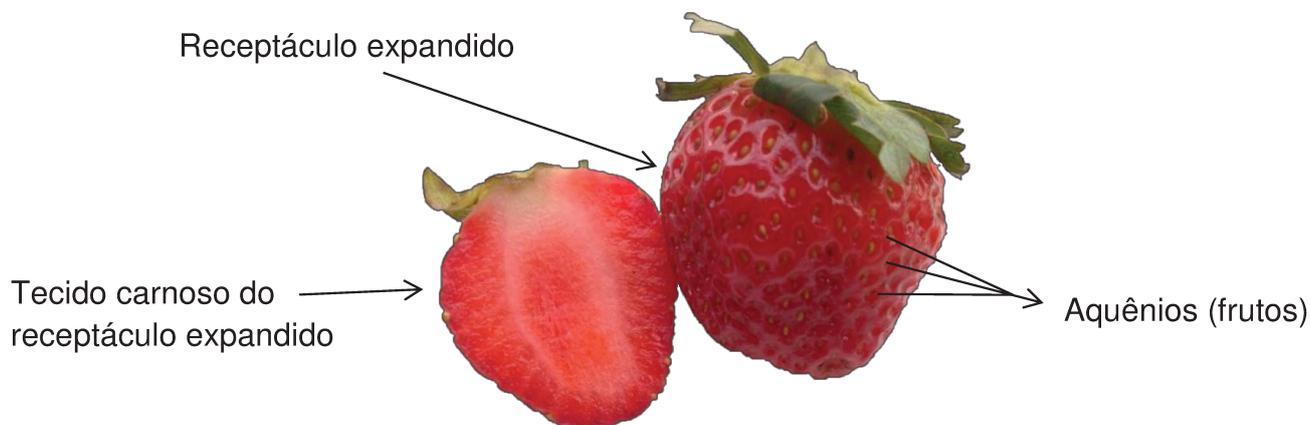
O morangueiro pertence à família *Rosaceae* e ao gênero *Fragaria*, onde *Fraga* é uma palavra latina para morango (HUMMER e HANCOCK, 2009). A espécie mais cultivada no mundo é a *Fragaria x Ananassa Duch*, um híbrido das espécies *Fragaria virginiana* e *Fragaria chiloensis* (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016). Este híbrido foi descoberto na França pelo botânico Antoine Nicolas Duchesne em meados de 1700, o qual devido à semelhança com o *flavour* característico do abacaxi (*Ananas comosus*) nomeou o híbrido de ananassa (HUMMER e HANCOCK, 2009). Hoje várias cultivares podem ser encontradas, graças a programas de melhoramento genético no mundo inteiro.

Existem diferentes cultivares com exigência de foto períodos diferentes, classificadas em cultivares de dias curtos, neutros e longos. Portanto, é necessário conhecer as características da cultivar a ser plantada, a combinação da temperatura, foto período do local, quantidade de horas de frio, água disponível, nutrientes necessários e técnicas de cultivo para produzir frutos de melhor qualidade (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016).

Apesar de existirem cultivares brasileiras desenvolvidas por programas de melhoramento no país, o domínio dos morangos plantados ainda é das variedades californianas, tais como Oso Grande, San Andreas, Camarosa, Camino Real e outros (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016).

O fruto do morango (Figura 1) não é a parte carnosa e vermelha como é popularmente conhecido. Os frutos são os aquênios, conhecidos como sementes do morango. Os óvulos após a fecundação se convertem em aquênios, os quais estimulam o engrossamento do receptáculo transformando-o no pseudofruto conhecido como morango (BRANZANTI, 1989).

**Figura 1. Estrutura básica do morango**



Fonte: próprio autor.

A qualidade do morango é influenciada principalmente pela oscilação de temperatura da cadeia de suprimentos, desde a colheita até o consumidor (KELLY et al, 2019). O Morango possui intensa atividade metabólica e é altamente susceptível à deterioração, possuindo vida de prateleira muito curta (CALEGARO et al, 2002). Desta forma, apesar da alta taxa de respiração, o morango pertence à categoria dos frutos não climatéricos, pois sua taxa de produção de etileno é pequena, sendo inferior a  $0,1 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{h}^{-1}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  a  $20^\circ\text{C}$  (MITCHAM et al, 2003).

Segundo dados da FAO, em 2017, entre os principais produtores estão a China, EUA, o México, Egito, Turquia, Espanha, Federação Russa, Polônia, República da Coreia, Japão, Alemanha. Sendo que o Brasil ocupa 54º lugar (Tabela 1).

No Brasil, a produção de morango foi de 133.391 toneladas em 2012, valor menor do que os dados da FAO encontrados na Tabela 1. O Estado de Minas Gerais é o que mais se destaca com uma produção neste mesmo ano de 72.716 toneladas de morango. Em segundo lugar está o Paraná com 13,49% seguido pelo Rio Grande do Sul com 11,24% e São Paulo com 7,98%. Outros estados que produzem morango são o Espírito Santo (6,00%), Distrito Federal (3,60%), Rio de Janeiro (1,66%) e Santa Catarina (1,50%) (SILVEIRA e GUIMARÃES, 2014).

**Tabela 1.** Principais países produtores de morango e o Brasil.

<b>País</b>	<b>Produção (t)</b>				
	2013	2014	2015	2016	2017
China	2997504	3113000	3479000	3772344	3717283
EUA	1382096	1371530	1390410	1431050	1449280
México	379464	458972	392625	468248	658436
Egito	262432	283471	435344	378960	407240
Turquia	372498	376070	375800	415150	400167
Espanha	312500	291870	397369	377596	360416
República da Coreia	216803	209901	194513	195032	210304
Polônia	192647	202511	204889	196972	177921
Federação Russa	188000	189000	182000	197523	175652
Marrocos	145233	137388	141100	136856	161793
Japão	165600	164000	158700	159000	158702
Alemanha	149680	168791	172590	143221	135283
Brasil	3200	3257	3312	3343	3390

Fonte: (FAOSTAT, 2018).

O morango no Brasil é uma importante fonte de geração de renda, já que as etapas da cadeia produtiva (Figura 2) não são inteiramente mecanizadas, exigindo mão de obra do trabalhador, dando destaque para a colheita (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016). Em 2012, gerou 26.480 empregos diretos e 68.600 empregos indiretos, sendo o Estado de Minas Gerais o que mais se destaca, com cerca de 56,6% dos empregos diretos e 35% dos indiretos (SILVEIRA e GUIMARÃES, 2014). Os cultivos de morango são destinados ao consumo *in natura* e ao abastecimento industrial partindo de uma mesma cadeia produtiva.

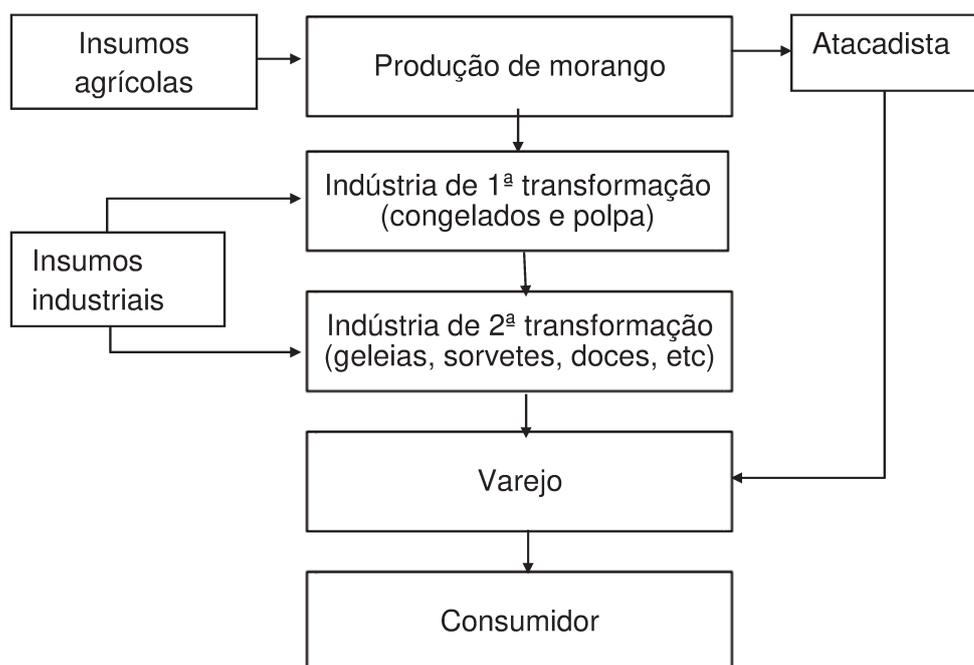
Produtos a base de morango podem ser produzidos a partir de morangos congelados, *in natura*, ou em polpa. A maioria dos morangos produzidos é destinada ao mercado *in natura* (AMARO, 2002). Segundo Iwassaki (2010) cerca de 75% dos frutos produzidos em cultivo convencional e cerca de 66% dos frutos produzidos por produção integrada foram do tipo morango de mesa.

O consumidor é exigente em relação à qualidade de frutas e vegetais, porém esta característica não é encontrada de maneira uniforme em um alimento *in natura*, sendo a indústria responsável pela captação de utilização de morangos que não vão para o consumidor. Partes menos nobres dessa classe de alimentos conseguem aproveitamento pela indústria, pois à medida que são triturados e

cozidos passam a perder características da matéria prima original (SCHMIDT, EFRAIM, BIASI, 2016).

Atributos que envolvem a qualidade desejada influenciam no valor do produto, sendo defeitos como ausência de caule, dano mecânico, podridão, imaturidade, deformação grave, lesão profunda e passado são alguns dos atributos que depreciam este valor podendo inviabilizar o consumo desses frutos (PBMH e PIMo, 2009). Para os consumidores, a coloração vermelha e a doçura são as principais características desejáveis para o morango, porém características como frutos sobremaduros ou passados, imaturos ou verdes e com deformações são alguns dos principais atributos considerados negativos pelo consumidor (MARTINHO et al., 2006).

**Figura 2.** Cadeia produtiva de morango nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço, RS.



Fonte: Adaptado de AMARO, 2002

As indústrias de 1ª transformação realizam a etapa de pré-processamento, onde o morango é higienizado, limpo e segue para as etapas de congelamento ou para a produção de polpa. O pré-processamento de frutas e hortaliças é composto pelas etapas de seleção, classificação, limpeza, retirada de

partes não comestíveis, branqueamento (tratamento com ácido orgânico ou com calor que pode inativar enzimas, amolecer tecidos, eliminar gases que podem causar estufamento em embalagens) e cortes em partes menores, disposição do produto em embalagens com ou sem atmosfera modificada (SCHMIDT, EFRAIM, BIASI, 2010).

### **3.1.1. Composição química**

O morango é uma importante fonte de fibras, minerais, vitaminas e micronutrientes, os quais vem sendo associados a benefícios à saúde, contudo, o conteúdo pode variar de acordo com a cultivar (ANTUNES, REISSER JUNIOR e SCHWENGBER, 2016).

As frutas são conhecidas por conter compostos com atividade biológica importante na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Constituintes fenólicos apresentaram em estudos *in vitro* atividades benéficas além da atividade antioxidante, podendo estar envolvido no mecanismo de metabolismo e sobrevivência celular (FORBES-HERNANDEZ et al, 2016). Os benefícios que podem estar relacionados ao consumo do morango são a prevenção de inflamação, estresse oxidativo, doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, diabetes tipo 2, obesidade e neurodegeneração (GIAMPIERI, 2012; FORBES-HERNANDEZ et al, 2016). Há, ainda, estudos que relacionam o consumo de morango com a diminuição do risco de hipertensão (CASSIDY et al, 2010).

Os principais compostos com atividade antioxidante em morangos são as antocianinas e ellagitaninos (KÄHKÖNEN, HOPIA E HEINONEN, 2001, GIAMPIERI, 2012; TULIPANI et al, 2008a). Outros compostos identificados em morango são os folatos, flavonóis como quercetina e kaempferol e variedades de ácidos fenólicos tais como ácido cafeico e ácido gálico (TULIPANI et al, 2008b).

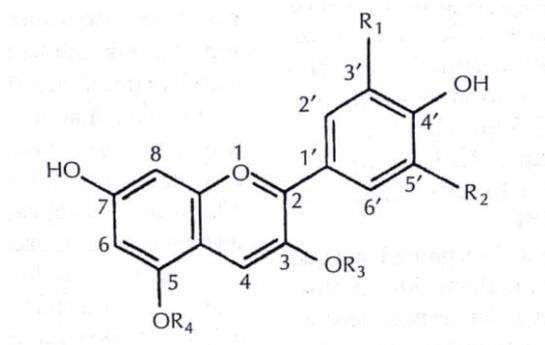
A presença de sequestradores de radicais de oxigênio eficientes como o ácido ascórbico e compostos fenólicos influenciam na atividade antioxidante da fruta (GIAMPIERI, 2012).

A variação da atividade antioxidante com a maturação ocorre devido à variação do conteúdo fenólico e de ácido ascórbico durante a maturação e envelhecimento da fruta. Em estudo das variedades Albion, Aromas, Camarosa,

Camino Real, Monte Rey, Portola e San Andreas foi obtido forte correlação entre o potencial antioxidante e o conteúdo de antocianinas, podendo a atividade antioxidante ser atribuída principalmente ao teor de antocianinas (CHAVES, CALVETE e REGINATTO, 2017). O grau de maturidade, fatores edafoclimáticos e armazenamento pós-colheita influenciaram na concentração de antocianinas em morangos das variedades cv. Eris, Oso Grande, Carisma, Tudnew e Camarosa (SILVA et al, 2007). Um aumento da quantidade de antocianinas em frutos maduros comparados a frutos não maduros foi observado para as cultivares Senga Sengana, Polka e Blink (MAZUR et al, 2014).

A cor vermelha do morango é devido às antocianinas, as quais pertencem ao subgrupo dos compostos fenólicos denominado flavonoides devido a sua característica de esqueleto carbônico  $C_6C_3C_6$ . Sua estrutura básica é o 2-fenilbenzopirona do sal flavylium (Figura 3). Estes componentes são encontrados como glicosídeos de poli-hidroxi e/ou polimetoxi derivados do sal flavylium. Quando o agrupamento do açúcar é hidrolisado a aglicona gerada é chamada de antocianidina (DAMODARAN, 2010).

**Figura 3.** Cátion flavylium.



R1 e R2 = - H, - OH ou - OCH<sub>3</sub>, R<sub>3</sub> = - glicosil, R<sub>4</sub> = - H ou - glicosil.

Fonte: DAMODARAN, 2010.

Pelargonidina-3-glicosídeo (Pg-3-glu) é a antocianina que está presente em maior quantidade em morangos (AABY et al, 2012).

### 3.2. Geleia de frutas

Apesar do consumo de frutas e hortaliças ser indicado para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis devido a sua composição de fenólicos, fibras e atividade antioxidante (NACZK e SHAHIDI, 2004), o produto de fruta que passou por processamento também podem possuir conteúdos significativos de compostos bioativos e atividade antioxidante (LEVAJ et al, 2012).

Geleia de frutas é um produto conhecido pela sua característica gelatinosa. A RDC 272 de 2005 regulamenta produtos de vegetais, frutas e cogumelos comestíveis, porém não dispõe de um tópico específico para a geleia, sendo este produto definido em um tópico geral para produtos de frutas (BRASIL, 2005). No CODEX STAN 296-2009, as definições de geleia são separadas por tipo de geleia, onde a forma de preparo as diferencia (CODEX, 2009).

A consistência gelatinosa da geleia é característica da formação de gel pela pectina. Em geral, géis são caracterizados pela presença de líquido e de uma matriz contínua de material interligado formando uma rede, cujo preenchimento fornece o caráter sólido (DAMODARAN, 2010). Com a diminuição do pH, a pectina em solução de açúcar em quantidade suficiente perde algumas de suas cargas e um pouco da hidratação e associam-se em porções ao longo do comprimento formando junções e uma rede de cadeias poliméricas capazes de aprisionar líquidos (JACKIX, 1988, DAMODARAN, 2010).

Em geleias de frutas, o teor de pectina afeta a densidade e continuidade da rede. O ácido, açúcar e água presentes devem estar em condições específicas para uma adequada formação de gel. Geralmente o gel se forma em pH ao redor 3,0 a 3,4 e para acidificação o ingrediente mais comum é o ácido cítrico. A concentração excessiva de ácido pode enrijecer as fibras da rede afetando sua elasticidade (JACKIX, 1988).

Antigamente a geleia dependia da própria pectina presente na fruta, porém, hoje a geleia comercial é adicionada de pectina comercial, geralmente extraída de frutas cítricas e de casca de maçã, sendo que o grau de esterificação (DE) deve ser levado em consideração na escolha da pectina. Geralmente a pectina de alta metoxilação é usada para geleias com no mínimo 55% de açúcar, ao contrário da pectina de baixa metoxilação (ZHAO, 2012). O tipo de pectina usado na

fabricação de geleia altera sua consistência e intensidade de sabor (GUICHARD, 1996).

### 3.2.1. Processo industrial

Considerando dados de consumo do Datamark e populacionais do IBGE, calcula-se que o consumo de geleia no Brasil estava em cerca de 138,08 Kg por 1000 habitantes em 2017, sendo o Sudeste a região que mais consumiu geleias nesse período (ESTATÍSTICAS SOCIAIS, 2017; DATAMARK, 2019).

O mercado de alimentos contém uma variedade muito grande nas geleias oferecidas. Há a oferta tanto de geleias fabricadas com açúcar quanto geleias que utilizam somente frutas na sua fabricação. Ainda há o uso da tecnologia para controlar fatores que influenciam na degradação de compostos importantes das frutas.

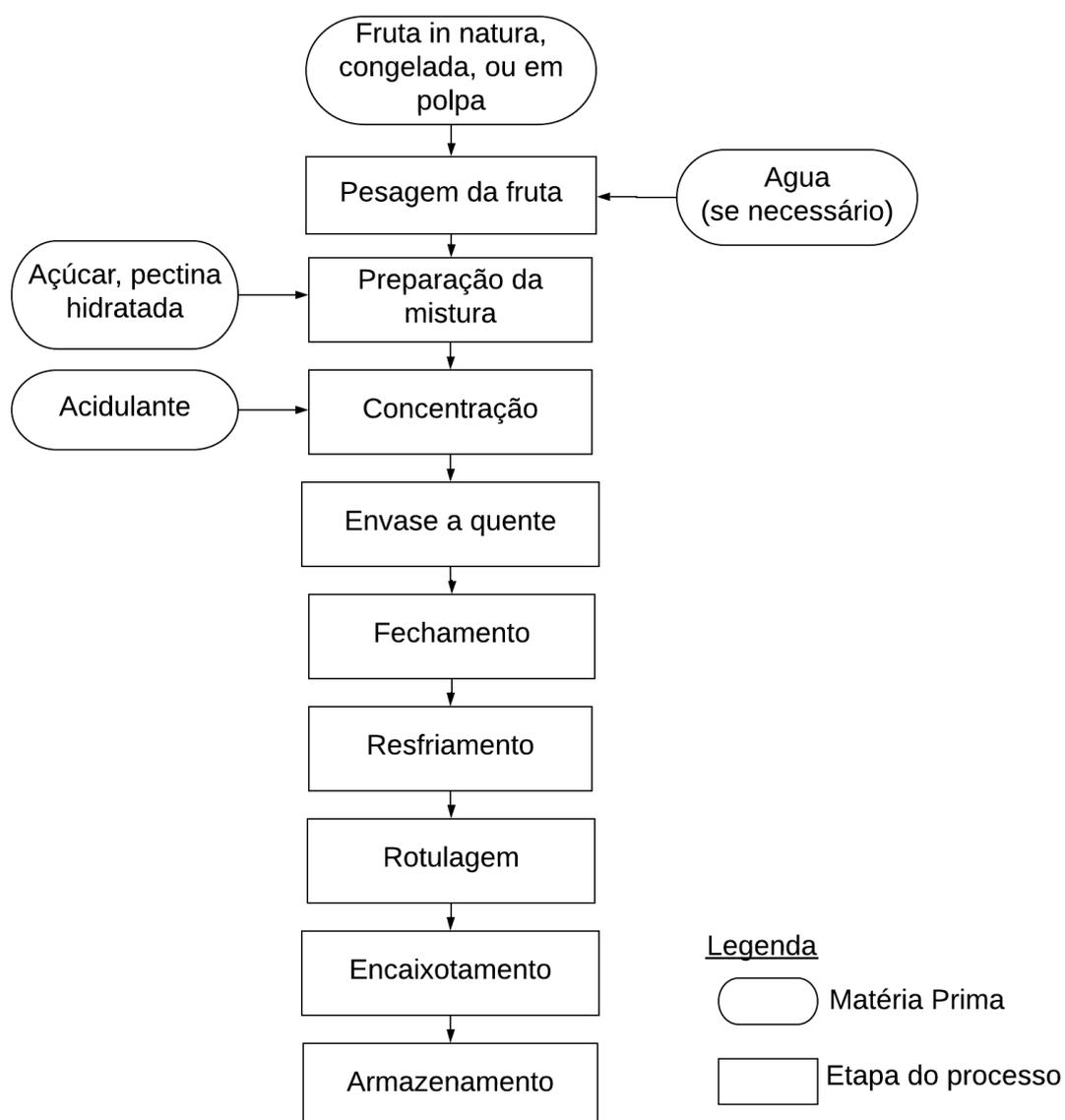
A geleia é um produto que necessita de certa concentração de açúcar, além de outros ingredientes, e de calor para a formação do gel. A exposição do produto a uma fonte de calor em um processo de cocção ou evaporação é uma forma de fornecer energia suficiente para a remoção parcial da água por meio de fervura e liberação do vapor d'água. Com isso há o aumento de sólidos solúveis no alimento preservando-o pela redução da atividade de água (FELLOWS, 2006).

Fazendo uso da fruta, congelada ou *in natura*, açúcar, pectina adequada a formulação, acidulante ou outros ingredientes que podem ser utilizados a indústria realizará a pesagem e muitas vezes uma pré-mistura antes do início da concentração, sendo que a pectina necessita de hidratação prévia em determinadas condições de aquecimento e agitação. A adição de ingredientes pode ocorrer em diferentes etapas e o acidulante é geralmente o último a ser adicionado (Figura 4). Quando é necessário adicionar água nas frutas, numa pré-mistura para facilitar o cozimento, ou dissolução do açúcar, a recomendação é de que esta adição seja no máximo de 20% (TORREZAN, 1998).

Quanto às embalagens, os potes de vidro de 320g e 230g acondicionaram, respectivamente, 9.740,39 e 10.477,30 toneladas de geleia em 2017, sendo o consumo total de 28.900,00 toneladas de geleia. Outras embalagens

utilizadas são as caixas assépticas, baldes, potes de polipropileno e potes de vidro de outros tamanhos (DATAMARK, 2019).

**Figura 4.** Fluxograma genérico do processamento de geleia.



Fonte: adaptado de TORREZAN, 1998.

### 3.2.2 Processo caseiro

A geleia caseira é preparada por um procedimento semelhante ao industrial. A operação unitária empregada é a concentração por calor em panelas, geralmente através do uso de fogão a gás. Porém esta pode ser preparada em micro-ondas (DANI, 2012).

Não é um processo padronizado, visto que são encontradas diversas formas de preparo em sites de receita e livros. Porém, a padronização, por sua vez, não tem a mesma importância que tem para a indústria.

