

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Dissertação

Geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento

GABRIELA NIEMEYER REISSIG

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

R378g Reissig, Gabriela Niemeyer

Geleias convencionais e diet de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento / Gabriela Niemeyer Reissig ; Josiane Freitas Chim, Rui Carlos Zambiasi, orientadores ; Rosane da Silva Rodrigues, Rodrigo