O tempo de preparo recomendado pode ser de 20 minutos a 60 minutos ou até que o ponto fique de acordo com o “ponto de geleia”. O conteúdo de açúcar, geralmente dado em “xícaras” pode chegar até a relação de 1:1 açúcar:fruta. Outro ingrediente que pode ou não ser utilizado é o suco de lima ácida, cuja quantidade também não é padronizada, podendo ser usado de algumas “colheres” a 1 limão, dependendo da formulação. Também podem ser usados outros ingredientes, como cravo e canela, por exemplo (MATARAZZO, 2012; PANELINHA, 2000, DANI, 2012). A pectina e o ácido cítrico também podem ser utilizados nos processos caseiros (GOLDIN, 2018).

### 3.2.3 Efeito térmico em compostos bioativos de frutas

O efeito do processamento nos compostos bioativos de frutas depende das condições de processo em determinada formulação. O método e a temperatura empregada são muito importantes em relação à porcentagem de degradação em relação à fruta in natura.

Antocianinas, por exemplo, são compostos relativamente instáveis e sua degradação ocorre de forma diferente, dependendo da sua estrutura, porém os principais fatores que influenciam no processo, além da temperatura, são a luz e presença de oxigênio. A degradação também pode ocorrer pela presença de enzimas deteriorantes, ácido ascórbico, dióxido de enxofre, íons metálicos e açúcares (DAMODARAM, 2010).

A degradação do ácido ascórbico também é influenciada pela presença de oxigênio, pela água livre presente, pela luz, pela temperatura e presença de íons

metálicos (SANTOS, 2008, DAMODARAM, 2010). Para o morango, o calor tem se mostrado prejudicial tanto no processamento quanto no armazenamento, devido a seu alto conteúdo de antocianinas, as quais se degradam facilmente (PATRAS et al, 2011).

Transformações desejáveis ou indesejáveis podem ocorrer nos alimentos durante o processo térmico e durante o armazenamento, e a temperatura influencia diretamente na velocidade dessas transformações (MUNHOZ, 2016). Essas reações podem ser representadas matematicamente, sendo as reações de ordem zero ou de primeira ordem as mais comuns para alimentos (TEIXEIRA NETO, VITALI E QUAST, 1996).

O estudo da cinética de degradação do ácido ascórbico, por exemplo, pode fornecer informações sobre a degradação ao longo do tempo de armazenamento, permitindo estimar o teor deste componente durante a vida de prateleira de um produto (GABAS, TELIS-ROMERO e MENEGALLI, 2003). Este estudo pode ser aplicado para diversos componentes alimentícios, tais como enzimas e compostos bioativos, e também é utilizado na avaliação de inativação de microrganismos e em outros atributos físicos, químicos, microbiológicos ou sensoriais (GERMER et al, 1995, TEIXEIRA NETO VITALI E QUAST, 1996, MUNHOZ, 2016).

Contudo, o efeito da temperatura não causa apenas a degradação dos componentes dos alimentos. Um exemplo de transformação desejável por aquecimento em produtos de frutas é o aumento da biodisponibilidade do licopeno em produtos de tomate, comparados ao tomate *in natura* (GÄRTNER, STAHL e SIES, 1997).

### **3.5 Utilidades**

Utilidades (água, eletricidade, gás, ar comprimido, etc.) são serviços essenciais disponíveis nas indústrias, a partir dos quais as principais atividades produtivas são realizadas.

### 3.5.1 Água

Processos de limpeza úmida geralmente são utilizados no pré-processamento de frutas e hortaliças. Estes processos envolvem o uso de spray de água de alta pressão, tanques de imersão ou agitados e calhas para remover sujidades da superfície, sendo que o uso de água quente ou detergente pode ocorrer (MASANET et al, 2008).

A lavagem do morango precisa ser suave devido ao fruto ser susceptível a danos. O morango pode ser limpo por lavadores com agitação feita por ar comprimido (TORREZAN, 2000). Já a água utilizada no preparo caseiro envolve a lavagem dos utensílios e lavagem do morango, o qual geralmente é recomendado o uso de água corrente (MATARAZZO, 2012; PANELINHA, 2000). A água residual é geralmente descartada na linha de esgoto pública.

Dados de consumo industrial de água específicos para a indústria processadora de morango são escassos, assim como o uso de água em diferentes etapas de processamento. Dados de resíduos líquidos da indústria de frutas de 1993 demonstraram que este pode variar de 1,1 a 29,1m<sup>3</sup> por tonelada de matéria prima, sendo para morango 13,1 m<sup>3</sup> por tonelada de matéria prima (ECONOMOPOULUS, 1993). Contudo, muitas empresas, devido a legislações ambientais, devem fazer o tratamento da água para obter a qualidade exigida de devolução deste recurso natural.

### 3.5.2 Energia

O uso de energia no sistema alimentar possui a tendência de aumentar devido ao crescimento da população e à mudança dos padrões de consumo, e a produção de alimentos, assim como o processamento e atividades domésticas são responsáveis pelas maiores proporções do uso total de energia no sistema (PELLETIER et al, 2011).

Segundo um estudo de ciclo de vida realizado na Suécia, o qual considerou toda a cadeia produtiva, até um terço do total de insumos energéticos está relacionado a lanches, doces e bebidas, cujo valor nutricional é considerado pequeno. A escolha dos ingredientes e diferenças de processamento, e até mesmo

o transporte explicaram diferenças de 6900 a 21.000 MJ, ou 1.649.141 kcal a 5.019.126 kcal, por pessoa e ano, nos padrões suecos de consumo (CARLSSON-KANYAMA, EKSTRÖM e SHANAHAN, 2003).

Considerando o processo de fabricação de geleia, a etapa de concentração é uma das etapas que requerem uso de energia. Esta energia é necessária para a evaporação da água e normalmente é fornecida em processos caseiros através do GLP, ou gás liquefeito de petróleo, e na indústria é geralmente o vapor superaquecido gerado a partir do aquecimento de água em caldeira, cuja fonte de energia primária também é variável. As fontes de energia no ambiente residencial e no setor de alimentos e bebidas estão apresentadas na Tabela 2. Em 2017, os consumos de energia para o setor residencial e para o setor de alimentos e bebidas foi de 24972.10<sup>3</sup> e 23298. 10<sup>3</sup> tep (unidades equivalentes de petróleo), respectivamente.

**Tabela 2.** Fontes de energia consumida nos setores residencial e industrial de alimentos e bebidas.

<b>Fonte energia</b>	<b>Residencial (%)</b>	<b>Indústria alimentos e bebidas (%)</b>
Gás natural	1,5	3,6
Lenha	24,5	9,5
GLP	26,5	-
Eletricidade	46,1	10,1
Carvão vegetal	1,4	-
Carvão vapor	-	0,2
Bagaço de cana	-	73,7
óleo combustível	-	0,4
Outras	-	2,4
Total	100,0	100,0

Fonte: EPE, 2018 adaptado (dados para o setor de alimentos e bebidas, inclusão de indústria sucroalcooleira).

O GLP é uma mistura de compostos principalmente de propano e butano, podendo conter etano, metano, propeno, pentanos e outros compostos em menor quantidade (SIMÕES, 2014). O GLP é utilizado em fogões domésticos e a temperatura de autoignição, ou seja, a temperatura na qual a chama pode se autos sustentar varia de acordo com a composição do GLP, sendo que para propano esta

temperatura é de 480 °C e para butano é de 420 °C (COELHO E COSTA, 2012). A potência de um queimador de fogão é definida como sendo o produto da vazão pelo poder calorífico, sendo medida em kW (ABNT, 2003).

### **3.6 Resíduos orgânicos**

A demanda mundial de alimentos é alta, e os problemas da insegurança alimentar estão relacionados a vários fatores tais como crescimento populacional, mudança climática, falta de investimento em tecnologias e a perdas e desperdícios de alimentos que ocorre desde o campo até o lixo doméstico e inovações tecnológicas em todos os níveis da cadeia são indicadas como soluções para o problema (PREMANANDH, 2011).

O desperdício de alimentos está associado a uma fração significativa dos resíduos sólidos urbanos (PHAM et al, 2015). 89 milhões de toneladas de alimentos desperdiçados são geradas a cada ano na União Europeia, sendo os setores manufatureiro e doméstico responsáveis por 38% e 42%, respectivamente (LIN et al, 2013). Semelhante a Europa, o consumidor das regiões industrializadas da América do Norte e Ásia contribuem com aproximadamente 51% do total de resíduos gerados sendo que o desperdício nos Estados Unidos chega a 15% do fluxo de resíduos sólidos contribuindo com  $3,4 \times 10^7$  toneladas de emissões equivalentes de dióxido de carbono e um custo de US \$ 1,9 bilhão em taxas de descarte (REDCORN, FATEMI e ENGELBERTH, 2018).

O equilíbrio entre a produção e o consumo de alimentos não é algo fácil de se alcançar (GIROTO, ALIBARDI e COSSU, 2015). Neste cenário, alternativas para o reaproveitamento de resíduos orgânicos gerados tanto nas residências quanto na agroindústria vem ganhando destaque em diversos estudos.

Apesar da indústria de alimentos geralmente ser associada a grandes geradoras de resíduos (BRASIL, 2014), os desperdícios relacionados a alimentos podem ser encontrados em toda a cadeia de distribuição do produto in natura até o descarte do consumidor. Quando a qualidade não é a esperada pelo consumidor há uma queda nas vendas e conseqüentemente o produto é perdido, o que acontece para produtos envelhecidos por exemplo (KADER, 2005). Os dados existentes sobre perdas e desperdícios de alimentos são, em sua maioria, de fontes secundárias e

indicam que o desperdício de alimentos per capita de um agregado familiar aumenta com o aumento do PIB per capita (XUE et al, 2017).

Em ambientes caseiros, a compostagem é uma alternativa para o uso de resíduos de alimentos gerados (WANGEN e FREITAS, 2010). Os resíduos de processamento da agroindústria, por sua vez, podem ser coletados com mais facilidade em comparação com o doméstico e assim possuem um grande potencial para serem utilizados em aplicações de maior valor agregado (LIN et al, 2013).

O problema que envolve a geração e o destino dos resíduos é complexo e envolve os setores privados e públicos. Alguns fatores são importantes para resoluções de problemas de perdas e desperdícios tais como regulamentações, opinião pública, empresas, consumidores e o envolvimento de colaboradores Inter setoriais ao longo da cadeia produtiva tendo em vista o potencial da utilização dos resíduos da cadeia de suprimentos para uso como matéria prima nas produções de *flavours* e fragrâncias, antioxidantes, adesivos, aditivos alimentares, fármacos, cosméticos entre outros, sendo importante o uso de tecnologias de menor impacto (LIN et al, 2013).

Resíduos agroindustriais e domésticos que não são adequados para consumo e não podem fazer parte da cadeia de redistribuição de alimentos podem ser usados, ainda, para processos biotecnológicos na coprodução de biocombustíveis e bioprodutos (GIROTTI, ALIBARDI e COSSU, 2015).

Outros exemplos de uso de resíduo para geração de produtos de maior valor são a produção de pectina a qual geralmente é extraída de resíduos de casca de limão ou bagaço de maçã (CIRIMINNA, et al, 2015), e o uso de biomassa de cana de açúcar gerada na produção de álcool e açúcar, a qual, hoje, é uma importante matriz energética no Brasil, sendo responsável por 19,03% do total de energia primária produzida no país (ALMEIDA, 2018, EPE, 2018).

Há estudos envolvendo a viabilidade do reaproveitamento do resíduo gerado na própria indústria agregando valor aos mesmos sem perder a qualidade nutricional. Sementes e bagaço de acerola podem ser utilizados para a fabricação de barras de cereais contendo ferro e antioxidantes, baixo valor energético, altos teores de fibras (MARQUES et al, 2015). O aproveitamento de resíduos na adição de formulações pode ser considerado uma alternativa para agregação de valor nutricional em barras de cereais (SILVA et al, 2018a).

### 3.6.1 Resíduos do Morango

O consumidor é exigente quanto à qualidade do morango que está adquirindo, sendo o controle de temperatura e tempo de distribuição ao consumidor importante para evitar perdas devido à queda das vendas (BRECHT et al, 2016).

A variação de temperatura na cadeia de suprimentos de morango considerando as condições de armazenamento do produtor, do transporte e do consumidor pode levar a redução do desperdício do mesmo devido à manutenção da qualidade (KELLY et al, 2019).

A produção de biogás com resíduos de morango é problemática devido à presença de lignina concentrada nos aquênios (1,2% de peso do resíduo do morango) que dificulta o processo de anaerobiose. Porém o pré tratamento com peneiramento (malha de 1mm) pode permitir a obtenção de um alto nível de biodegradabilidade anaeróbica (90% em sólidos voláteis totais) e melhoria do rendimento do rendimento de metano em 36%, o qual pode ser utilizado como fonte de energia (SILES et al, 2013). SERRANO et al (2013) estudaram o aproveitamento de resíduos de morangos extrusados, usados na extração de *flavours* e de morangos defeituosos, com o mesmo pré-tratamento, em conjunto com resíduo de peixe, gerando o tratamento de ambos os resíduos com produção de metano como alternativa energética a eletricidade para aquecimento. Porém, segundo PHAM et al (2015) a digestão anaeróbica tem impacto negativo e alto custo, sendo a carbonização hidrotérmica uma opção para a conversão de resíduos alimentares em energia.

O uso dos resíduos de morango como corantes naturais também foi estudado, assim como o uso do resíduo de indústria processadora de polpa de morango para fabricação de geleia (VARGAS, 2015; SILVA et al, 2018b).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram processados 2 lotes de geleias em equipamentos disponíveis na planta piloto (P1 e P2) de Frutas e Hortaliças da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp.

Também foram processados 9 lotes de geleias caseiras de diferentes formas, variando ingredientes e ponto final, na cozinha experimental do Laboratório de Frutas e Hortaliças da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. A proporção de ingredientes para as formulações caseiras (CA e CB) foi estabelecida de acordo com Panelinha (2000). As receitas foram ajustadas de acordo com as unidades de massa e volume descritas (xícaras, “partes” de limão, colheres, etc.).

Em relação às geleias industriais foram recebidos e analisados 2 lotes (I1 e I2) processados com uma proporção de 50% fruta e 50% açúcar, além de um ajuste de pH em 3,2.

#### 4.1. Material e equipamentos

Todas as geleias foram produzidas com mistura de morangos das cultivares Camino Real, Benícia, San Andreas e Senga Sengana congelados (M1) importados da Argentina e Polônia. A exceção foi a geleia processada em planta piloto no tacho a vácuo (P1), a qual foi produzida com morangos do cultivar Camino Real congelados (M2), vindos de Atibaia no estado de São Paulo. Os ingredientes utilizados nas formulações das geleias (Tabela 3) foram a pectina (105 rapid set, CP Kelco), o ácido cítrico P.A. (Dinâmica), o açúcar refinado e cristal (União) e lima ácida taiti (*Citrus latifolia*) obtidos em comércio local.

**Tabela 3.** Matérias primas, materiais e equipamentos utilizados nas geleias caseiras, piloto e industrial, e feita em planta piloto.

Geleia		Morango <sup>1</sup>	Açúcar	Fonte do ácido cítrico <sup>2</sup>	Pectina	Equipamento	Embalagem
Caseira	CA	M1	Refinado	L1	-	Fogão	V48g
	CB	M1	Refinado	L1	-		V48g
Planta Piloto	P1	M2	Cristal	P.A	ATM 105RS	“Bulle” piloto	V200g
	P2	M1	Refinado	P.A	ATM 105RS	Tacho piloto	V200g
Industrial	I1	M1	Cristal	L1	ATM 105RS	“Bulle” industrial	V360g
	I2	M1	Cristal	P.A.	ATM 105RS	Tacho industrial	V42g

<sup>1</sup>M1: mistura de morangos da variedade Benicia, Camino Real, San Andreas e Senga Sengana, importadas da Argentina e Polônia. M2: cultivar Camino Real de Atibaia, São Paulo.

<sup>2</sup>L1: lima ácida taiti. <sup>2</sup>P.A: ácido cítrico de alta pureza.

A Tabela 4 apresenta a formulação das geleias caseiras, processadas em planta piloto e industrial.

**Tabela 4.** Formulação das geleias caseira (CA e CB), feita em escala planta piloto (P1 e P2) e industrial (I1 e I2).

	Caseira (%)		Planta Piloto (%)		Industrial (%)	
	CA	CB	P1	P2	I1	I2
Morango	64	49	50	50	50	50
Açúcar	34	49	49	49	48	49
Lima Ácida	1,94±1,68	2,09±1,58	-	-	1 – 2	-
Ácido cítrico	-	-	0,36*	0,19*	-	0,19
Pectina	-	-	0,75	0,75	0,3-1,0	0,3-1,0
Água	-	-	15	20	12**	12**
Equipamento	Fogão	Fogão	Bulle	Tacho	Bulle	Tacho

Valores para 1 batelada (CA: 1,06±0,02 kg. CB: 1,38±0,02 kg, P1: 36 kg (sem água) , P2: 16 kg (sem água), I1:1000 kg (sem água), I2: 160 kg (sem água).

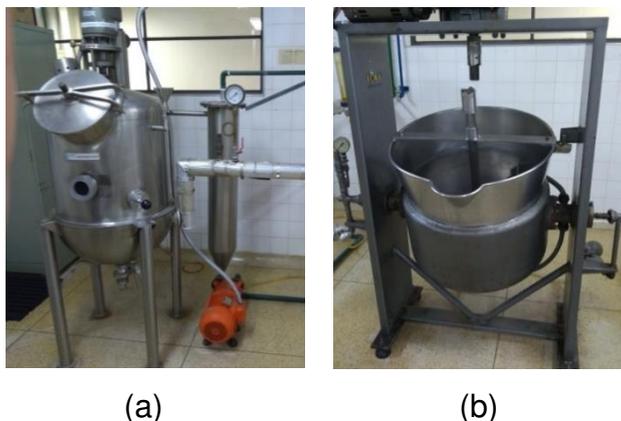
\*Valores determinados por titulação até pH 3,2.

\*\*Valores estimados considerando a porcentagem média de água utilizada em planta piloto, sendo a porcentagem em relação em cima dos valores da batelada.

As geleias caseiras foram feitas em fogão doméstico (marca continental). O preparo foi realizado utilizando queimador de tamanho médio, panela de aço inox 18/8 com fundo triplo de 240 mm de diâmetro e colher de inox com largura máxima de 7,2 cm, comprimento de 10 cm, e cabo de 23 cm.

A geleia produzida em planta piloto foi processada em tacho aberto ICMA de 60 litros (Figura 5a), ou o tacho a vácuo ICMA para 50 litros (Figura 5 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**b).

**Figura 5.** Equipamentos utilizados no processamento da simulação industrial feita em planta piloto: a) tacho a vácuo b) tacho aberto.



O envase das geleias caseiras foi feito em potes de vidro de 48 g (V48g), doados pela Vidraria Anchieta, São Paulo - SP, e tampas metálicas de 33 mm doados pela Silgan White Cap. As geleias processadas em planta piloto foram envasadas em potes maiores (V200g), de 200 g, devido à quantidade produzida, utilizando tampas metálicas de 63 mm doadas pela Metalúrgica Mococa S.A., Mococa - SP. As embalagens das geleias industriais também foram de vidro sendo a geleia produzida em tacho a vácuo (I1) envasada em potes de 360 g (V360) e a geleia produzida em tacho a pressão atmosférica (I2) em potes de 42 g (V42).

Para os ensaios de consumo de água no pré-processamento do morango (lavagem e *trimming*) foram utilizados morangos frescos obtidos no Ceasa, Campinas nos meses de janeiro e setembro.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Caracterização da Matéria Prima

O morango e a lima ácida foram caracterizados quanto à acidez, o pH e os sólidos solúveis de acordo com AOAC (2016). A lima ácida também foi caracterizada em relação ao rendimento em suco (para converter a medida caseira para mililitros), utilizando um extrator doméstico e proveta. A massa média dos

morangos foi calculada com uma amostragem de aproximadamente 25 frutos, expressa pela sua média e respectivo desvio padrão.

#### **4.2.1.1. Curva de acidificação**

A quantidade necessária de ácido cítrico para atingir o pH 3,2 foi quantificada através da curva de acidificação dos morangos utilizados nas geleias (P1 e P2). Esta curva foi obtida através da titulação com solução de ácido cítrico 10% dos morangos homogeneizados, medindo-se simultaneamente os valores de pH para cada quantidade de solução titulada.

#### **4.2.1.2. Lavagem e *trimming* (limpeza)**

A água de lavagem dos morangos foi quantificada por duas formas distintas, por água corrente e por imersão, realizadas em triplicata.

A quantificação por água corrente ocorreu medindo-se a vazão da água da torneira, com auxílio de um balde graduado e cronômetro, verificando o volume gasto. Variações na vazão foram propostas, simulando operações mais conscientes e outras com maior desperdício.

Para quantificar a água de lavagem por imersão, 1 kg de morango foi pesado em uma balança semianalítica e coberto com uma quantidade de água mínima necessária para movimentação dos frutos no recipiente.

As partes não comestíveis dos morangos, tais como as podridões e as sépalas (folhas), foram retiradas com auxílio de uma faca, manualmente, e mensuradas usando balança semianalítica, após a lavagem.

#### **4.2.2 Utilidades no processamento: água e energia**

O consumo de água foi determinado na etapa de pré-processamento da matéria prima principal (morango) foi comparado segundo o item 4.2.1.1.

A energia, por sua vez, possui diferentes fontes sendo, no processo caseiro, o gás liquefeito de petróleo (GLP) e, no processo industrial, o vapor gerado por diferentes fontes. Para as geleias caseiras foram utilizados diferentes tempos de

aquecimento e potência do queimador. Os gastos de energia foram calculados de acordo com a potência descrita no manual de instrução dos fogões da marca Mueller (2013) (ANEXO E).

As geleias I1 e I2 foram obtidas sob aquecimento com vapor saturado a 3,0 Kgf.cm<sup>-2</sup> e as geleias P1 e P2 foram obtidas com o uso de vapor saturado com pressão variando de 1,5 a 2,0 Kgf.cm<sup>-2</sup>. Contudo, para melhor discussão, o consumo de energia foi calculado para outras situações considerando a geleia feita na indústria I1 (Tabela 5).

**Tabela 5.** Condições teóricas para cálculo de energia da geleia industrial.

Pressão linha (Kgf.cm <sup>-2</sup> )	Temperatura do vapor na linha (°C)	Pressão no tacho (Kgf.cm <sup>-2</sup> )	Temperatura de evaporação do Produto T <sub>ev</sub> (°C)
0,5	126,72	0,318	70
		0,483	80
		0,715	90
		1,033	100
1,0	132,71	0,318	70
		0,483	80
		0,715	90
		1,033	100
1,5	142,98	0,318	70
		0,483	80
		0,715	90
		1,033	100
2,0	148,11	0,318	70
		0,483	80
		0,715	90
		1,033	100

Os cálculos foram realizados segundo FELLOWS (2006) através de balanço de massa e energia, onde a massa de alimento que entra no evaporador é igual a massa do produto mais a massa de água evaporada (Equação 1).

O segundo passo fica para a determinação da quantidade de energia requerida para evaporar esta água (Equação 4), a qual é a soma do calor requerido para o produto atingir a temperatura de ebulição (calor sensível) e o calor requerido

para que a água evapore até o ponto desejado da geleia (calor latente) expressos pelas Equações 2 e 3, respectivamente. A energia requerida será suprida por certa quantidade de GLP ou vapor. A energia considerada para este trabalho é a energia suprida para a evaporação da água na geleia de morango, convertida para kcal. Os valores referentes às propriedades térmicas da água e da formulação foram utilizados segundo ALVARADO (2016) e HAYES (1987).

$$m_{A_{ev}} = m_i(1 - x_i) - m_f(1 - x_f) \quad (1)$$

$$Q_s = m_i C_p (T_{ev} - T_i) \quad (2)$$

$$Q_\gamma = m_{A_{ev}} \gamma_v \quad (3)$$

$$Q_t = m_i C_p (T_{ev} - T_i) + m_{A_{ev}} \gamma_v \quad (4)$$

Fonte: FELLOWS, 2006 adaptado.

Onde,

$m_i$ : massa da formulação que entra no evaporador (kg),

$x_i$ : fração de sólidos solúveis da formulação que entra no evaporador,

$m_f$ : massa de geleia ao final do processo,

$x_f$ : fração de sólidos solúveis na geleia,

$m_{A_{ev}}$ : massa de água evaporada no processo (kg),

$Q_T$ : calor total requerido para evaporação (kcal),

$Q_\gamma$ : calor latente de vaporização (kcal)

$Q_s$ : calor sensível (kcal)

$C_p$ : calor específico da massa de entrada no evaporador (0,7696 Kcal.kg<sup>-1</sup>k<sup>-1</sup>),

$T_{ev}$ : temperatura de processo (°C) a qual variou conforme a pressão considerada dentro do evaporador,

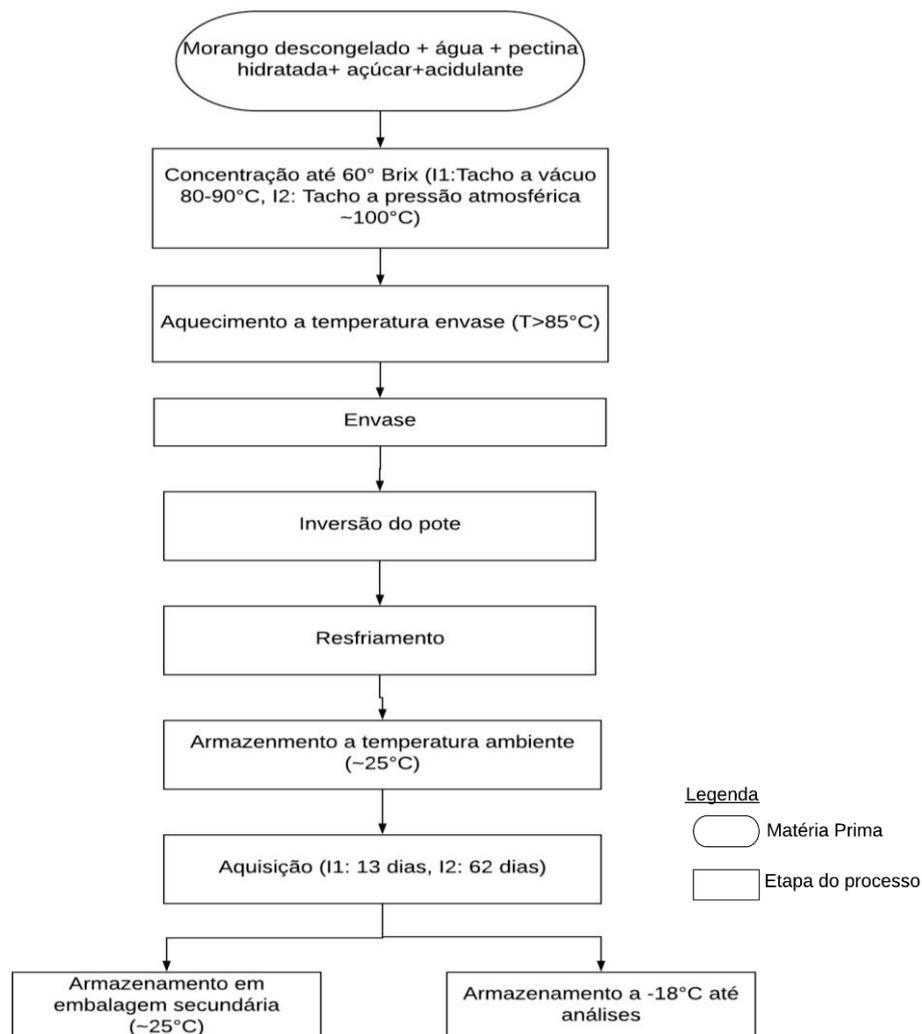
$T_i$ : temperatura da massa de entrada (25 °C),

$\gamma_v$ : calor latente de vaporização da água na temperatura de processo (kcal.kg<sup>-1</sup>)

### 4.2.3 Geleia processada na indústria

O processamento das geleias industriais foi realizado por equipamentos distintos, sendo I1 em tacho a vácuo e I2 em tacho aberto (Figura 6).

**Figura 6.** Preparação e obtenção da geleia industrial.

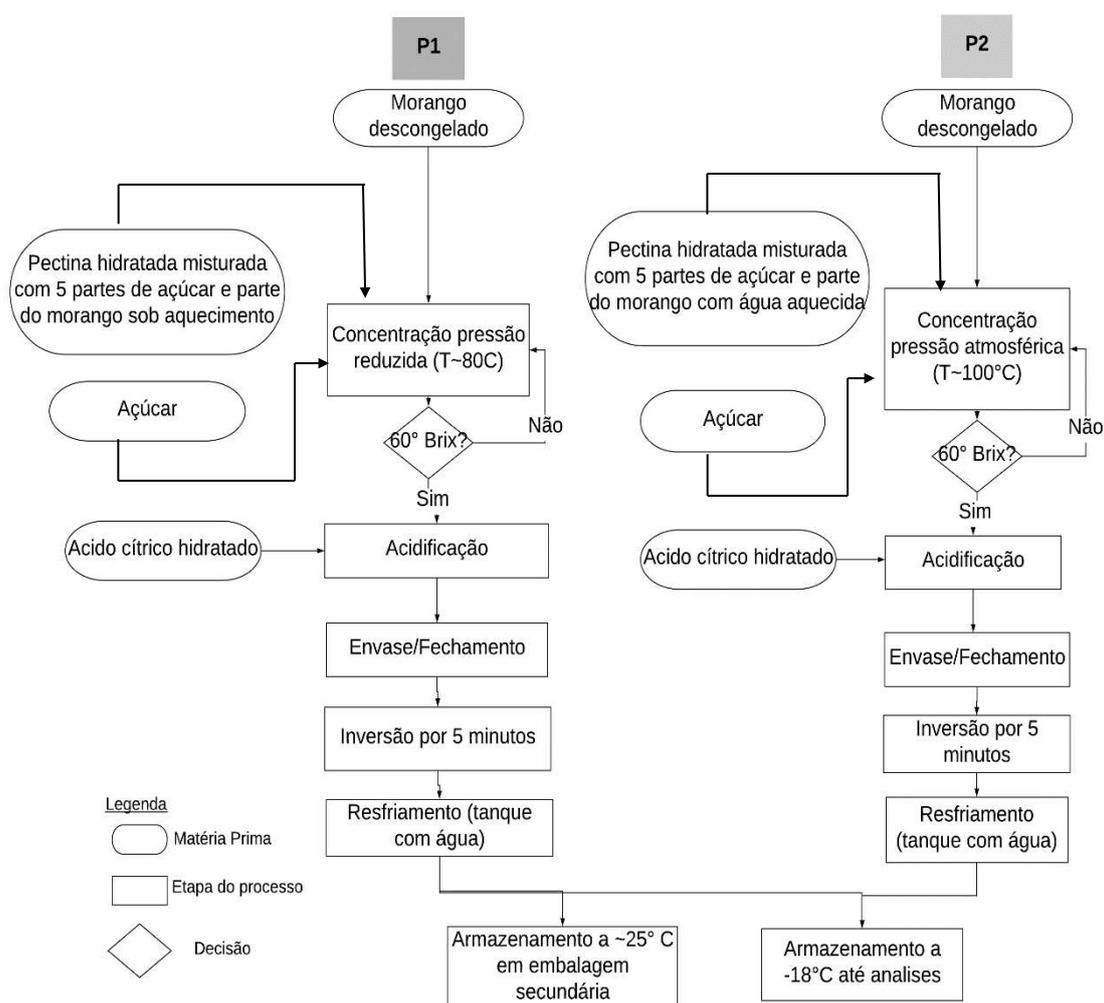


### 4.2.4 Geleia processada em planta piloto

Na planta piloto foram realizados processos em tacho aberto (P2) e em tacho sob vácuo (P1). Para ambos os processos foram realizados pré-testes com evaporação de água nos tachos correspondentes para determinar,

aproximadamente, o tempo necessário para que as geleias atingissem 60 °Brix. A finalidade destes pré-testes foi interromper a concentração exatamente no momento da finalização do produto. Após esta determinação o processo teve início com os morangos descongelados (Figura 7).

**Figura 7.** Simulação do processamento de geleia industrial realizado em planta piloto.



O açúcar foi adicionado quando os morangos começaram a ferver. A pectina foi misturada com 5 partes de açúcar e previamente hidratada entre 60 e 70 °C, com parte dos morangos, num liquidificador doméstico em velocidade máxima. O ácido cítrico, previamente quantificado para atingir pH 3,2 conforme item 4.2.1.1, foi adicionado ao final do processo, quando a geleia chegou a 60 °Brix. O envase a

quente foi feito em potes de vidro de 48 g e de 200 g, utilizando tampas metálicas. Estes foram imediatamente invertidos por 5 minutos e posteriormente resfriados em tanque com água a temperatura ambiente.

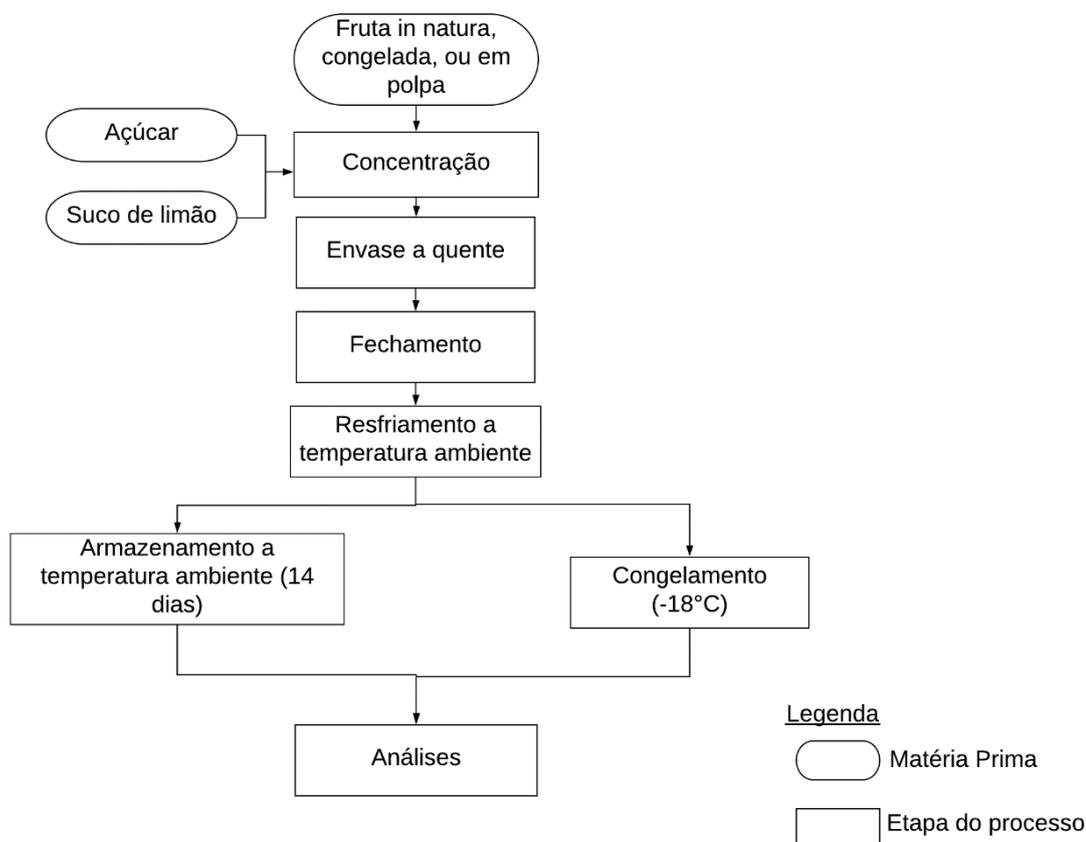
#### **4.2.6 Quantificação do ácido cítrico**

Para determinar a quantidade de ácido cítrico necessária para ajuste do pH em 3,2 foi realizada uma titulação de uma massa conhecida de morango, previamente triturado com água destilada em liquidificador, com uma solução de ácido cítrico 10% m/v. Através do volume consumido da solução ácida na titulação foi possível determinar a quantidade de ácido cítrico necessária para acidificação de todo morango processado em tacho.

#### **4.2.5 Geleia caseira**

As geleias caseiras foram preparadas com morango inteiro e o ponto final das geleias foi determinado de acordo com as sugestões de processo disponibilizadas para o processamento caseiro. As geleias caseiras foram realizadas por colaboradores dentro do laboratório de frutas e hortaliças, os quais estabeleceram o uso de potência máxima ou mínima do queimador do fogão, o tempo de adição dos ingredientes e o ponto final dessas geleias (Tabela 6). Após terminada a preparação, algumas geleias foram congeladas a -18 °C e outras foram armazenadas em caixa de papelão por 14 dias (Figura 8).

**Figura 8.** Fluxograma do processo de fabricação de geleia caseira.



Os processos caseiros foram classificados conforme sua formulação, em CA e CB, sendo CA as geleias com maior quantidade de fruta (65%) e CB as geleias com menor quantidade de fruta (50%) (Tabela 6).

As geleias CA foram numeradas de 1 a 5, conforme o tempo de aquecimento, do menor para o maior, assim como as geleias CB, as quais foram numeradas de 1 a 4.

A adição de açúcar em CA1 e CB2 ocorreu quando os morangos começaram a “ferver”, ou seja, a aproximadamente 100 °C.

Em CA4 e CB3, não foi utilizado o suco de lima ácida, e a adição do açúcar foi padronizada em 5 minutos de processamento.

Em CA2, CA3, CA5 e CB4 o açúcar foi adicionado no início do processo, sendo submetido ao aquecimento logo em seguida.

Em CB1, o morango foi amassado junto com o açúcar utilizando um garfo, 5 minutos antes de iniciar o aquecimento.

**Tabela 6.** Condições de preparo das geleias caseiras.

	M (%)	LA (%)	t <sub>aç</sub> (min)	t <sub>li</sub> (min)	t <sub>pb</sub> (min:s)	t <sub>pa</sub> (min:s)	t <sub>r</sub> (min:s)
CA1	63,29	2,91	10	20	22:00	00:00	22:00
CA2	63,15	2,92	0	22	08:27	15:33	24:00
CA3	63,28	2,91	0	0	31:00	00:00	31:00
CA4	65,05	0,00	5	-	41:00	00:00	41:00
CA5	63,31	2,91	0	0	49:00	0:00	49:00
CB1	48,80	2,25	-5*	12	20:15	00:00	20:15
CB2	48,73	2,25	10	27	10:44	21:16	32:00
CB3	49,86	0,00	5	-	34:41	00:00	34:41
CB4	48,08	3,85	0	0	60:00	00:00	60:00

\*5 minutos antes do início do aquecimento, M: morango, LA: suco de lima ácida, t<sub>aç</sub>: tempo de cocção com o açúcar adicionado, t<sub>li</sub>: tempo de cocção com adição do limão, t<sub>pb</sub>: tempo de cocção em potência mínima, t<sub>pa</sub>: tempo de cocção em potência máxima, t<sub>r</sub> tempo total de preparo.

Em relação ao suco de lima ácida, nas geleias CA3, CA5 e CB4 esse ingrediente foi adicionado segundos antes do aquecimento e nas outras amostras entre 2 a 8 minutos antes da finalização do processo, sendo estes tempos determinados aleatoriamente.

#### 4.1.5 Conversão de medidas

As considerações de medidas foram realizadas considerando 240 g para a xícara de açúcar e 41,67±8,60 ml de suco para um limão. Este valor de suco de limão foi obtido por testes prévios, expressos pelo volume médio, medido em proveta, de suco de 10 limões. Também foram avaliadas duas formulações sem a adição do suco de limão.

#### 4.2.6 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas (acidez, pH, sólidos solúveis, ácido ascórbico e antocianinas) foram realizadas no Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos na Faculdade de

Engenharia de Alimentos da Unicamp. A análise de cor foi realizada no Laboratório de Instrumentação do mesmo departamento.

#### 4.2.6.1 Acidez titulável total

A acidez titulável das geleias foi mensurada conforme método 311/IV e da lima ácida conforme o método 016/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 4.2.6.2 pH

As medições de pH foram realizadas de acordo com IAL (2008).

#### 4.2.6.3 Cor

As coordenadas da escala CIE  $L^*a^*b^*$  foram medidas através do colorímetro (Mini Scan XE Hunter Associates Laboratory, Inc, Reston, Virginia, USA) com iluminante D65, ângulo observador de  $10^\circ$  e geometria 0/45 e foram expressas em luminosidade ( $L^*=0$  preto e  $L^*=100$ =branco) e pelas coordenadas  $a^*$  (+ $a^*$ =vermelho e  $-a^*$ =verde) e  $b^*$  (+ $b^*$ =amarelo e  $-b^*$ =azul). Utilizando esses valores o valor de croma ( $C^*$ ), *hue* ( $h^\circ$ ) e a diferença total  $\Delta E$  foram calculados conforme equações 5, 6 e 7, respectivamente (PATRAS et al, 2011).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (5)$$

$$h^\circ = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (6)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (7)$$

$L_0^*$ ,  $a_0^*$ ,  $b_0^*$  são os valores do morango utilizado para o processamento das geleias.

Os valores individuais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e  $C^*$  foram comparados entre as geleias caseiras, entre as geleias caseiras e industriais e entre as geleias industriais. Esta comparação foi realizada também entre os valores de cor após processamento e os valores de cor após armazenamento.

#### **4.2.6.4 Sólidos solúveis totais (°Brix)**

Para a determinação dos sólidos solúveis em °Brix, a amostra foi filtrada em algodão e lida no Refratômetro Automático (Reichert Technologies r<sup>2</sup>i300). O valor da leitura foi corrigido pela porcentagem de ácido cítrico contido em cada amostra (IAL, 2008).

#### **4.2.6.5 Ácido ascórbico**

O conteúdo de ácido ascórbico foi avaliado de acordo com o método 967.21 com versão final em 1968 da AOAC (2016), modificado por Benassi e Antunes (1988). Este método é baseado na redução do indicador 6-dicloindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico.100g<sup>-1</sup> de base úmida.

#### **4.2.6.6 Extração para análise de antocianinas**

A extração foi realizada através de testes prévios e o solvente que obteve melhores resultados, em função da eficiência de extração, foi o metanol 50% devido a sua eficiência na extração (OLIVEIRA, 2010). Primeiramente, as amostras foram homogeneizadas em almofariz. Após, estas foram pesadas e misturadas com o solvente em tubos e submetidas a agitação em agitador de tubo AP 56 Phoenix por 1 minuto. As amostras ficaram durante uma hora em mesa agitadora orbital Tecnal. Após este processo, as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos em centrífuga Damon/IEC Division. O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro qualitativo. Cada amostra foi submetida ao processo acima descrito em triplicata para avaliação do processo e em duplicata para a avaliação do armazenamento.

Para os tempos de 0 e 14 dias das geleias realizadas pelo método caseiro (CA e CB), industrial (I1) e da feita em planta piloto (P2) foram utilizados 5g de amostra na extração com 25 ml do solvente, exceto para a feita em planta piloto em 14 dias, onde foi utilizado 10g da amostra para 25 ml de solvente. As amostras de geleia industrial (I1 e I2) e realizadas em planta piloto (P1 e P2) nos tempos de 30 e 62 dias foram extraídas com 10 a 15 g de amostra para 25 ml de solvente, já a amostra I2 nos tempos 80 e 124 dias foram extraídas com 20g de amostra para 25 ml de solvente. Esta variação foi realizada para obter um extrato mais concentrado na análise de antocianinas do item 4.2.6.7, onde a leitura de absorbância do espectro deveria estar entre 0,2 e 1,0 UA.

#### 4.2.6.7 Antocianinas monoméricas totais

As antocianinas monoméricas totais foram quantificadas de acordo com o método de diferenciação por pH (AOAC, 2016). Os tampões preparados foram o de cloreto de potássio 0,025 M com pH 1,0 e acetado de sódio 0,4 M com pH 4,5. Os extratos foram misturados com os tampões e tiveram sua absorbância medida em espectrofotômetro (Beckman DU-70, Alemanha) nos comprimentos de onda 510 e 700 nm. A absorbância da amostra diluída (A) foi determinada pela Equação 8 e o conteúdo de antocianinas pela Equação 9. O conteúdo foi expresso em equivalente de pelargonidina-3-glucosídeo usando o coeficiente de absorção molar ( $\epsilon$ ) de 15600 M<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup> (TONUTARE, MOOR e SZAJDAK, 2014).

$$A = (A_{520nm,pH1} - A_{700nm,pH1}) - (A_{520nm,pH4,5} - A_{700nm,pH4,5}) \quad (8)$$

$$\text{Antocianinas totais} = \frac{A \times Pm \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l} \quad (9)$$

Onde A é absorbância, Pm é o peso molecular de pelargonidina-3-glucosídeo (433,2 g.mol<sup>-1</sup>), DF é o fator de diluição,  $\epsilon$  é o coeficiente de extinção molar em L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup> de pelargonidina-3-glicosídeo (15600 Lmol<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>).

#### 4.2.7 Padronização de valores para comparação

Como as geleias possuem proporções diferentes de frutas e outros ingredientes, foi necessária a conversão dos valores finais das análises físico-químicas para um valor no qual a proporção de açúcar e morango não interferisse nos resultados. Assim, os resultados das análises, normalmente expressos por 100 gramas de amostra, foram convertidos em “quantidade do componente” por grama de sólidos solúveis do morango (Equações 10 a 13). Esta unidade final foi considerada, pois o conteúdo de sólidos solúveis do morango não varia no processo.

As Equações 10 a 13 mostram como foi feita a conversão da concentração do componente (C) para as geleias caseiras e industriais. Para o morango, este foi determinado apenas pela divisão de C pelo conteúdo de sólidos solúveis totais do morango.

$$C = \frac{m_f \cdot x_f}{m_m \cdot x_m} \cdot B^{-1} \cdot C_g \quad (10)$$

C: concentração do componente por sólidos solúveis do morango (mg pg-3-glu/sst morango) ou (mg ácido ascórbico/sst morango).

$C_g$ : concentração do componente por 100g da amostra (mg pg-3-glu/100g geleia) ou (mg ácido ascórbico/100g geleia).

$m_m$ : massa de morango (g)

$x_m$ : sólidos solúveis presentes no morango (g)

$m_f$ : massa de geleia (g)

$x_f$ : fração de sólidos solúveis presentes na geleia ou formulação

B: sólidos solúveis presentes na geleia ou formulação (escala de 0 a 1)

Sendo ( $m_f \cdot x_f$ ) igual à massa de sólidos solúveis na formulação, ou seja, igual à massa dos sólidos solúveis presentes nos ingredientes morango, suco de lima ácida, pectina e ácido cítrico, e o inverso de B igual a 1/B, temos:

$$C = \frac{(m_m \cdot x_m) + (m_L \cdot x_L) + (m_A \cdot x_A) + (m_p \cdot x_p) + (m_{ac} \cdot x_{Ac})}{(m_m \cdot x_m)} \cdot \frac{1}{B} \cdot C_g \quad (11)$$

Onde,

$m_L$ : massa de suco de limão (g), considerando densidade da água.

$m_A$ : massa de açúcar (g)

$m_p$ : massa de pectina (g)

$m_{Ac}$ : massa de ácido ascórbico (g)

$x_m$ : fração de sólidos solúveis presentes no morango

$x_L$ : frações de sólidos solúveis no suco de lima ácida

$x_A$ : fração de sólidos solúveis do açúcar, considerada 1

$x_p$ : fração de sólidos solúveis da pectina, considerada 1

$x_{Ac}$ : fração de sólidos solúveis do ácido cítrico, considerado 1.

Convertendo em unidades, sendo  $(m_m \cdot x_m)$  igual a massa de sólidos solúveis totais do morango (sst morango)

$$C = \frac{[g]}{[\text{sst morango}]} \cdot \frac{1}{[g]} \cdot [mg] = \frac{mg}{\text{sst morango}} \quad (12)$$

Onde,

C: concentração do componente (mg pg-3-glu/g sst morango) ou (mg ácido ascórbico/sst morango).

[sst morango]: sólidos solúveis totais no morango

[g]: gramas

[mg]: miligramas

#### 4.2.8 Cinética de degradação

Como as geleias industriais foram adquiridas com um determinado tempo de armazenamento (14 e 62 dias) a temperatura de aproximadamente 25 °C, o valor de k (velocidade de reação, em dias<sup>-1</sup>) para antocianinas, ácido ascórbico e parâmetros de cor foram estimados, considerando também as geleias feitas em planta piloto, as quais possuíram um valor de °Brix semelhante.

A equação 13 representa a equação geral de cinética de reações de primeira ordem (SUMMEN e ERGE, 2012). A equação 14 é a relação entre o valor D e k (AMORIM, 2008). D é um parâmetro utilizado que possui relação direta com a velocidade de reação k (AUGUSTO, 2017).

$$\ln C = \ln C_0 - kt \quad (13)$$

$$\frac{k}{2,303} = \frac{1}{D_t} \quad (14)$$

Onde,

C: concentração do componente no tempo t (antocianinas, ácido ascórbico).

$C_0$ : concentração do componente no tempo 0.

k: velocidade da reação [tempo<sup>-1</sup>]

$D_T$ : tempo para a redução de 1 ciclo logarítmico de um componente ou parâmetro em análise (antocianinas, ácido ascórbico, parâmetro de cor) a uma determinada temperatura, no caso deste trabalho, o valor D foi determinado a 25 °C.

#### 4.2.9 Análise estatística

Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias foram estimadas através da análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação múltipla de Tukey. Para a comparação entre duas médias foi utilizado o teste t. A análise estatística foi realizada através dos softwares RStudio 1.1.463 e Sisvar.

## 5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da Matéria Prima

Os morangos utilizados para a lavagem e avaliação dos resíduos obtiveram massa unitária de  $16,64 \pm 8,50$  g quando adquiridos no mês de janeiro e de  $25,28 \pm 6,18$  g quando adquiridos na época da safra, no mês de setembro, indicando uma clara melhora na qualidade dos frutos no melhor período de colheita.

A quantidade de suco de lima ácida extraída foi de  $42,45 \pm 7,32$  g, correspondendo a um rendimento de aproximadamente 48,6% em massa.

Os resultados das análises físico-químicas dos morangos e da lima ácida utilizados no processamento das geleias de morango estão Tabela 7.

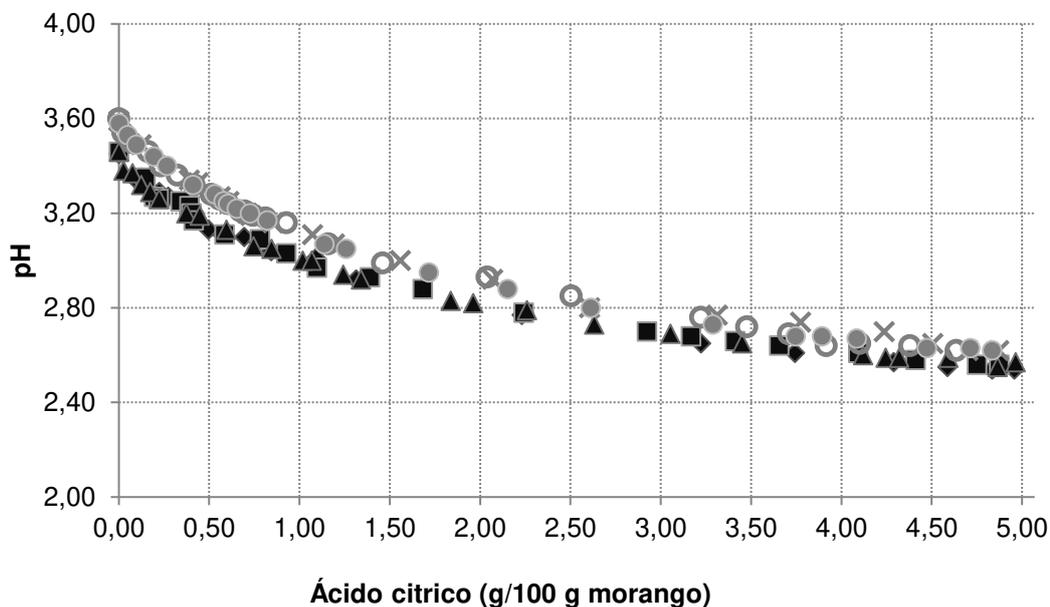
**Tabela 7.** Características físico-químicas e teor de ácido ascórbico e antocianinas das matérias primas utilizadas para o processamento de geleia de morango.

Matéria Prima	°Brix	pH	Ácido Cítrico (%)	Ácido ascórbico (mg/100g)	Antocianinas (mg eq pg-3-glu/100g)
M1	$8,30 \pm 0,34^a$	$3,51 \pm 0,11^a$	$0,88 \pm 0,02^a$	$57,46 \pm 2,74^a$	$7,99 \pm 0,15^a$
M2	$6,20 \pm 0,80^b$	$3,49 \pm 0,01^a$	$1,17 \pm 0,02^b$	$42,41 \pm 5,52^a$	$7,94 \pm 0,17^b$
L1	$8,56 \pm 0,15^a$	$2,94 \pm 0,07^b$	$5,37 \pm 0,07^c$	$70,46 \pm 10,49^b$	-

Letras diferentes na mesma coluna diferenciam entre si a 95% de significância. M1: mistura de morango das cultivares Camino Real, Benícia, San Andreas e Senga Sengana, M2: morango da cultivar Camino Real, L1: lima ácida taiti,

A quantidade de ácido cítrico necessário para ajuste do pH em 3,2, utilizado nos processos em planta piloto está descrito na Figura 9.

**Figura 9.** Curva de titulação dos morangos com solução ácido cítrico 10%.



Foram utilizados de 0,37 a 0,72g de ácido cítrico para cada 100g morango, para alcançar o pH de 3,2. O morango M2, cultivar Camino Real, consumiu mais ácido cítrico do que a mistura de morangos dos cultivares Camino Real, Benícia, San Andreas e Senga Sengana.

## 5.2 Pré-processamento

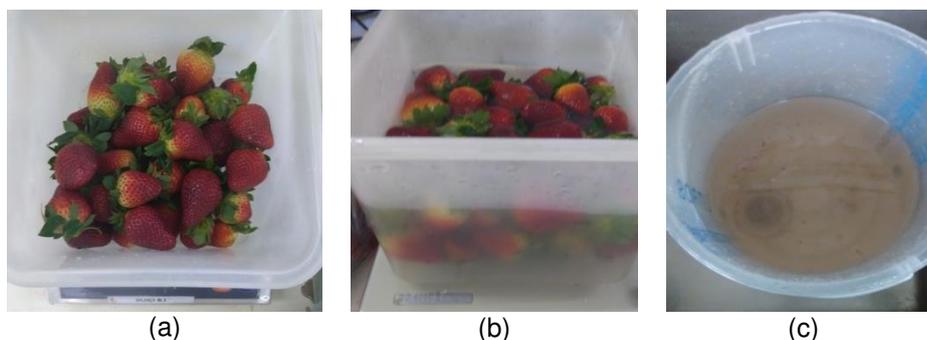
As vazões utilizadas para a lavagem dos morangos em água corrente foram de 1,35, 1,93 e 4,06 L.h<sup>-1</sup> e o consumo variou de 9,5 a 20 litros de água para a lavagem de 1kg de morango, por outro lado, os morangos lavados por imersão tiveram um consumo entre 1,54 a 1,78 litros de água para cada 1 kg de morango (Tabela 8).

**Tabela 8.** Dados relativos à quantidade de água de lavagem verificada para os morangos adquiridos no comércio local.

	Vazão de água (L/h)	Consumo de água (L/kg morango)
Água corrente	4,06	20,5
	1,35	9,5
	1,93	14,0
Imersão	-	1,6
	-	1,8
	-	1,5

O recipiente utilizado para quantificar a água no método de imersão está sendo ilustrado nas Figuras 10a e 10b, onde a água foi adicionada até cobrir os morangos. E para o balde graduado utilizado para conter a água no método de lavagem com água corrente está sendo ilustrado na Figura 10c.

**Figura 10.** Quantificação de água no pré-processamento caseiro de geleia de morango pelo método de imersão (a e b) e pelo método de lavagem por água corrente (c).



O resíduo gerado a partir das partes não comestíveis foi variável de acordo com a época de safra, sendo o período entressafra, o maior gerador de resíduos desta fruta (Figura 11). O mês de janeiro é uma época de chuvas no Brasil. O morango é susceptível a fungos como o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*), cuja infestação nesta época é alta causando podridões no morango (ROHLOFF et al, 2004), dificultando sua limpeza.

**Figura 11.** Resíduo orgânico das partes não comestíveis do morango nos meses de janeiro de 2018 (a) e setembro de 2018 (b).



De forma geral, a indústria consome durante a lavagem aproximadamente 1,5 Kg de água por kg de morango, e a perda referente à retirada das partes não comestíveis do morango é de aproximadamente 15 %<sup>1</sup>.

Segundo os dados experimentais a porcentagem de perdas em relação às partes não comestíveis da fruta foi, em média, de  $11,61 \pm 1,69\%$  para o mês de janeiro e de  $7,86 \pm 1,05\%$  para o mês de setembro (Tabela 9), indicando novamente a melhor qualidade dos frutos na safra principal. Contudo deve-se considerar também que a origem do morango caseiro é específica para o mercado varejista, com matérias primas selecionadas.

O tipo de produção também influenciará a quantidade de resíduos. Na Dinamarca, foi estimado que na produção primária (campo e pós colheita) as perdas na produção em campo chegaram a 15%, em túneis a 5% e em estufas de 2 a 3% (Borun et al, 2018). Os resultados encontrados neste trabalho tanto para industrial quanto para o caseiro estão dentro do máximo de 15% encontrado.

Segundo Cárdenas (2017) as fontes de resíduos na indústria podem ser por morangos que não passaram por pré-seleção e pelo descarte de pedículos e cálices, e a quantidade de resíduos de morango, segundo dados de uma empresa no Peru, são de cerca de 150 Kg por tonelada, ou seja, 15%.

---

<sup>1</sup> Dados fornecidos por comunicação verbal de uma indústria processadora de morangos no estado de São Paulo, Brasil.

**Tabela 9.** Dados relativos à massa de partes não comestíveis verificadas para os morangos adquiridos no comércio local.

	<b>Massa (g)</b>	<b>Resíduo (%)</b>
Safras (janeiro/2018)	16,64 ± 8,50	13,16
		11,86
		9,80
Safras (fevereiro/2018)	42,45 ± 7,32	7,56
		7,00
		9,03

Ampliando-se a produção do processo caseiro, ou seja, imaginando diversas residências produzindo geleias em quantidades equivalentes à industrial é possível avaliar o consumo de água, o desperdício de partes não aproveitadas, etc. A Tabela 10 apresenta uma comparação entre os processos. Segundo os dados simulados, a quantidade de água e resíduo gerado por Kg de geleia industrial são menores. Porém vale ressaltar que este valor foi influenciado pela quantidade final, a qual depende tanto da quantidade inicial de ingredientes quanto da quantidade de água evaporada. Sendo assim, o rendimento das geleias influenciou na quantidade final de morangos necessários para a produção de 1 kg dessa geleia, e conseqüentemente na geração de resíduos.

O rendimento para as geleias industriais e simuladas em planta piloto foi de 91,24±1,57%, enquanto para as geleias do grupo CA foi de 75,62±7,17%, para o grupo CB (exceto CB1) foi de 75,67±1,47%, e para CB1 foi de 94,38%. Sendo assim, para as geleias industriais, simuladas em planta piloto e para CB1 os resíduos gerados e a água consumida nesta etapa foram menores, já que precisaram de menor quantidade de morango para serem produzidas (Tabela 10).

**Tabela 10.** Consumo de água e geração de resíduos no pré-processamento do morango. Resultados expressos em kg ou L, por kg de geleia produzida.

Am	Morango*	Rendimento (%)	°Brix	R <sub>c</sub> **	R <sub>i</sub> **	A <sub>cor</sub> (L)	A <sub>ime</sub> (L)	A <sub>ind</sub> (L)
CA1	0,785	87,00	45,2±0,8	0,062	0,109	8,31-17,94	1,35-1,56	1,18
CA2	0,875	77,83	50,7±1,7	0,102	0,122	8,24-17,78	1,34-1,54	1,31
CA3	0,867	78,69	50,0±0,5	0,101	0,121	9,06-19,55	1,47-1,70	1,30
CA4	0,954	73,57	54,9±2,2	0,111	0,133	9,66-20,85	1,57-1,81	1,43
CA5	1,017	67,16	58,5±0,2	0,118	0,141	5,30-11,43	0,86-0,99	1,53
CB1	0,558	94,38	56,4±0,6	0,065	0,078	6,60-14,40	1,07-1,24	0,84
CB2	0,695	76,10	70,0±4,2	0,081	0,097	6,65-14,27	1,08-1,24	1,04
CB3	0,700	76,87	70,6±1,2	0,081	0,097	6,62-14,27	1,07-1,24	1,05
CB4	0,696	74,03	70,8±0,8	0,081	0,097	8,31-17,94	1,35-1,56	1,04
P1	0,599	90,08	59,3±1,1	0,069	0,083	5,69-12,27	0,92-1,06	0,90
P2	0,586	92,95	57,8±4,7	0,068	0,082	5,57-12,01	0,90-1,04	0,88
I1	0,599	89,99	59,5±0,9	0,069	0,083	5,69-12,29	0,92-1,07	0,90
I2	0,588	91,76	59,0±1,3	0,068	0,082	5,58-12,05	0,91-1,05	0,88

\*Kg de morango necessário para produzir 1 kg de geleia, considerando o resíduo do mês de setembro; \*\*Resultados expressos em Kg de resíduo/Kg geleia.

R<sub>c</sub> : resíduo em condições caseiras; R<sub>i</sub>: resíduo em condições industriais; A<sub>cor</sub>: Água de lavagem do morango por água corrente; A<sub>ime</sub>: água da lavagem do morango por imersão; A<sub>ind</sub>: considerando dados da indústria.

### 5.3 Energia

As formulações caseiras foram submetidas a diferentes tempos de aquecimento e potência do queimador, obtendo assim, geleias preparadas com uso de quantidade de energia diferentes (Tabela 11).

O consumo de energia para a evaporação de 1 kg de água variou entre 1278 a 2999 kcal para os processos caseiros. Este valor superou a média dos valores industriais entre 80% a 323%. Aparentemente, poderia se presumir que a energia necessária para a produção de geleias em quantidades maiores seria muito mais alta em comparação à energia necessária para a preparação das geleias caseiras, porém, ao analisar a relação entre energia consumida por kg de geleia produzida, a energia consumida no processo industrial mostrou-se menor (Tabela 12).

**Tabela 11.** Condições de preparo das geleias caseiras.

	<b>M</b> (%)	<b>LA</b> (%)	<b>t<sub>pb</sub></b> (min:s)	<b>t<sub>pa</sub></b> (min:s)	<b>t<sub>r</sub></b> (min:s)	<b>A<sub>ev</sub></b>	<b>SST</b>	<b>E<sub>total</sub></b> (kcal)
CA1	63,29	2,91	22:00	00:00	22:00	138,44	45,2±0,8	252,39
CA2	63,15	2,92	08:27	15:33	24:00	235,21	50,7±1,7	476,03
CA3	63,28	2,91	31:00	00:00	31:00	226,95	50,0±0,5	355,64
CA4	65,05	0,00	41:00	00:00	41:00	272,27	54,9±2,2	470,36
CA5	63,31	2,91	49:00	0:00	49:00	350,03	58,5±0,2	562,14
CB1	48,80	2,25	20:15	00:00	20:15	77,47	56,4±0,6	232,31
CB2	48,73	2,25	10:44	21:16	32:00	329,11	70,0±4,2	641,59
CB3	49,86	0,00	34:41	00:00	34:41	311,40	70,6±1,2	397,90
CB4	48,08	3,85	60:00	00:00	60:00	364,63	70,8±0,8	688,34

M: morango, LA: suco de lima ácida, t<sub>pb</sub>: tempo de cocção em potência mínima, t<sub>pa</sub>: tempo de cocção em potência máxima, t<sub>r</sub> tempo total de preparo, A<sub>ev</sub>: água evaporada, E<sub>total</sub>: energia total calculada.

**Tabela 12.** Energia calculada na etapa de concentração para as geleias feita na indústria e simuladas em planta piloto.

Amostra	<b>m<sub>f</sub></b> (kg)	<b>E<sub>total</sub></b> (kcal)	<b>E/A<sub>ev</sub></b> (kg)	<b>E/m<sub>f</sub></b> (kg)
CA1	0,93	252,39	1823,07	272,40
CA2	0,83	476,03	2023,82	576,45
CA3	0,84	355,64	1567,05	424,49
CA4	0,76	470,36	1727,55	620,75
CA5	0,72	562,14	1606,00	785,46
CB1	0,74	232,31	2998,73	313,59
CB2	1,30	641,59	1949,44	492,96
CB3	1,05	397,90	1277,78	379,71
CB4	1,03	688,34	1887,75	665,15
P1	33,28	7450,12	732,76	223,84
P2	15,30	3294,60	638,53	215,34
I1	902,83	142272,99	770,16	185,26
I2	146,82	17682,39	690,39	127,26

E<sub>total</sub>: energia total calculada, E: energia consumida, A<sub>ev</sub>: água evaporada, m<sub>f</sub>: geleia produzida.

O processamento à pressão reduzida é uma tecnologia envolvida em vários processos industriais e pode ser considerado um processo mais sofisticado, se comparado com aquele realizado à pressão atmosférica. Observa-se que a energia requerida para evaporação da água é menor quando a temperatura de processo (dentro do tacho) é menor (Tabela 13), e isso é possível com a utilização de vácuo nos tachos de concentração.

**Tabela 13.** Energia e vapor requeridos para os processos em tacho em diferentes condições para 1000 kg de mistura para geleia 60 °Brix.

Situação (kgf.cm <sup>-2</sup> )	T <sub>ev</sub>	E <sub>req</sub> (kcal)	E <sub>req</sub> /A <sub>ev</sub>	V/A <sub>ev</sub>	E <sub>req</sub> /m <sub>f</sub>	V/m <sub>f</sub>
1,5	70	135659	749,07	1,27	165,66	0,47
1,5	80	142273	785,59	1,36	173,74	0,50
1,5	90	148843	821,87	1,44	181,76	0,54
1,5	100	155457	858,39	1,54	189,84	0,57
2,0	70	135659	749,07	1,27	165,66	0,47
2,0	80	142273	785,59	1,36	173,74	0,50
2,0	90	148843	821,87	1,44	181,76	0,54
2,0	100	155457	858,39	1,53	189,84	0,57
2,5	70	135659	749,07	1,26	165,66	0,47
2,5	80	142273	785,59	1,34	173,74	0,50
2,5	90	148843	821,87	1,43	181,76	0,53
2,5	100	155457	858,39	1,52	189,84	0,56
3,0	70	135659	749,07	1,26	165,66	0,47
3,0	80	142272	785,59	1,34	173,74	0,50
3,0	90	148843	821,87	1,43	181,76	0,53
3,0	100	155457	858,39	1,56	189,84	0,58

E<sub>req</sub>: energia requerida para evaporação, M<sub>vapor</sub>: massa de vapor consumida, V: vapor, A<sub>ev</sub>: água, m<sub>f</sub>: geleia produzida. T<sub>ev</sub>: temperatura de evaporação da água no processo.

A energia necessária para o processo envolve o calor sensível e o calor latente. Operando-se sob vácuo, em temperaturas de ebulição inferiores, o calor sensível é diminuído, porém, o calor latente pouco se altera, e como ele é o maior responsável pelo consumo de energia no processo, o consumo de energia total não diminui na mesma proporção. A vantagem desta operação advém do fato das alterações químicas serem inferiores, pois as reações de degradação são menores a

temperaturas mais baixas. Do ponto de vista operacional, um tacho a vácuo é um equipamento mais caro e de maior manutenção.

#### 5.4 Características físico-químicas das geleias produzidas

A obtenção de geleias caseiras com grande variação nos sólidos solúveis já era esperada, já que o ponto final foi verificado de forma pouco padronizada, sem a utilização de equipamentos apropriados de medida. Contudo, quanto maior o tempo de processamento a determinada temperatura, maior a quantidade de água evaporada e, conseqüentemente, maior será a concentração de sólidos solúveis na geleia.

Para os processamentos realizados em planta piloto e nos processamentos industriais pode-se observar uma maior padronização nos valores de pH, acidez e sólidos solúveis. As características destas geleias estão apresentadas na Tabela 14.

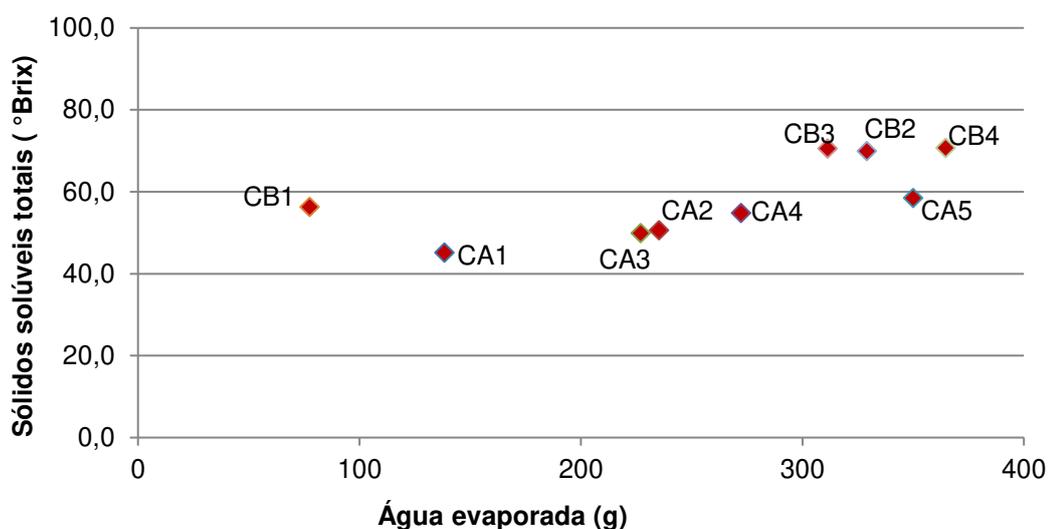
**Tabela 14.** Características físico-químicas das geleias.

Processos	Acidez (%)	°Brix (%)	pH
CA1	0,83±0,01 <sup>e,f</sup>	45,2±0,8 <sup>e</sup>	3,27±0,04 <sup>c,d,e</sup>
CA2	0,93±0,02 <sup>c,d</sup>	50,7±1,7 <sup>c,d,e</sup>	3,31±0,03 <sup>b,c,d,e</sup>
CA3	1,05±0,02 <sup>b</sup>	50,0±0,5 <sup>d,e</sup>	3,28±0,02 <sup>c,d,e</sup>
CA4	0,84±0,01 <sup>e,f</sup>	54,9±2,2 <sup>b,c,d</sup>	3,50±0,08 <sup>a</sup>
CA5	1,19±0,02 <sup>a</sup>	58,5±0,2 <sup>b</sup>	3,37±0,07 <sup>a,b,c</sup>
CB1	0,68±0,05 <sup>h</sup>	56,4±0,6 <sup>b,c</sup>	3,36±0,03 <sup>a,b,c,d</sup>
CB2	0,77±0,05 <sup>f,g</sup>	70,0±4,2 <sup>a</sup>	3,47±0,06 <sup>a,b</sup>
CB3	0,59±0,02 <sup>i</sup>	70,6±1,2 <sup>a</sup>	3,45±0,02 <sup>a,b</sup>
CB4	0,88±0,00 <sup>d,e</sup>	70,8±0,8 <sup>a</sup>	3,30±0,08 <sup>c,d,e</sup>
P1	0,99±0,04 <sup>b,c</sup>	59,3±1,1 <sup>b</sup>	3,23±0,03 <sup>c,d,e</sup>
P2	0,78±0,01 <sup>f,g</sup>	57,8±4,7 <sup>b</sup>	3,15±0,07 <sup>e</sup>
I1*	0,74±0,02 <sup>g,h</sup>	59,5±0,9 <sup>b</sup>	3,21±0,05 <sup>d,e</sup>
I2**	0,82±0,02 <sup>e,f</sup>	59,0±1,3 <sup>b</sup>	3,32±0,06 <sup>b,c,d</sup>

\*13 dias, \*\* 62 dias.

A Figura 12 apresenta uma relação entre os sólidos solúveis totais das geleias caseiras e da água evaporada. Valores de °Brix semelhantes não indicam necessariamente a mesma quantidade de água evaporada, pois as formulações não foram necessariamente as mesmas, da mesma forma que a padronização do processo também é mais difícil, principalmente pela agitação na panela.

**Figura 12.** Sólidos solúveis totais das geleias caseiras em função da água evaporada.



#### 5.4.1 Antocianinas e Ácido Ascórbico

O conteúdo de antocianinas monoméricas totais nos morangos M1 e M2 em relação a seus sólidos solúveis foram, respectivamente, de  $0,98 \pm 0,02$  e  $1,17 \pm 0,03$  (mg pg-3-glu/sst morango), enquanto o conteúdo de ácido ascórbico para M1 e M2 foram, respectivamente, de  $6,48 \pm 0,31$  e  $6,21 \pm 0,81$  (mg ácido ascórbico/sst morango). Os valores de antocianinas para cada 100g de geleia do grupo CA, CB e P foram de  $5,69 \pm 0,59$ ,  $4,02 \pm 0,0,65$  e  $2,62 \pm 0,13$  (mg pg-3-glu/sst morango), respectivamente. Na Tabela 15 encontram-se os valores de antocianinas e ácido ascórbico para as geleias de morangos em base úmida e já convertidos para unidade de sólidos solúveis da fruta, assim como a quantidade total de antocianinas reduzidas no processo por 100g da geleia.

**Tabela 15.** Teor de Antocianinas (AMT) e ácido ascórbico (AA) nas matérias primas e geleias após processamento.

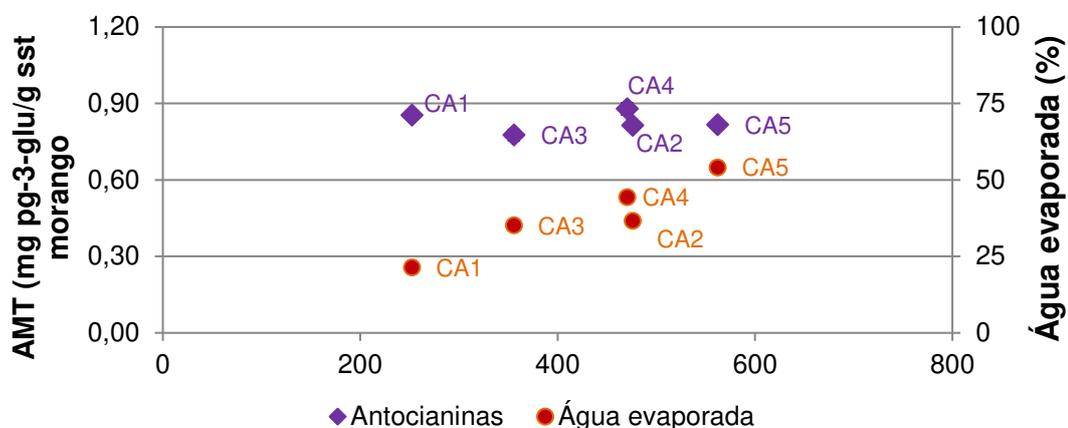
	AMT/100g de geleia	AMT/ss morango	Retenção (%)	AA/100g de geleia	AA/ss morango	Retenção (%)
CA1	5,16±0,07	0,85±0,01 <sup>a,b</sup>	82,21	28,34±0,51	4,69±0,09 <sup>b,c</sup>	71,60
CA2	5,48±0,12	0,81±0,02 <sup>b</sup>	83,13	22,86±2,15	3,39±0,32 <sup>e</sup>	51,78
CA3	5,18±0,14	0,78±0,02 <sup>b</sup>	79,24	30,29±1,83	4,54±0,27 <sup>b,c</sup>	69,22
CA4	6,45±0,17	0,88±0,02 <sup>a,b</sup>	89,77	22,86±2,15	4,36±0,12 <sup>b,c</sup>	67,34
CA5	6,16±0,03	0,82±0,00 <sup>b</sup>	83,35	36,12±1,63	4,79±0,22 <sup>a,b</sup>	73,05
CB1	4,10±0,25	0,96±0,06 <sup>a</sup>	97,65	23,26±0,40	5,42±0,09 <sup>a</sup>	82,66
CB2	4,20±0,22	0,79±0,04 <sup>ab</sup>	80,64	21,80±0,97	4,10±0,18 <sup>c,d</sup>	62,56
CB3	4,66±0,30	0,86±0,06 <sup>b</sup>	88,27	16,69±2,34	3,10±0,44 <sup>e</sup>	47,87
CB4	3,11±0,24	0,58±0,04 <sup>c</sup>	59,07	18,92±0,63	3,51±0,12 <sup>d,e</sup>	53,09
P1	2,53±0,07	0,67±0,02 <sup>c</sup>	57,26	20,08±1,34	4,96±0,03 <sup>a,b</sup>	79,92
P2	2,71±0,03	0,60±0,01 <sup>c</sup>	61,28	19,47±0,79	4,31±0,17 <sup>c,b</sup>	66,55

Letras diferentes na mesma coluna diferenciam entre si a 95% de significância. CA: geleias feitas com 63,82 ± 1,06% de morangos inteiros descongelados, CB: Geleia feita com 48,87±0,74% de morangos inteiros descongelados, P1: geleia feita em planta piloto simulando o processo industrial em tacho a vácuo, P2: geleia feita em planta piloto simulando o processo industrial em tacho a pressão atmosférica.

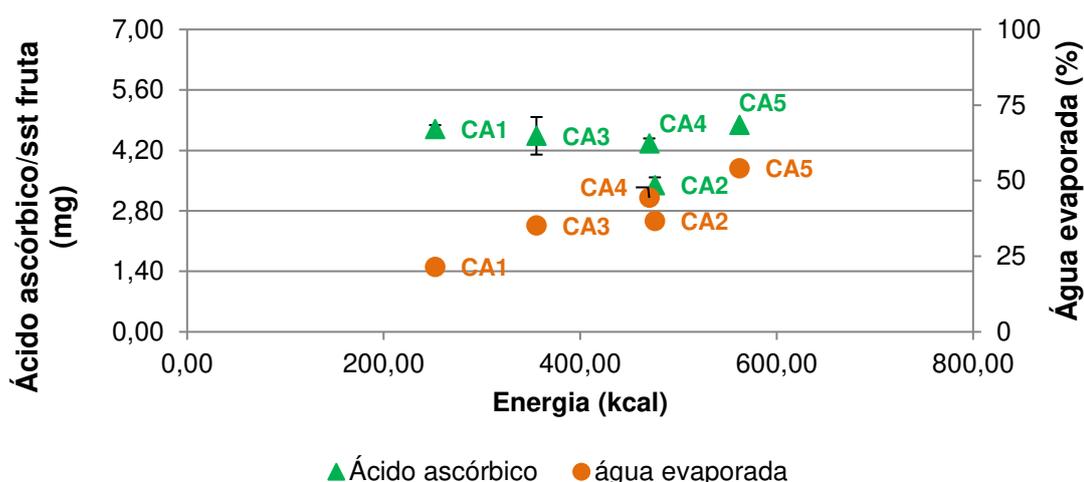
A retenção de antocianinas e ácido ascórbico durante o processamento está de acordo com a literatura, sendo observados valores de 85% para antocianinas e ácido ascórbico em geleias com 60% de fruta, processada a 85 °C por 5 minutos antes de abaixar para a temperatura de 70 °C para a adição do acidulante, o qual, no caso, foi o ácido málico (MAZUR et al, 2014).

As geleias CA1 a CA5 foram semelhantes em proporção de morango (63,82 ± 1,06%). Apesar da variação da quantidade de suco de lima ácida e de energia, a qual variou entre 272,40 a 785,46 kcal, todas as geleias do grupo CA se assemelharam ( $p > 5\%$ ) em relação ao conteúdo de antocianinas (Figura 13) porém, em relação ao conteúdo de ácido ascórbico, apenas CA2 obteve um valor inferior o que talvez tenha relação com a desintegração mais intensa dos frutos no processo (Figura 14).

**Figura 13.** Teor de Antocianinas e porcentagem de água evaporada para as geleias caseiras com maior proporção de morango (CA) em função da energia gasta.



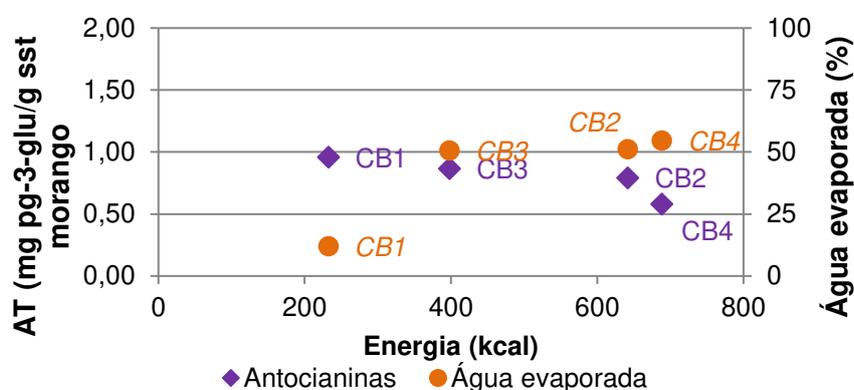
**Figura 14.** Teor de Ácido Ascórbico e porcentagem de água evaporada para as geleias caseiras com maior proporção de morango (CA) em função da energia gasta.



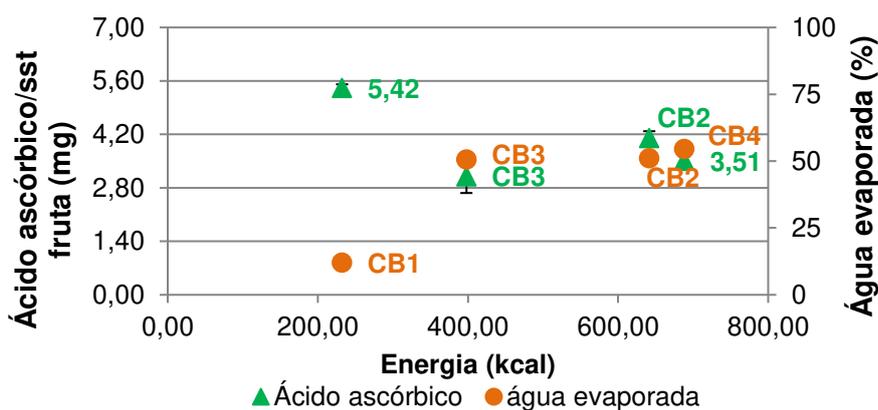
Em relação ao grupo CB, cuja semelhança foi a proporção de morango  $48,87 \pm 0,74\%$ . A amostra CB1 apresentou conteúdo de antocianinas e ácido ascórbico maior que as demais geleias do grupo, alcançando ao final  $56,4^\circ$  Brix. As outras geleias deste grupo alcançaram cerca de  $70^\circ$  Brix e tiveram conteúdo de antocianinas menor indicando o efeito de degradação do calor.

A geleia CB4 obteve menor valor de antocianinas, o que pode ser justificado pela maior exposição ao calor (60 minutos), tendo consumido  $688,34$  kcal (Figura 15). Porém CB2, a qual consumiu um valor equivalente de energia,  $641,59$  kcal apresentou uma retenção maior de antocianinas e ácido ascórbico, o que pode ser justificado pelo menor tempo de processo (32 minutos) (Figura 16).

**Figura 15.** Teor de antocianinas e porcentagem de água evaporada para as geleias com proporção de morango e açúcar 1:1 (CB) em função da energia gasta.



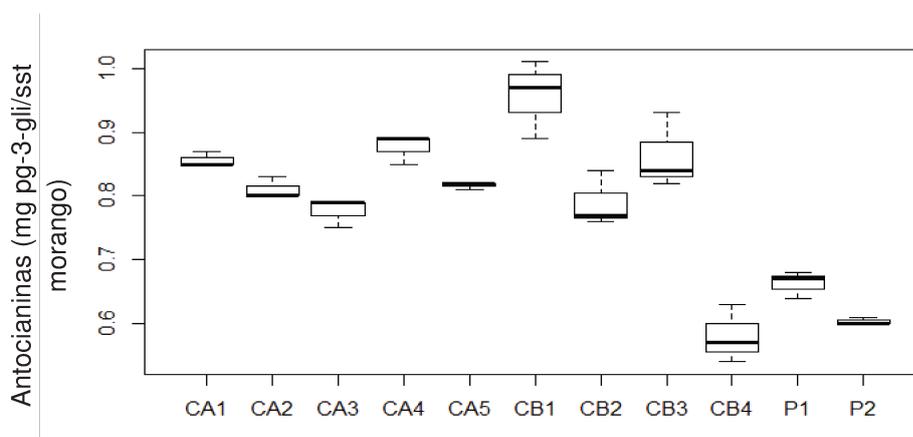
**Figura 16.** Teor de Ácido Ascórbico e porcentagem de água evaporada para as geleias com proporção de morango e açúcar 1:1 (CB) em função da energia gasta



Comparando a geleia CA1 e CB1, ambas com consumo energético e tempos de processo parecidos (232,31 e 252,39 kcal e 20:15 e 22:00 min:s), a que continha maior teor de açúcar (CB1) obteve uma retenção de 97,65% de antocianinas e 82,66% de ácido ascórbico, comparado a geleia com menor quantidade de açúcar, cujo processo reteve 87,21% de antocianinas e 71,60%, de ácido ascórbico. Efeito protetor do açúcar foram relatados para geleia de mirtilo e segundo SCIBISZ e MITEK, (2009), este efeito pode ter ocorrido devido a redução da atividade de água e atuação como barreira parcial ao oxigênio. Porém, apesar deste resultado não houve diferença significativa entre CB1 e CA1.

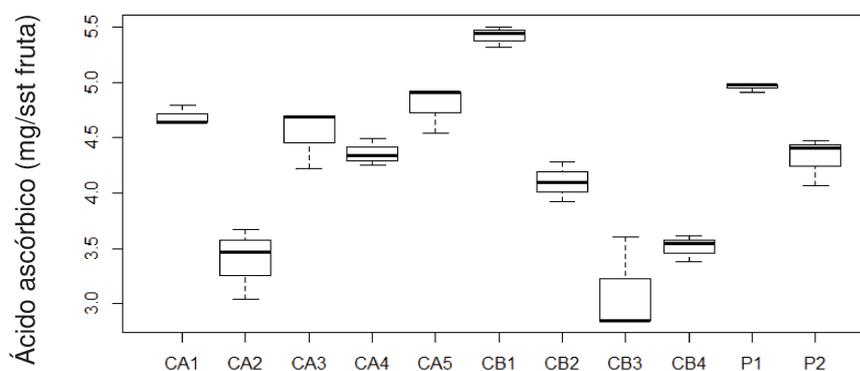
Em relação às geleias industriais, P1 e P2 se assemelharam com CB4 ( $p > 5\%$ ), sendo este o processo com maior degradação de antocianinas entre os caseiros (Figura 17). Esta maior degradação não era esperada para a geleia P1. Segundo a literatura, valores maiores de pigmentos foram encontrados em produtos concentrados cujo processo foi a pressão reduzida em comparação com a simulação do processo caseiro (BORNŠEK et. al, 2015; TOMAS et al, 2017). No entanto, ocorreu uma parada na caldeira durante o processo de P1, o que levou a um tempo prolongado de exposição ao calor.

**Figura 17.** Teor de antocianinas monoméricas totais nas amostras após o processamento.



Em relação ao ácido ascórbico, CB1 foi semelhante a P1 ( $p > 0,05$ ) com maior conteúdo de ácido ascórbico (Figura 18), sugerindo que uma geleia caseira obtida por um tempo menor pode se assemelhar a geleia realizada em um processo realizado com temperaturas menores em relação a degradação de ácido ascórbico.

**Figura 18.** Teor de ácido ascórbico após o processamento das geleias.



### 5.4.2 Cor

Sabe-se que as antocianinas são responsáveis pela cor vermelha do morango. Foi observado que quanto maior o conteúdo de antocianinas na geleia após o processamento maiores os valores de  $a^*$  e  $b^*$  (Tabela 16), indicando uma cor mais vermelha e mais amarelada.

**Tabela 16.** Parâmetros de cor  $L^*a^*b^*$  medidos para geleias caseiras e industriais e a diferença total  $\Delta E$  em relação ao morango. Valores expressos pela média e respectivo desvio padrão.

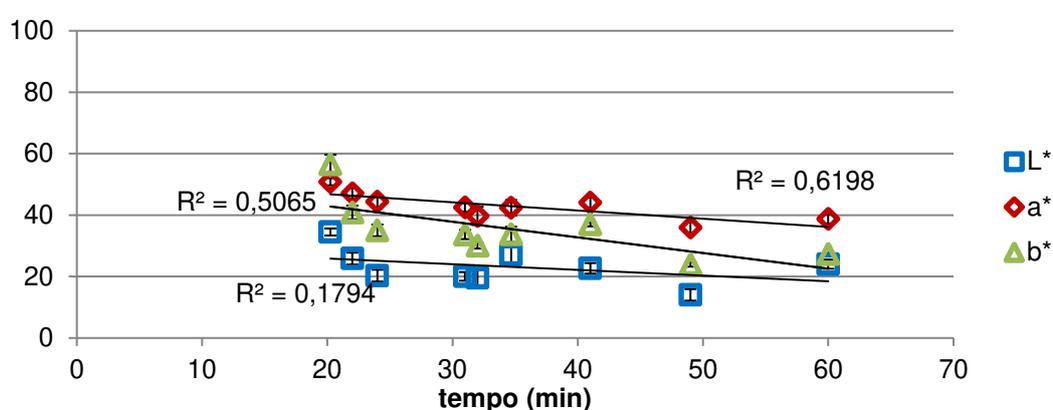
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
<b>Matéria Prima</b>				
M1 (Controle)	22,88±1,27	37,87±2,45	26,99±4,62	-
M2 (Controle P1)	33,30±2,85	45,80±2,40	32,34±2,65	-
<b>Processo</b>				
CA1	25,84±2,21 <sup>b,c</sup>	47,10±1,94 <sup>a,b</sup>	40,88±4,37 <sup>b</sup>	14,02±4,20 <sup>b,c</sup>
CA2	20,31±1,90 <sup>c,d</sup>	44,38±1,93 <sup>c,b</sup>	35,01±3,28 <sup>b,c,d</sup>	11,59±0,95 <sup>b,c,d</sup>
CA3	20,05±1,48 <sup>d</sup>	42,56±1,42 <sup>c,b,d</sup>	33,67±2,13 <sup>b,c,d</sup>	10,72±0,36 <sup>b,c,d</sup>
CA4	22,68±0,70 <sup>b,c,d</sup>	44,03±1,71 <sup>c,b,d</sup>	37,03±2,52 <sup>b,c</sup>	11,11±1,92 <sup>b,c,d</sup>
CA5	14,02±0,72 <sup>e</sup>	35,95±1,87 <sup>e</sup>	23,93±1,10 <sup>e</sup>	17,00±1,67 <sup>b</sup>
CB1	34,49±3,15 <sup>a</sup>	50,85±1,15 <sup>a</sup>	56,54±3,82 <sup>a</sup>	30,14±4,42 <sup>a</sup>
CB2	19,55±0,90 <sup>d,e</sup>	39,75±2,98 <sup>a,d,e</sup>	30,02±2,21 <sup>c,d,e</sup>	10,51±0,99 <sup>b,c,d</sup>
CB3	27,06±2,45 <sup>b</sup>	42,40±2,54 <sup>b,c,d</sup>	33,76±4,83 <sup>b,c,d</sup>	7,30±3,18 <sup>c,d</sup>
CB4	24,04±0,39 <sup>b,c,d</sup>	38,76±1,49 <sup>d,e</sup>	27,35±2,08 <sup>d,e</sup>	6,76±1,22 <sup>d</sup>
P1	25,04±2,20 <sup>b,c,d</sup>	47,86±0,94 <sup>a,b</sup>	43,18±3,79 <sup>b</sup>	14,16±2,06 <sup>b,c</sup>
P2	22,81±2,65 <sup>b,c,d</sup>	45,99±1,97 <sup>a,b</sup>	37,54±3,73 <sup>b,c</sup>	12,20±2,02 <sup>b,c,d</sup>

Letras diferentes na mesma coluna se diferenciam entre si ( $p < 0,05$ ).  $L^*$  = luminosidade;  $a^*$  ( $+a^*$  = vermelho e  $-a^*$  = verde);  $b^*$  ( $+b^*$  = amarelo e  $-b^*$  = azul).

Em relação a cor o comportamento foi semelhante ao observado para antocianinas e ácido ascórbico, sendo os melhores resultados obtidos nos menores tempos de processo. Contudo, além do tempo de processo, a energia consumida

também influenciou na cor vermelha (valor de  $a^*$ ) assim como na cor amarela (valor de  $b^*$ ), as quais diminuíram (Figura 19). A cor da geleia de morango é uma mistura de amarelo e vermelho (PATRAS et al, 2011), portanto a diminuição destas cores indica que quanto maior a exposição ao calor maior a degradação da cor, contudo, a correlação encontrada com o tempo foi baixa devido às variações envolvidas na preparação das geleias caseiras.

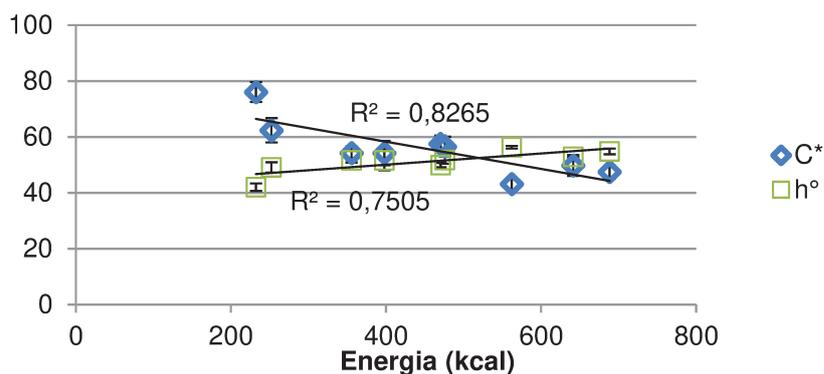
**Figura 19.** Parâmetros  $L^*a^*b^*$  para geleias caseiras em função do tempo para geleias caseiras.



Segundo Patras et al (2011), os melhores parâmetros de cor para degradação de geleia de morango foram o  $C^*$  e o  $\Delta E$ , e quanto maior o valor de Cromo ( $C^*$ ), maior a intensidade de cor percebida pelos seres humanos. A diferença total de cor ( $\Delta E$ ) indica a magnitude da diferença de cor entre amostras e um controle. Sendo analiticamente classificados como muito distintos, quando  $\Delta E > 3$ , distintos, quando  $1,5 < \Delta E < 3$ , e pequena diferença quando  $\Delta E < 1,5$  (ADEKUNTE et al, 2010).

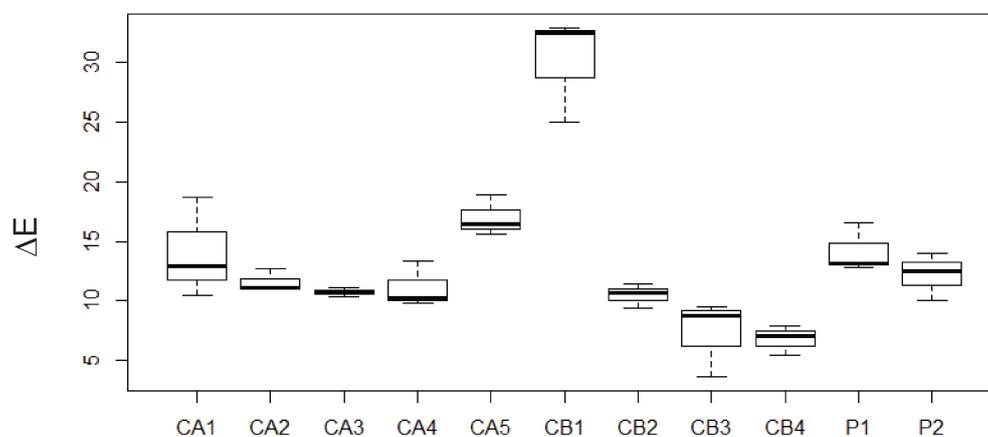
Para as amostras caseiras, os valores de  $C^*$  e  $h^\circ$  em função da energia calculada obtiveram o  $R^2$  de 82,65% e 75,05%, respectivamente, sendo que  $h^\circ$  aumentou e  $C^*$  diminuiu com o aumento de energia (Figura 20). Isto indica que a intensidade da cor da geleia diminuiu com a exposição ao calor. Uma diminuição de  $C^*$  e aumento de  $h^\circ$  foram observados para geleia de morango por Mazur et al (2014).

**Figura 20.** Antocianinas e parâmetros  $C^*$  e  $h^\circ$  após processamento.



Todas as geleias obtiveram valores de  $\Delta E$  maiores que 3, indicando uma grande diferença entre a cor das geleias e a cor dos morangos. A amostra que mais se diferenciou do morango *in natura* foi a CB1, com  $\Delta E$  de  $30,14 \pm 4,42$ , (Figura 21).

**Figura 21.** Diferença total de cor entre as geleias caseiras e a simulação do processo industrial realizado em planta piloto após o processamento.



A amostra CB1 também obteve maior valor de  $C^*$  (Tabela 17) indicando uma maior intensidade da cor percebida. Em contrapartida, menores valores de  $C^*$  foram encontrados em CA5, CA3, CB2 e CB4. Estas geleias obtiveram maior exposição de calor em relação às demais.

**Tabela 17.** Parâmetros de cor Cromo (C\*) e hue (h°) da matéria prima e das geleias após processamento.

	C*	h°
Matéria Prima		
M1 (Controle)	46,57±4,63	54,79±2,93
M2 (Controle P1)	56,07±3,48	54,81±0,86
Processo		
CA1	62,39±4,34 <sup>b,c</sup>	49,12±1,83 <sup>c,d</sup>
CA2	56,54±3,54 <sup>b,c,d,e</sup>	51,79±1,40 <sup>a,b,c,d</sup>
CA3	54,27±2,43 <sup>c,d,e</sup>	51,67±0,83 <sup>a,b,c,d</sup>
CA4	57,54±2,93 <sup>b,c,d</sup>	49,97±0,81 <sup>c,d</sup>
CA5	43,19±2,14 <sup>f</sup>	56,34±0,48 <sup>a</sup>
CB1	76,05±3,57 <sup>a</sup>	42,01±1,36 <sup>e</sup>
CB2	49,81±3,71 <sup>d,e,f</sup>	52,94±0,16 <sup>a,b,c</sup>
CB3	57,54±2,93 <sup>c,d,e</sup>	49,97±0,81 <sup>c,d</sup>
CB4	47,44±2,40 <sup>e,f</sup>	54,82±1,04 <sup>a,b</sup>
P1	64,48±3,24 <sup>b</sup>	48,00±1,92 <sup>d</sup>
P2	59,38±3,88 <sup>b,c,d</sup>	50,84±1,62 <sup>b,c,d</sup>

Letras diferentes na mesma coluna diferenciam entre a nível de significância de 95%. C\*: Cromo, h°: ângulo de matiz *hue*.

Valores de menores de C\* e h° foram reportados para geleia com redução de açúcar a 45 °Brix de 11,13 e 21, 83, respectivamente (KOVAČEVIĆ et al, 2015). Para geleia preparada a 85 °C, com cerca de 60% fruta feita a temperatura máxima de 85 °C, valores de h° foi, em média, de 27,8 e C\* foi, em média, de 20,1 (MAZUR et al, 2014).

### 5.5 Efeito do Armazenamento

As geleias P1 e I1 obtiveram valores semelhantes no tempo de 14 dias e 30 dias (Tabela 18). A formação de polímeros castanho obtidos pelas transformações de antocianinas e reforçadas pela degradação da vitamina C e açúcar podem estar relacionados a mudança de cor (MAZUR, 2012).

**Tabela 18.** Antocianinas e ácido ascórbico nas matérias primas e geleias após armazenamento.

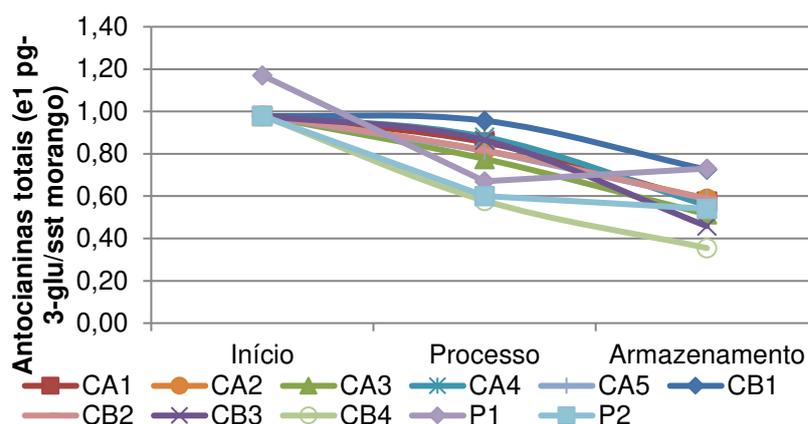
Tempo/ Amostras	AMT/100g	AMT/ss morango	Retenção * (%)	AA/100g	AA/ss morango	Retenção* (%)
14 dias						
CA1	3,47±0,17	0,58±0,03 <sup>b</sup>	58,75	18,56±1,14	3,05±0,23 <sup>c,d</sup>	45,00
CA2	3,97±0,26	0,59±0,04 <sup>b</sup>	60,14	20,37±0,76	3,02±0,14 <sup>c,d</sup>	44,56
CA3	3,43±0,10	0,51±0,02 <sup>b,c</sup>	52,49	17,57±0,88	3,23±0,16 <sup>c,d</sup>	47,69
CA4	4,08±0,13	0,56±0,02 <sup>b</sup>	56,81	17,98±3,47	2,60±0,44 <sup>d</sup>	40,19
CA5	4,43±0,17	0,59±0,02 <sup>b</sup>	59,94	21,54±1,06	2,91±0,10 <sup>d</sup>	41,40
CB1	3,11±0,11	0,72±0,03 <sup>a</sup>	74,04	20,50±1,46	4,70±0,37 <sup>a</sup>	69,27
CB2	2,86±0,16	0,54±0,03 <sup>b,c</sup>	54,99	14,69±0,65	2,75±0,15 <sup>d</sup>	40,60
CB3	2,47±0,16	0,46±0,03 <sup>c</sup>	46,78	8,41±0,89	1,57±0,20 <sup>e</sup>	24,17
CB4	1,91±0,22	0,35±0,04 <sup>d</sup>	36,22	16,21±1,76	2,84±0,06 <sup>d</sup>	40,58
P1	2,78±0,12	0,73±0,03 <sup>a</sup>	62,39	15,01±0,42	3,96±0,11 <sup>b</sup>	63,80
P2	2,43±0,08	0,54±0,02 <sup>b,c</sup>	55,15	16,55±0,92	3,67±0,20 <sup>c,b</sup>	56,67
I1	1,11±0,03	0,24±0,01 <sup>e</sup>	24,51	14,64±1,07	3,17±0,20 <sup>c,d</sup>	41,41
30 dias						
P1	2,54±0,45	0,58±0,02 <sup>b</sup>	49,57	12,94±0,92	3,41±0,24 <sup>a</sup>	54,94
P2	2,93±0,09	0,66±0,01 <sup>a</sup>	67,40	13,73±1,14	3,04±0,25 <sup>a</sup>	46,94
I1	2,13±0,12	0,46±0,03 <sup>c</sup>	46,98	12,98±0,78	2,81±0,17 <sup>a</sup>	43,39
62 dias						
I1	0,28±0,02	0,28±0,02 <sup>a</sup>	28,60	11,02±0,33	2,39±0,07 <sup>a</sup>	36,91
I2	0,23±0,04	0,23±0,04 <sup>a</sup>	23,49	5,94±0,35	1,31±0,08 <sup>b</sup>	21,11
80 dias						
I2	1,02±0,10	0,22±0,02	22,47	5,41±0,18	1,19±0,04	18,38

Letras diferentes na mesma coluna e no mesmo tempo de armazenamento diferenciam entre si a nível de significância de 95%. \*Retenção em relação a matéria prima.

A retenção de ácido ascórbico após 14 dias de armazenamento protegido da luz a 25 °C em relação as geleias caseiras CA (69,18±12,01%) e CB (71,36±16,16%) e as feitas em planta piloto (82,49±3,76) estiveram de acordo com o entrado na literatura para goiabada obtida por processo industrial (76,6%) embalada em filme plástico de polipropileno biorientado obtida por processo industrial e armazenada a 14 dias protegida da luz (TEIXEIRA, 2006).

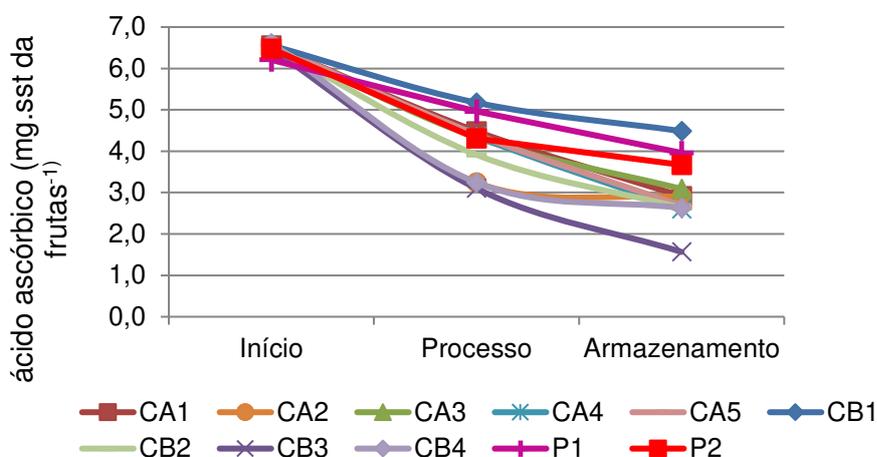
Entre as geleias, a menor retenção de antocianinas foi em CB3 e CB4, processos expostos ao calor por um tempo mais prolongado em comparação a outras geleias com 49 e 60 minutos, respectivamente. Sendo assim, os resultados sugerem que o tempo de exposição ao calor tem influência na estabilidade posterior das antocianinas durante o armazenamento. Este fator pode ser observado também em P1, a qual foi obtida a baixa temperatura, porém ficou mais tempo exposta ao calor devido a parada na caldeira. Nas Figura 22 e Figura 23 é ilustrado o que aconteceu após o processamento e armazenamento. Pode-se observar que a degradação ainda ocorre após o processo. Para antocianinas, a degradação foi maior para P1 do que para P2, o que não aconteceu para o ácido ascórbico.

**Figura 22.** Antocianinas no início, após processo e após armazenamento nas geleias caseiras e feitas em planta piloto.



Entre as caseiras, o menor conteúdo de antocianinas após o armazenamento foi de CB4 (Figura 22), porém o menor conteúdo de ácido ascórbico foi para CB3 (Figura 23).

**Figura 23.** Ácido ascórbico no início, após processo e após armazenamento nas geleias caseiras e feitas em planta piloto.

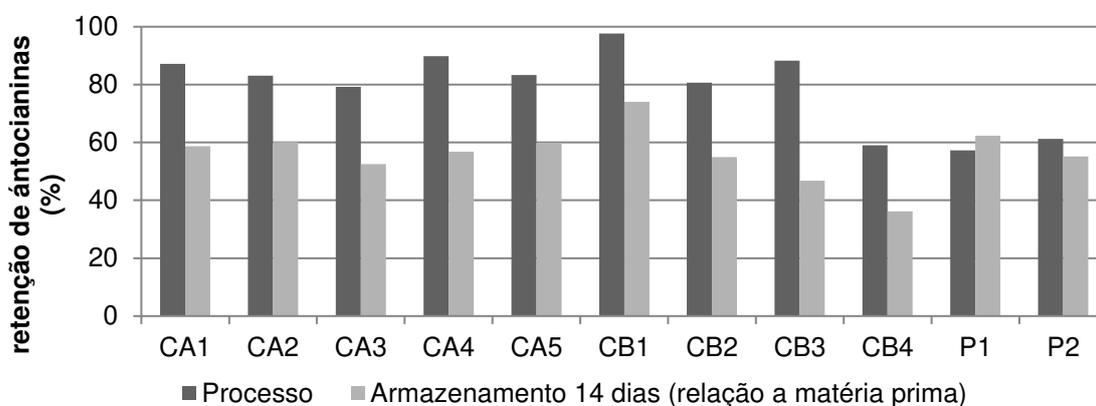


Como P1 não foi preparada com a mesma mistura de morangos (M1) que I1, I2 e P2, e embora o valor de antocianinas tenha sido menores para M2, a quantidade de sólidos solúveis também foi menor, resultando em um maior valor de antocianinas por sólidos solúveis do morango. Portanto, a perda de P1 foi maior que em I1, I2 e P2.

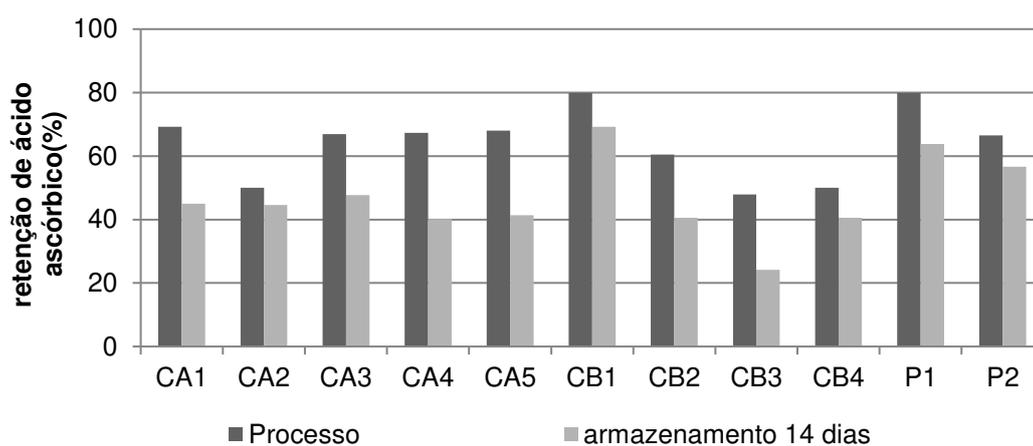
A retenção de ácido ascórbico e antocianinas nas geleias após o processamento e após o armazenamento em relação a matéria prima está apresentada na Figura 24 e Figura 25, respectivamente.

O armazenamento contribui de forma considerável para a degradação de antocianinas em geleia de morango, assim como outros compostos como compostos fenólicos e ácido ascórbico (AMARO et al, 2012; MAZUR et al, 2014). Contudo, observa-se na Figura 24, que a perda de antocianinas durante o armazenamento para as geleias feitas pelos processos e ingredientes industriais (P1 e P2) foi menor em comparação com as geleias caseiras e com a geleia obtida pelo processo industrial I1, a qual obteve a menor retenção após armazenamento, contendo 24,5% das antocianinas totais presentes nos morangos utilizados.

**Figura 24.** Retenção de antocianinas em relação a quantidade presente na formulação antes do processamento.

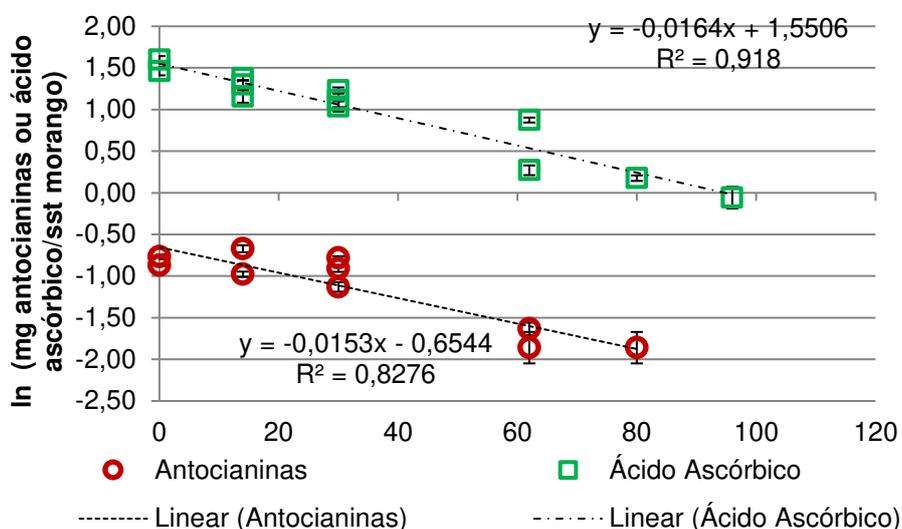


**Figura 25.** Retenção de ácido ascórbico em relação a quantidade presente na formulação antes do processamento.



A Figura 26 mostra os valores referentes aos 3 pontos analisados nas geleias industriais e feitas em planta piloto ficaram próximos entre si, portanto, estes foram unidos para a verificação da cinética de degradação dos componentes antocianinas e ácido ascórbico no tempo.

**Figura 26.** Relação linearizada para determinação do parâmetro k para antocianinas totais (pg-3-glu/sst morango) e para ácido ascórbico (mg/sst morango).



A curva para antocianinas obteve um  $R^2$  de 82,76% e a velocidade de reação (k) foi de  $0,0153 \text{ dia}^{-1}$ . Este valor de k corresponde a um  $D_{25 \text{ °C}}$  de 150,52 dias. De Moura et al (2012), encontraram valor de k a  $25 \text{ °C}$  para geleia de amora tradicional a  $64 \text{ °Brix}$  de  $0,0125 \text{ dia}^{-1}$  e para geleia de amora com redução de açúcar, de  $43 \text{ °Brix}$ , de  $0,0143 \text{ dia}^{-1}$ , ambas preparadas de forma tradicional à  $95 \text{ °C}$ . Esses valores correspondem a  $D_{25 \text{ °C}}$  de 184,24 dias e a  $D_{25 \text{ °C}}$  de 161,04, respectivamente.

A curva de ácido ascórbico obteve um  $R^2$  de 91,82% e um k de  $0,0164 \text{ dia}^{-1}$  com um  $D_{25 \text{ °C}}$  de 140,42 dias. Patras (2011) encontrou valores de  $k=0,0454 \text{ dias}^{-1}$  correspondente a  $D_{15 \text{ °C}}$  de 50 dias para ácido ascórbico em geleia de morango  $55 \text{ °Brix}$ . Para suco de *grapefruit* a  $62,5 \text{ °Brix}$  o valor D foi de 4,3 dias (SAGUY, KOPELMAN e MIZRAHI, 1978). Para goiaba seca com atividade de água de 0,84 a constante de reação k foi de  $0,391 \text{ dia}^{-1}$  a  $30 \text{ °C}$ , obtendo um D a esta temperatura de aproximadamente 6 dias (UDDIN et al., 2002).

### 5.5.1 Cor

Em relação a cor, os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  demonstraram que mesmo após o armazenamento, a geleia CB1 obteve maiores valores de luminosidade, vermelho e amarelo, assim como a diferença total de cor continuou maior em comparação com outras amostras (Tabela 19).

**Tabela 19** Parâmetros L\*, a\*, b\* e diferença de cor total ( $\Delta E$ ) para as geleias durante o armazenamento.

	L*	a*	b*	$\Delta E$
Matéria Prima				
M1 (Controle)	22,88±1,27	37,87±2,45	26,99±4,62	-
M2 (Controle P1)	33,30±2,85	45,80±2,40	32,34±2,65	-
Armazenamento				
14 dias				
CA1	20,52±1,00 <sup>c,d,e,f</sup>	34,88±1,02 <sup>f</sup>	27,91±1,27 <sup>e,f,g</sup>	11,76±0,97 <sup>fb,c</sup>
CA2	21,41±1,99 <sup>c,d,e</sup>	41,99±1,91 <sup>b,c,d,e</sup>	36,62±3,62 <sup>b,c,d,e</sup>	11,92±1,55 <sup>b,c</sup>
CA3	22,15±1,19 <sup>c,d,e</sup>	44,97±1,22 <sup>b,c,d</sup>	38,16±2,10 <sup>b,c,d</sup>	12,43±1,18 <sup>b,c</sup>
CA4	29,23±0,94 <sup>b</sup>	45,32±2,65 <sup>b,c</sup>	38,73±4,51 <sup>b,c,d</sup>	11,03±4,94 <sup>b,c</sup>
CA5	23,54±2,20 <sup>c,d</sup>	46,64±1,81 <sup>a,b</sup>	40,54±3,75 <sup>b,c</sup>	14,39±2,59 <sup>b</sup>
CB1	38,64±0,82 <sup>a</sup>	51,90±0,45 <sup>a</sup>	59,41±1,44 <sup>a</sup>	34,03±1,42 <sup>a</sup>
CB2	17,93±3,33 <sup>e,f</sup>	35,64±1,11 <sup>f</sup>	22,64±1,37 <sup>g</sup>	14,55±1,32 <sup>b</sup>
CB3	19,65±0,82 <sup>c,d,e,f</sup>	39,94±1,31 <sup>d,e,f</sup>	31,17±1,00 <sup>d,e,f,g</sup>	10,29±0,66 <sup>b,c</sup>
CB4	24,09±1,11 <sup>b,c</sup>	41,10±2,22 <sup>c,d,e</sup>	30,80±2,64 <sup>d,e,f,g</sup>	6,53±0,55 <sup>c</sup>
P1	18,39±1,38 <sup>d,e,f</sup>	41,28±1,32 <sup>c,d,e</sup>	31,71±2,38 <sup>c,d,e,f</sup>	15,73±1,67 <sup>b</sup>
P2	15,98±1,44 <sup>f</sup>	38,15±2,20 <sup>e,f</sup>	26,62±3,02 <sup>f,g</sup>	14,11±2,23 <sup>b</sup>
I1	24,67±2,86 <sup>b,c</sup>	45,83±2,90 <sup>b,c</sup>	40,80±5,70 <sup>b</sup>	14,35±4,65 <sup>b</sup>
30 dias				
P1	18,86±2,46 <sup>a</sup>	38,94±0,91 <sup>b</sup>	31,54±2,66 <sup>a</sup>	16,19±2,28 <sup>a</sup>
P2	14,74±0,88 <sup>a</sup>	38,21±0,59 <sup>a,b</sup>	25,35±1,53 <sup>a</sup>	15,20±1,29 <sup>a</sup>
I1	18,93±3,09 <sup>a</sup>	43,42±3,02 <sup>a</sup>	32,61±5,35 <sup>a</sup>	12,22±1,42 <sup>a</sup>
62 dias				
I1	22,45±2,86 <sup>a</sup>	42,19±2,90 <sup>a</sup>	34,97±6,40 <sup>a</sup>	11,21±1,84 <sup>a</sup>
I2	29,05±6,75 <sup>a</sup>	43,24±5,06 <sup>a</sup>	40,71±5,0 <sup>a</sup>	14,21±5,84 <sup>a</sup>

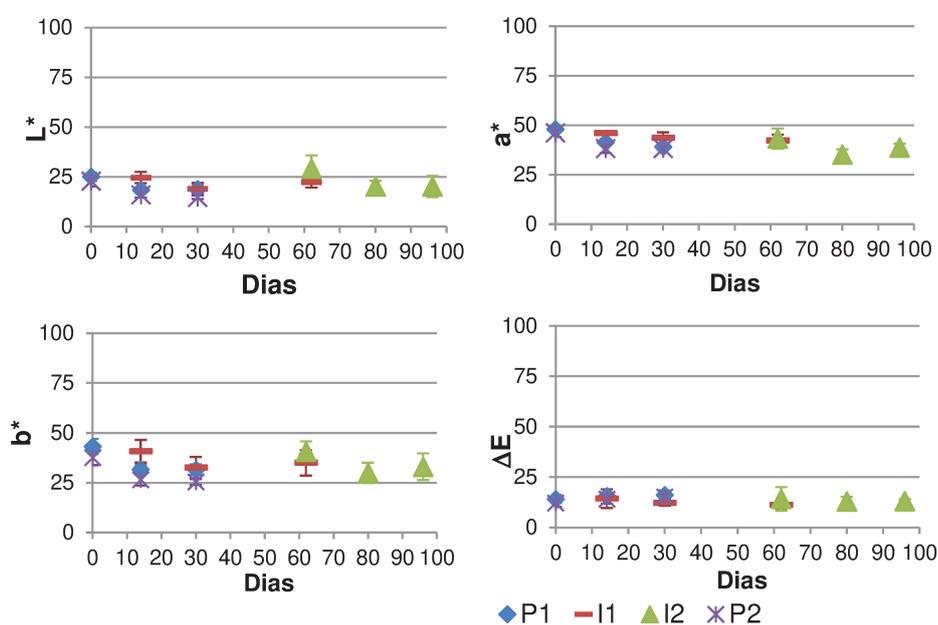
Letras diferentes na mesma coluna se diferenciam entre si a nível de significância de 95%. L\* = luminosidade; a\* (+a\* = vermelho e -a\* = verde); b\* (+b\* = amarelo e -b\* = azul). Média  $\pm$  desvio padrão.

Após 14 dias, os valores de L aumentaram para todas as amostras exceto para CA1, CB3 e CB4. O maior aumento foi obtido para P1 e a maior diminuição foi obtida por CA1. Quanto a a\* o maior aumento ocorreu para CB1, enquanto a maior diminuição ocorreu para CB3, sendo o primeiro obtido com menor tempo de exposição que o segundo. Para CB4 o valor de a\* também diminuiu indicando uma relação entre degradação da cor vermelha e tempo. Esta relação pode ser

evidenciada pela maior diminuição da cor amarela para esta geleia de maior tempo de processo.

Os três pontos analisados durante o armazenamento para as geleias industriais e as geleias feitas em planta piloto estão apresentados (Figura 27 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), onde pode-se observar uma tendência quase linear para todos os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

**Figura 27.** Comparação dos fatores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e da diferença total ( $\Delta E$ ) entre as geleias industriais no período de armazenamento.



A degradação da cor durante o armazenamento a 25 °C também foi encontrada para processamento de geleia sob alta pressão, apesar deste obter vantagens em relação à cor durante o processamento (KIMURA et al, 1994).

As geleias industriais não diferenciaram entre si em intensidade da cor e ângulo *hue* após 30 e 62 dias de armazenamento (Tabela 20).

**Tabela 20.** Parâmetros C\* e h° para as geleias durante o armazenamento.

14 dias		
Armazenamento	C	h°
14 dias		
CA1	44,67±1,56 <sup>e,f</sup>	51,34±0,57 <sup>c,d,e</sup>
CA2	55,73±3,82 <sup>b,c,d</sup>	48,97±1,48 <sup>d,e</sup>
CA3	58,98±2,28 <sup>b,c</sup>	49,71±0,82 <sup>c,d,e</sup>
CA4	59,63±4,94 <sup>b,c</sup>	49,57±1,64 <sup>c,d,e</sup>
CA5	61,81±3,81 <sup>b</sup>	49,06±1,59 <sup>d,e</sup>
CB1	78,89±1,35 <sup>a</sup>	41,15±0,49 <sup>f</sup>
CB2	42,23±1,60 <sup>f</sup>	57,59±1,00 <sup>a</sup>
CB3	50,66±1,61 <sup>c,d,e,f</sup>	52,03±0,38 <sup>b,c,d,e</sup>
CB4	51,36±3,32 <sup>c,d,e,f</sup>	53,18±1,01 <sup>b,c</sup>
P1	52,06±2,50 <sup>c,d,e,f</sup>	52,51±1,16 <sup>b,c,d</sup>
P2	46,53±3,50 <sup>d,e,f</sup>	55,16±1,57 <sup>a,b</sup>
I1	61,39±5,95 <sup>b</sup>	48,47±2,20 <sup>e</sup>
30 dias		
P1	50,14±1,96 <sup>a</sup>	51,04±2,29 <sup>a</sup>
P2	45,86±1,32 <sup>a</sup>	56,46±1,22 <sup>a</sup>
I1	54,34±5,60 <sup>a</sup>	53,28±2,74 <sup>a</sup>
62 dias		
I1	54,86±6,27 <sup>a</sup>	50,60±3,37 <sup>a</sup>
I2	59,39±7,10 <sup>a</sup>	46,74±0,37 <sup>a</sup>

Letras diferentes na mesma coluna diferenciam entre a nível de significância de 95%. C\*: Croma, h°: ângulo de matiz *hue*

Ao analisar a geleia caseira e compará-la com a geleia industrial, verifica-se que a industrial possui menor valor de ácido ascórbico e antocianinas, assim como apresenta queda nos parâmetros de cor. Porém a geleia industrial foi adquirida com alguns dias de armazenamento a temperatura de ~25 °C, o que pode ter levado a estas alterações. Esta comparação identificou que a preparação de geleia, assim como o seu consumo imediato é importante para garantir a ingestão dos compostos bioativos presentes.

## 5.6 Discussão

Segundo a classificação NOVA (ANEXOS A a D), a função do processamento de alimentos inclui a preservação, o aumento do tempo de prateleira, alterações no sabor, na textura, a criação e a substituição de alimentos preparados em casa. Todos estes objetivos são atingidos com a adição ou não de ingredientes, ou o uso de tecnologias, equivalentes ou não às tecnologias domésticas (MONTEIRO, 2016).

Levando-se em conta a classificação NOVA, alimentos como café torrado, frutas desidratadas ou leite UHT (ultrapasteurizado) são classificados como alimentos minimamente processados. Todos esses exemplos referem-se a alimentos que passaram por um processo de aquecimento, às vezes severo, e muitas de suas propriedades foram modificadas, eventualmente degradadas, não fazendo jus à classificação tradicional dos alimentos minimamente processados (em geral vegetais).

Os alimentos minimamente processados, na versão de sua definição mais clássica, utilizam tecnologias que minimizam o estresse térmico, como alternativa de preservação em relação às técnicas convencionais. Além disso, mesmo o uso de ingredientes em tecnologias não convencionais não descaracteriza um produto do ponto de vista de minimamente processado ou não, como aparece na classificação NOVA. Na verdade, os parâmetros de processo constituem-se nas variáveis de controle e podem definir se um produto pode ser considerado minimamente processado ou não.

Ainda com relação aos ingredientes, a adição de pectina na produção de geleia industrial leva a um produto mais homogêneo, com menos variações em sua qualidade final. O ponto de geleificação na indústria pode ser padronizado e o tempo de processo diminuído, sem a necessidade de uma concentração severa para atingir a mesma consistência, como ocorreu com algumas geleias caseiras. Isso tudo, porém, não elimina a possibilidade de algumas indústrias trabalharem melhor do que outras. Na verdade, um resultado variado pode ser observado, para qualquer produto, pela diferença de embalagens, processos, matérias primas, etc. o que em geral se reflete nos preços de venda nos supermercados.

Por outro lado, é possível processar de forma caseira e obter um produto de qualidade, desde que o processador conheça princípios básicos de preservação de alimentos, utilizando os equipamentos apropriados e fazendo sua geleia com uma matéria prima de qualidade, no menor tempo possível. Observamos que o processo mais lento levou a um produto de qualidade inferior.

Muitas formulações podem ser preparadas de forma caseira, adicionando-se mais ou menos açúcar, ou obtendo maior ou menor exposição ao calor. Contudo, os resultados demonstraram que, independente das características do processamento, dos equipamentos e das etapas do processo serem mais ou menos diferentes, após o armazenamento a perda das características iniciais de composição de bioativos torna-se evidente, para ambos os processos. Sendo que os processos realizados em planta piloto utilizando ingredientes como pectina e ácido cítrico preservaram melhor a qualidade, os caseiros obtiveram maior perda de antocianinas durante o armazenamento.

Vale ressaltar que o processamento mais sofisticado feito pela indústria ou o melhor processamento caseiro não terá sua validade alongada, sendo importante avaliar também a forma como o produto é armazenado. Mesmo tecnicamente desnecessário na geleia, muitos autores recomendam o uso de refrigeração, sendo este modo de armazenamento benéfico, devido à menor taxa de degradação nas temperaturas reduzidas.

Em relação ao impacto no meio ambiente, o presente trabalho apenas avaliou três pontos: o uso de água, a geração de resíduos da fruta no pré-processamento (limpeza do morango), e a energia na etapa de concentração. A avaliação do impacto ambiental é bem mais complexa e envolve outros fatores. A problemática da geração de resíduo é grande. E a geração de resíduos caseiros em sua pior condição (entressafra) se mostrou semelhante ao industrial, mas isso não quer dizer que o impacto é maior por gerar mais resíduos, já que a maior produção de morango é destinada ao consumidor e os morangos que vão para a indústria, muitas vezes, são morangos que o consumidor não quer, e que se não fossem aproveitados pela indústria, provavelmente se tornariam um resíduo ainda maior. Sendo assim, uma avaliação mais complexa de toda a cadeia é necessária para conclusões a respeito da geração de resíduos. De qualquer modo, a indústria tem uma capacidade muito maior de aproveitar esses resíduos do que o processador

caseiro. A maioria das residências não dispõe de sistemas de compostagem, e os aterros sanitários municipais recebem quantidades enormes de resíduos orgânicos sólidos domésticos.

Um grande potencial de aproveitamento de resíduos está em alimentos considerados como “ultraprocessados” pela classificação NOVA, como em balas, barras de cereais e confeitos, entre outros. Assim como na extração de componentes como a pectina da casca das frutas cítricas.

A pectina, por sua vez, é considerada um ingrediente que quando adicionado a um preparo de um alimento, pode fazer com que este alimento seja classificado pela metodologia NOVA como processado ou “ultraprocessado”, o que, ao contrário do que diz esta classificação, pode contribuir para a redução de impacto ambiental e agregar características de qualidade interessantes ao produto acabado.

A energia, por sua vez, na etapa de concentração é muito variável e dependente da fonte de aquecimento. O uso de equipamento industrial com aquecimento a vapor aumentou a eficiência energética considerando a etapa de concentração. Isto significa que se pode produzir mais com menor uso do recurso energético comparado a preparação caseira com o uso de fogão e GLP.

Porém, segundo o estudo da energia utilizada no sistema que envolve a fabricação de geleia de morango industrial feita com açúcar de beterraba e polpa de morango (desde a produção no campo até o transporte), para utilização em iogurte, a etapa de concentração correspondeu a 0,64% da energia total, sendo a produção de morango e açúcar os maiores contribuintes com 63% e 35% da energia total, respectivamente (Sorgüven e Özilgen, 2012). Contudo, a energia da preparação caseira, não foi avaliada neste estudo.

No entanto, os resultados de eficiência energética deste trabalho pressupõem que equipamentos e métodos industriais podem ser mais eficientes energeticamente em relação a quantidade produzida e, portanto, possui grande importância nos aspectos de segurança alimentar.

## 6. CONCLUSÕES

As vantagens da geleia industrial estão na eficiência energética na etapa de concentração, na possibilidade de reutilização da matéria prima negligenciada pelo mercado consumidor e de padronização do produto, além da praticidade. Vale ressaltar que a lavagem de morango por equipamentos industriais consumiu quantidades mínimas de água.

Já as geleias caseiras possuíram a desvantagem de serem menos eficientes energeticamente na etapa de concentração, quando comparado com a industrial. Além disso, por poderem ser preparadas em tempos diferentes, a qualidade sensorial em relação a cor e a degradação de compostos também variaram, sendo dependente da experiência do preparador. A quantidade de água pode ser otimizada dependendo da consciência do consumidor, sendo o método de água corrente o maior consumidor.

Geleias caseiras de maior tempo de exposição ao calor se assemelharam à geleia realizada em planta piloto.

A qualidade da cor e degradação de antocianinas e ácido ascórbico dependeram principalmente do tempo de exposição ao calor.

O impacto do armazenamento nas geleias de morango mostrou-se mais prejudicial às antocianinas e ácido ascórbico em comparação com o controle das variáveis de processo.

Processos e equipamentos industriais se mostraram mais eficientes energeticamente em relação ao processo caseiro.

### 6.1 Sugestões para a continuidade dos estudos

O estudo de comparação energética e de água realizado neste trabalho, considerou apenas algumas etapas. Porém, para avaliar o real impacto ambiental dos processos caseiro e industrial é necessário um levantamento de dados desde o campo até o consumidor. Isto pode ser realizado através de um estudo de análise do ciclo de vida do produto. Contudo, outros métodos de avaliação ambiental também podem ser empregados.

Sugere-se a execução de trabalhos de avaliação da culinária caseira, dos aspectos econômico-sociais, assim como o estudo de variabilidade das preparações caseiras para outros produtos.

O presente trabalho constatou a importância do armazenamento do produto na degradação de compostos bioativos, portanto, além do desenvolvimento de novas tecnologias, é importante estudar também como prevenir a degradação de tais compostos durante o armazenamento.

Buscar alternativas de embalagens que protejam os componentes da geleia de morango da degradação e que atendam as exigências do consumidor.

Estudos envolvendo a cadeia de alimentos, desde o campo até o consumidor, são necessários para a real avaliação da geração de resíduos.

## 7. REFERÊNCIAS

AABY, K.; MAZUR, S.; NES, A.; SKREDE, G. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) fruits : Composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 86–97, 2012.

ADEKUNTE, A., et al. Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3), p. 500–507. 2010.

ALMEIDA, Ítalo José Lopes de. **Análise da geração de energia elétrica através da biomassa da cana-de-açúcar: um estudo de caso**. 2018. Dissertação (mestrado profissional em Energia Elétrica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

ALVARADO, Juan de Rios. **Principios de ingeniería aplicados a alimentos**. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Proyecto Multinacional de Biotecnología y Tecnología de Alimentos, 1996.

AMARO, L. F. et al. Influence of cultivar and storage conditions in anthocyanin content and radical-scavenging activity of strawberry jams. **World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 69**, 2012.

AMARO, Miriam Cristina Chaves. **A cadeia produtiva agro-industrial do morango nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço**. 2002. Dissertação (Mestrado profissional em Administração). Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

AMORIM, Diogo. **Validação de processamento térmico de calzone**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. 1. ed. [s.l.] Embrapa Clima Temperado (CPACT), 2016.

AOAC - Association of agricultural chemists. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists: Vol. 2. (20rd ed.). AOAC International, 2016.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. NBR-13723-1; Aparelho doméstico para cocção a gás Parte 1: Desempenho e Segurança. Rio de Janeiro, 2003, 58p

AUGUSTO, PED. Princípios de tecnologia de alimentos. vol. 3. Ed. Atheneu. Coleção Ciência, tecnologia, engenharia de alimentos e nutrição. 1 ed. Rio de Janeiro, 2017.

BIELEMANN, R. M. et al. Consumo de alimentos ultraprocessados e impacto na dieta de adultos jovens. **Revista Saúde Pública**, p. 1–10, 2015.

BORNŠEK, Š. M et al. **Effects of industrial and home-made spread processing on bilberry phenolics**. Food chemistry, v. 173, p. 61-69, 2015.

BORUM, Anna et al. Food Waste in the Danish Primary Production and Food Industries. 2018.

BRANZANTI, E. C. **La fresa**. Madri: Mundiprensa, 1989. 386 p.

BRASIL. RDC nº 272 de 2005. **Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12, 24 de julho de 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1978.

BRECHT, J. K et al. Reducing strawberry waste and losses in the postharvest supply chain via intelligent distribution management. **Acta horticulturae**, 253-260. 2016.

Brody, A. L. (1997). Chilled foods distribution needs improvement. *Food Technology*, 51, 120.

PBMH & PIMo - Programa Brasileiro Para A Modernização Da Horticultura & Produção Integrada De Morango. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo. CEAGESP. 2009 (Documentos, 33).

GÄRTNER,C. STAHL, W, SIES, H; Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatões. **The American Journal of Clinical Nutrition**, V. 66, 1997, Pages 116–122.

CÁRDENAS, Ricardo Eduardo Herrera. **Elaboración de un abono líquido a partir de residuos de Fresa (Fragaria x ananassa) por fermentación láctica**. Trabalho de conclusão de curso. (Engenharia de alimentos). Universidad Nacional Agrária la Molina. Facultad de Ciencias. Lima. Peru. 2017.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 37, n. 1, p. 1049–1055, 2002.

CARLSSON-KANYAMA, A.; EKSTRÖM, M. P.; SHANAHAN, H. Food and life cycle energy inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. **Ecological Economics**, v. 44, p. 293–307, 2003.

CASSIDY, Aedín et al. Habitual intake of flavonoid subclasses and incident hypertension in adults–. **The American journal of clinical nutrition**, v. 93, n. 2, p. 338-347, 2010.

CHAVES, V. C.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (Fragaria x ananassa duch) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 225, n. March, p. 293–298, 2017.

CIRIMINNA, Rosaria et al. Pectin: A new perspective from the biorefinery standpoint. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 9, n. 4, p. 368-377, 2015.

CODEX, A. C. Codex Standard for Jams, Jellies and Marmalades. **Codex Stan**, v. 296, 2009.

COELHO, P., COSTA, M. Combustão. 2ª edição. Alfragide – Amadora – Portugal. Edições Orion. Março 2012

DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. **Química de alimentos de Fennema**. Artmed Editora, 4ª ed. 2010.

DANI. Receita de geleia de morango no micro-ondas. **Receitas de Doces e Sobremesas**. 2012 Disponível em: <http://cozinhatravessa.com.br/post/receita-de-geleia-de-morango-no-micro-ondas/>. Acesso em: 20 jan 2019.

DATAMARK (online) – Brazil Focus (atualizado em 2019). Disponível na Internet.

ECONOMOPOULUS A., **Assessment of Sources of Air, Water, and Land Pollution**, World Health Organization, Geneva, 1993.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2018**. Ano base 2017. Ministério de Minas e Energia. Relatório final. 292 p. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

ESTATÍSTICAS SOCIAIS. IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2016. **Agência IBGE notícias**. 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9497-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-em-2016>. Acesso em 16:31 05/08/2018

FAO. An Introduction to the Basic Concepts of Food Security. Food Security Information for Action Practical Guides. 2008. Disponível em: [http://www.foodsec.org/docs/concepts\\_guide.pdf](http://www.foodsec.org/docs/concepts_guide.pdf). Acesso em: 27 mar. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT database**, 2018. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 27 de dez. 2018.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FERREIRA, J.E.M. **Estabilidade de carotenoides, flavonoides e vitamina C em alimentos submetidos às tecnologias emergentes de processamento**. 2011. 153 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, Campinas, SP (2011)

FORBES-HERNANDEZ, T. Y. et al. The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. S46–S59, 2016.

FREUND, H., SUNDMACHER, K. Towards a methodology for the systematic analysis and design of efficient chemical processes: Part 1. From unit operations to elementary process functions. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 47, n. 12, p. 2051-2060, 2008.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Food Science and Technology (Campinas)**, p. 66-70, 2003.

GERMER, S.P.M. et al. **Princípios de esterilização de alimentos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 123p. 1995 (Manual Técnico, 10).

GIAMPIERI, F. et al. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, 28, 9–19 2012.

GIROTTI, Francesca; ALIBARDI, Luca; COSSU, Raffaello. Food waste generation and industrial uses: a review. **Waste management**, v. 45, p. 32-41, 2015.

GONDIM, Gil. **Conservas do meu Brasil: Compotas, geleias e antepastos**. Senac, 2018.

HAYES, George D. **Food engineering data handbook**. Longman Scientific & Technical, 1987.

HELDMAN, D. R. SINGH, R.P. (Ed.). **Food process engineering**. AVI Publishing Company INC. 1981. Westport. Connecticut.

HUMMER, K. E; HANCOCK, J. Strawberry Genomics: Botanical, History, Cultivation, Traditional Breeding, and New Technologies. In Genetics and Genomics of Rosaceae, eds. K. M. Folta and S. E. Gardiner, 413-435. New York, NY: Springer New York.2009.

IBARZ, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, Alberto Ibarz. **Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos**. Mundi-Prensa Libros, 2005. México.

IFPA. INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry. 4. ed. [S.l.], 2001. 213 p

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4ª ed. [1ª ed. digital]. São Paulo (SP): Instituto Adolfo Lutz; 2008. Disponível em: [[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf)]. Acesso em: 09 jun. 2017.

ITAL. **Alimentos industrializados: A importância para a sociedade brasileira**. 1 ed. Serie Food Trends. Campinas, 2018.

JACKIX, Marisa Hoelz. Doces, geléias e frutas em calda. **São Paulo: Ícone**, 1988.

KADER, Adel A. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. In: **V International Postharvest Symposium 682**. 2004. p. 2169-2176.

KÄHKÖNEN MP, HOPIA AI, HEINONEN M. Berry phenolics and their antioxidante activity. **J Agric Food Chem** 2001;49:4076–82.

KELLY, K. et al. A novel approach to determine the impact level of each step along the supply chain on strawberry quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 147, n. July 2018, p. 78–88, 2019.

KIMURA, K. et al. Comparison of keeping quality between pressure-processed jam and heat-processed jam: changes in flavor components, hue, and nutrients during storage. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 58, n. 8, p. 1386-1391, 1994.

KOVAČEVIĆ, D. B. et al. Influences of organically and conventionally grown strawberry cultivars on anthocyanins content and color in purees and low-sugar jams. **Food chemistry**, v. 181, p. 94-100, 2015.

LEVAJ, B., KOVAČEVIĆ, D. B., BITUH, M., DRAGOVIĆ-UZELAC, V. Influence of Jam Processing Upon the Contents of Phenolics and Antioxidant Capacity in Strawberry fruit (*Fragaria ananassa* × *Duch.*). **Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 7** (Special Issue) 18-22 (2012). Pg 18-22. Croatia, 2012.

LEWIS, C. E., WALKER, J. R. L., & LANCASTER, J. E. Effect of polysaccharides on the colour of anthocyanins. *Food Chemistry*, 54, 315- 319. 1995.

LIN, C. S. K. et al. Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. **Energy Environ. Sci**, v. 6, p. 426–464, 2013.

LOUZADA, M. L. DA C. et al. Impacto de alimentos ultraprocessados sobre o teor de micronutrientes da dieta no Brasil. **Revista Saúde Pública**, p. 1–8, 2015.

MARQUES, Tamara Rezende et al. Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 8, p. 5084-5092, 2015.

MASANET, Eric. Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the fruit and vegetable processing industry. An Energy Star Guide for Energy and Plant Managers. 2008.

MATARAZZO, S. Geleia de morango caseira. Receitas e temperos. **Blog de de receitas, culinária, gastronomia e viagens**. 2012 [Online] Available at: <https://www.receitasetemperos.com.br/geleia-de-morango-caseira/> Acesso em: 5 out 2017.

MAZUR, S. P. et al. Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. **Food Chemistry**, v. 146, p. 412–422, 2014.

MITCHAM, E. J.; CRISOSTO, C. H.; KADER, A. A. Strawberry: recommendations for maintaining postharvest quality. Davis: UC Davis Postharvest Technology, 2003.

MONTEIRO CA, Levy RB, Claro RM, Castro IR, Cannon G. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutr**. 2011.

MONTEIRO, C.A. et al.; O sistema alimentar, classificação dos alimentos, Saúde Pública: NOVA. A estrela brilha. **World Nutrition**. v7, 1-3, 28-40. 2016.

DE MOURA, S. C. S. R. et al. Degradation kinetics of anthocyanin of traditional and low-sugar blackberry jam. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 6, p. 2488-2496, 2012.

MUELLER. **Manual de Instruções Linha de fogões Moderatto, Piacere, Sorella, Fratello**. 2013. 3p.

MUNHOZ, Karla Ariane Silveira. **Estudo da cinética de degradação da cor, ácido ascórbico e consistência ao longo da cadeia de processamento industrial de polpa concentrada de tomate**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2016.

NACZK, Marian; SHAHIDI, Fereidoon. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

MARTINHO, D.Q.; GUTIERREZ, A.S.D.; CALEGARIO, F.F.; ALMEIDA, G.V.B. Levantamento preliminar das características qualitativas observadas pelos compradores de morango, durante a safra 2006, no mercado atacadista de São Paulo. In: Simpósio Nacional do Morango, 2, Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

OLIVEIRA, R. G. DE. **Identificação, quantificação e caracterização antioxidante de flavonóides e vitamina C presentes em geleias de frutas**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro**. Embrapa Clima Temperado. Documentos 162. Pelotas, p28, 2006.  
PANELINHA. **Geleia de morango**. Ed panelinha Ltda. 2000. Disponível em: <http://www.panelinha.com.br/receita/Geleia-de-morango>. Acesso em: out de 2017

PATRAS, A., BRUNTON, N. P., TIWARI, B., & BUTLER, F. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. **Food and Bioprocess Technology**, 4, 2011. p.1245–1252.

PELLETIER, N. et al. Energy intensity of agriculture and food systems. **Annual review of environment and resources**, v. 36, p. 223-246, 2011.

PHAM, Thi Phuong Thuy et al. Food waste-to-energy conversion technologies: current status and future directions. **Waste Management**, v. 38, p. 399-408, 2015.

PREMANANDH, J. Factors affecting food security and contribution of modern technologies in food sustainability. **J Sci Food Agric**, v. 91, p. 2707–2714, 2011.

REDCORN, R.; FATEMI, S.; ENGELBERTH, A. S. Comparing end-use potential for industrial food-waste sources. **Engineering**, 2018.

ROHLOFF, J. et al. Influence of rain cover cultivation on taste and aroma quality of strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.). **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 2, p. 74-82, 2004.

SAGUY I., KOPELMAN I.J., MIZRAHI S. Simulation of ascorbic acid stability during heat processing and concentration of grapefruit juice. *J. Food Process Eng.* 1978; 2:213-25

SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. M. Importância da cultura. In: Sistema de produção de morango para mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. Bento Gonçalves, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de Produção, 6). Versão Eletrônica. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/importancia.htm>. Acesso em: 01/04/2019.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.). Morango: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 81 p. (Frutas do Brasil, 40).

SANTOS, Paulo Henrique da Silva. **Estudo da Cinética de degradação do Ácido Ascórbico na secagem se Abacaxi em Atmosfera Modificada**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SCHMIDT, F. L.; EFRAIM, P.; BIASI, L. C. K. **Pré-processamento de frutas e hortaliças**. Elsevier Editora Ltda., 2016.

SCIBISZ, I.; MITEK, M. Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams. **Polish journal of food and nutrition sciences**, v. 59, n. 1, 2009.

SERRANO, A. et al. Agri-food waste valorization through anaerobic co-digestion : fish and strawberry residues. **Journal of Cleaner Production**, v. 54, p. 125–132, 2013.

SILES, J. A. et al. Biomethanization of waste derived from strawberry processing: advantages of pretreatment. **Journal of Cleaner Production**, v. 42, p. 190–197, 2013.

SILVA, F. L. DA et al. Anthocyanin pigments in strawberry. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, p. 374–382, 2007.

SILVA, N. F. I. et al. Qualidade nutricional de barra de cereal com resíduos agroindustriais. **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS**, v. 87, n. 18, p. 69. 2018 (a).

SILVA, N. F. I. et al. Aproveitamento do resíduo da polpa de morango na elaboração de geleia. **GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS**, v. 87, n. 18, p. 69. 2018 (b).

SILVEIRA, G. S. R.; GUIMARÃES, B. C.. Aspectos sociais e econômicos da cultura do morangueiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 279, p.7-10, mar./abr., 2014.

SIMÕES, Sheila Grandinetti. **Projeto térmico de fogão a álcool**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, área de térmica e fluídos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

SORGÜVEN, E.; ÖZILGEN, M. Energy utilization, carbon dioxide emission, and exergy loss in flavored yogurt production process. **Energy**, v. 40, n. 1, p. 214–225, 2012.

SUMMEN, M. A.; ERGE, H. S. Thermal degradation kinetics of bioactive compounds and visual color in raspberry pulp. **Journal of food processing and preservation**, v. 38, n. 1, p. 551-557, 2014.

TEIXEIRA, J., PETRARCA, M.H., TADIOTTI, A.C., SYLOS, C.M. Degradação do ácido ascórbico em goiabada industrializada submetida a diferentes condições de estocagem. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 281-286, 2006.

TEIXEIRA NETO, R. O.; VITALI, A. A.; QUAST, D. G. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: ITAL, 1996. 74 p. (Manual Técnico, 6).

TOMAS, M. et al. E. Industrial processing versus home processing of tomato sauce : Effects on phenolics, flavonoids and in vitro bioaccessibility of antioxidants. **Food Chemistry**, v. 220, p. 51–58, 2017.

TONUTARE, T.; MOOR, U.; SZAJDAK, L. Strawberry anthocyanin determination by pH differential spectroscopic method – how to get true results ? **Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus**. v. 13, n. 3, p. 35–47, 2014.

TORREZAN, Renata. Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial. **EMBRAPA-CTAA. Documentos**, 1998.

TORREZAN, Renata. Recomendações técnicas para a produção de frutas em calda em escala industrial. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2000.

TULIPANI S, et al. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *J Agric Food Chem* 2008;56:696–704. (a)

TULIPANI, S. et al. Folate content in different strawberry genotypes and folate status in healthy subjects after strawberry consumption. **Biofactors**, v. 34, n. 1, p. 47-55, 2008. (b)

UDDIN, M. S. et al. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of food engineering**, v. 51, n. 1, p. 21-26, 2002.

VARGAS, Emanuela Flor de. Obtenção de corantes naturais a partir do resíduo da indústria de polpa de morango, amora e pêssego. 2015.

WANG, S. Y.; LIN, H. Antioxidant Activity in Fruits and Leaves of Blackberry , Raspberry , and Strawberry Varies with Cultivar and Developmental Stage. **J. Agric. Food Chem**, v. 48, p. 140–146, 2000.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V.. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, 2010.

XUE, L. et al. Missing Food , Missing Data? A Critical Review of Global Food Losses and Food Waste Data. **Environmental Science Technology**, v. 51, p. 6618–6633, 2017.

YILDIZ, F.; WILEY, R. C. (Ed.). **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. Springer US, 2017.

ZHAO, Y. Jams, jellies, and other jelly products. In: **Specialty foods: processing technology, quality, and safety**. [s.l.] Taylor & Francis Group, LLC, 2012.

## **ANEXO A – Trechos da classificação NOVA para minimamente processados**

Alimentos minimamente processados são alimentos in natura submetidos a processos como remoção de partes não comestíveis ou não desejadas dos alimentos, secagem, desidratação, trituração ou moagem, fracionamento, torra, cocção apenas com água, pasteurização, refrigeração ou congelamento, acondicionamento em embalagens, empacotamento a vácuo, fermentação não alcoólica e outros processos que não envolvem a adição de substâncias como sal, açúcar, óleos ou gorduras ao alimento in natura (Monteiro et al, 2016).

O principal propósito do processamento empregado na produção de alimentos do grupo 1 é aumentar a duração dos alimentos in natura permitindo a sua estocagem por mais tempo. Outros propósitos incluem facilitar ou diversificar a preparação culinária dos alimentos (como na remoção de partes não comestíveis, fracionamento e trituração ou moagem dos alimentos) ou modificar o seu sabor (como na torra de grãos de café ou de folhas de chá e na fermentação do leite para produção de iogurtes) (Monteiro et al, 2016).

Embora pouco frequentes, alimentos do grupo 1 quando adicionados de aditivos que preservam as propriedades originais do alimento, como antioxidantes usados em frutas desidratadas ou legumes cozidos e embalados a vácuo, e estabilizantes usados em leite ultrapasteurizado permanecem classificados no grupo 1. (Monteiro et al, 2016).

## ANEXO B – Trechos da classificação NOVA para processados

O terceiro grupo da classificação *NOVA* é o de alimentos processados. Este grupo inclui produtos fabricados com a adição de sal ou açúcar, e eventualmente óleo, vinagre ou outra substância do grupo 2, a um alimento do grupo 1, sendo em sua maioria produtos com dois ou três ingredientes. Os processos envolvidos com a fabricação desses produtos podem envolver vários métodos de preservação e cocção e, no caso de queijos e de pães, a fermentação não alcoólica (MONTEIRO et al, 2016).

O propósito do processamento subjacente à fabricação de alimentos processados é aumentar a duração de alimentos in natura ou minimamente processados ou modificar seu sabor, portanto semelhante ao propósito do processamento empregado na fabricação de alimentos do grupo 1. São exemplos típicos de alimentos processados: conservas de hortaliças, de cereais ou de leguminosas, castanhas adicionadas de sal ou açúcar, carnes salgadas, peixe conservado em óleo ou água e sal, frutas em calda, queijos e pães (MONTEIRO et al, 2016).

Produtos do grupo 3 quando adicionados de aditivos para preservar suas propriedades originais, como antioxidantes usados em geleias, ou para evitar a proliferação de micro-organismos, como conservantes usados em carnes desidratadas, permanecem classificados no grupo 3. Caso bebidas alcoólicas sejam consideradas como parte da alimentação, aquelas fabricadas pela fermentação alcoólica de alimentos do grupo 1, como vinho, cerveja e cidra, são classificadas no grupo 3 da classificação *NOVA* (MONTEIRO et al, 2016).

## ANEXO C – Trechos da classificação NOVA para ultraprocessados

Ingredientes apenas encontrados em alimentos ultraprocessados incluem substâncias não usuais em preparações culinárias e aditivos cuja função é simular atributos sensoriais de alimentos do grupo 1 ou de preparações culinárias desses alimentos ou, ainda, ocultar atributos sensoriais indesejáveis no produto final. Alimentos do grupo 1 representam proporção reduzida ou sequer estão presentes na lista de ingredientes de produtos ultraprocessados (MONTEIRO et al, 2016).

Substâncias apenas encontradas em alimentos ultraprocessados incluem algumas extraídas diretamente de alimentos, como caseína, lactose, soro de leite e glúten, e muitas derivadas do processamento adicional de constituintes de alimentos do grupo 1, como óleos hidrogenados ou interestereificados, hidrolisados proteicos, isolado proteico de soja, maltodextrina, açúcar invertido e xarope de milho com alto conteúdo em frutose. Classes de aditivos apenas encontrados em alimentos ultraprocessados incluem corantes, estabilizantes de cor, aromas, intensificadores de aromas, saborizantes, realçadores de sabor, edulcorantes artificiais, agentes de carbonatação, agentes de firmeza, agentes de massa, antiaglomerantes, espumantes, antiespumantes, glaceantes, emulsificantes, sequestrantes e umectantes ((MONTEIRO et al, 2016).

Vários processos industriais que não possuem equivalentes domésticos são usados na fabricação de alimentos ultraprocessados, como extrusão e moldagem e pré-processamento por fritura (MONTEIRO et al, 2016).

O principal propósito do ultraprocessamento é o de criar produtos industriais prontos para comer, para beber ou para aquecer que sejam capazes de substituir tanto alimentos não processados ou minimamente processados que são naturalmente prontos para consumo, como frutas e castanhas, leite e água, quanto pratos, bebidas, sobremesas e preparações culinárias em geral. Hiper-palatabilidade, embalagens sofisticadas e atrativas, publicidade agressiva dirigida particularmente a crianças e adolescentes, alegações de saúde, alta lucratividade e controle por corporações transnacionais são atributos comuns de alimentos ultraprocessados (MONTEIRO et al, 2016).

Embora pouco frequentes, são também classificados no grupo 4 produtos compostos apenas por alimentos do grupo 1 ou do grupo 3 quando esses produtos contiverem aditivos com função de modificar cor, odor, sabor ou textura do produto final como iogurte natural com edulcorante artificial e pães com emulsificantes. Caso bebidas alcoólicas sejam consideradas parte da alimentação, aquelas fabricadas por fermentação de alimentos do grupo 1 seguida da destilação do mosto alcoólico, como cachaça, uísque, vodca e rum, são classificadas no grupo 4 da classificação NOVA. (MONTEIRO et al, 2016).

## ANEXO D – Trechos do guia alimentar

### ALIMENTOS *IN NATURA* OU MINIMAMENTE PROCESSADOS

---

Faça de alimentos *in natura* ou minimamente processados a base de sua alimentação

Alimentos *in natura* ou minimamente processados, em grande variedade e predominantemente de origem vegetal, são a base para uma alimentação nutricionalmente balanceada, saborosa, culturalmente apropriada e promotora de um sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável.

BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 26.

### ALIMENTOS PROCESSADOS

---

Limite o uso de alimentos processados, consumindo-os, em pequenas quantidades, como ingredientes de preparações culinárias ou como parte de refeições baseadas em alimentos *in natura* ou minimamente processados

Os ingredientes e métodos usados na fabricação de alimentos processados – como conservas de legumes, compota de frutas, queijos e pães – alteram de modo desfavorável a composição nutricional dos alimentos dos quais derivam.

BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 36.

Evite alimentos ultraprocessados

Devido a seus ingredientes, alimentos ultraprocessados – como biscoitos recheados, salgadinhos “de pacote”, refrigerantes e macarrão “instantâneo” – são nutricionalmente desbalanceados. Por conta de sua formulação e apresentação, tendem a ser consumidos em excesso e a substituir alimentos *in natura* ou minimamente processados. As formas de produção, distribuição, comercialização e consumo afetam de modo desfavorável a cultura, a vida social e o meio ambiente

BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 39.

As técnicas de processamento utilizadas na fabricação de alimentos ultraprocessados incluem: tecnologias exclusivamente industriais, como a extrusão da farinha de milho para fazer salgadinhos “de pacote”, versões industriais de técnicas culinárias, como o pré-processamento com fritura ou cozimento; e o emprego de embalagens sofisticadas em vários tamanhos e apropriadas para estocagem do produto ou para consumo imediato sem utensílios domésticos.

## BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 40

Diferentemente dos alimentos processados, a imensa maioria dos ultraprocessados é consumida, ao longo do dia, substituindo alimentos como frutas, leite e água ou, nas refeições principais, no lugar de preparações culinárias. Portanto, alimentos ultraprocessados tendem a limitar o consumo de alimentos *in natura* ou minimamente processados.

## BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 41

**Impacto no ambiente:** a manufatura, distribuição e comercialização de alimentos ultraprocessados são potencialmente danosas para o ambiente e, conforme a escala da sua produção, ameaçam a sustentabilidade do planeta. Isso fica simbolicamente demonstrado nas pilhas de embalagens desses produtos descartadas no ambiente, muitas não biodegradáveis, que desfiguram a paisagem e requerem o uso crescente de novos espaços e de novas e dispendiosas tecnologias de gestão de resíduos. A demanda por açúcar, óleos vegetais e outras matérias-primas comuns na fabricação de alimentos ultraprocessados estimula monoculturas dependentes de agrotóxicos e uso intenso de fertilizantes químicos e de água, em detrimento da diversificação da agricultura. A sequência de processos envolvidos com a manufatura, distribuição e comercialização desses produtos envolve longos percursos de transporte e, portanto, grande gasto de energia e emissão de poluentes. A quantidade de água utilizada nas várias etapas da sua produção é imensa. A consequência comum é a degradação e a poluição do ambiente, a redução da biodiversidade e o comprometimento de reservas de água, de energia e de muitos outros recursos naturais.

Por todas as razões descritas acima, alimentos ultraprocessados devem ser evitados.

## BRASIL, 2014 – guia alimentar para a população brasileira - página 46

Guia alimentar disponível em:

[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf)

## ANEXO E – Página 1 do Manual do Fogão da Marca Mueller

### Características do produto

MODELO	Modératio 3B	Piacere 4B	Fratello 3B	Sotella 3B	Modératio 5B	Piacere 5B	Fratello 5B	Sotella 5B
Peso líquido	19,5 kg	22,0 kg	20,0 kg	20,2 kg	27,0 kg	30,20 kg	27,6 kg	27,8 kg
Voltagem	127/220V							
Potência Elétrica								
• 127V	41,5 W		1,5 W	41,5 W	41,5 W		1,5 W	41,5 W
• 220V	43,5 W		3,5 W	43,5 W	43,5 W		3,5 W	43,5 W
Alt. do fogão tampa aberta	127,0 cm				127,0 cm			
Altura/Largura/Profundidade Internas do forno	86,5x48,5x59 cm				86,5x75x59 cm			
Peso máx. na prateleira	6,0 kg				6,0 kg			
Diâmetro mín. das painéis	14,0 cm				14,0 cm			
Pot. Térmica (máx./mim)								
• Queimador normal	1,70/0,80 kW				1,70/0,80 kW			
• Queimador grande	2,00/0,80 kW				2,00/0,80 kW			
• Queimador ultra chama	3,70/1,8 kW				3,70/1,8 kW			
• Queimador tripla chama								
• Queimador dupla chama	3,00/1,6 kW				3,00/1,6 kW			
• Queimador do forno	2,1 kW				3,0 kW			
Botijão mínimo	P13				P13			
Pressão Nominal GLP(kPa)					2,75			
Pressão Nominal GN(kPa)					1,96			

MODELO	Modératio 4B	Fratello 4B	Sotella 4B	Modératio 5B	Fratello 5B	Modératio 6B	Fratello 6B	Sotella 6B
Peso líquido	19,5 kg	20,0 kg	20,2 kg	27,0 kg	27,6 kg	26,8 kg	27,6 kg	27,8 kg
Voltagem	127/220V							
Potência Elétrica								
• 127V	1,5 W		41,5 W	1,5 W		1,5 W	41,5 W	
• 220V	3,5 W		43,5 W	3,5 W		3,5 W	43,5 W	
Alt. do fogão tampa aberta	127,0 cm				127,0 cm			
Altura/Largura/Profundidade Internas do forno	86,5x48,5x59 cm				86,5x75x59 cm			
Peso máx. na prateleira	6,0 kg				8,4 kg			
Diâmetro mín. das painéis	14,0 cm				14,0 cm			
Pot. Térmica (máx./min.)								
• Queimador normal	1,70/0,80 kW				1,70/0,80 kW			
• Queimador grande	2,00/0,80 kW				2,00/0,80 kW			
• Queimador ultra chama					3,7/1,8 kW			
• Queimador do forno	2,1 kW				3,0 kW			
Botijão mínimo	P13				P13			
Pressão Nominal GLP(kPa)					2,75			
Pressão Nominal GN(kPa)					1,96			

### 1. Instalação do fogão

#### A instalação do fogão deverá seguir as instruções deste manual:

- Na parte traseira do fogão, está localizada a etiqueta de identificação que contém: modelo e nº de série; tipo de gás; pressão nominal (do gás) e potência dos queimadores.
- Os fogões Mueller saem da fábrica adequados ao GLP (botijão), com ponto único de entrada de gás localizado na parte traseira.
- Para converter o fogão para Gás Natural (GN), solicite os serviços do SAM - Serviço Autorizado Mueller. A conversão será gratuita durante a garantia para os produtos que ainda não tenham sido instalados e utilizados. Para o gás encanado, o ponto de ligação do gás deve ser providenciado antecipadamente.
- O fogão deve ser instalado em local bem arejado, sem correntes de ar que possam apagar as chamas dos queimadores.

**DICA:** Para melhor conservação de seu produto, após retirar a película dos painéis em inox escovado, limpe-a com esponja de lã de aço e vinagre.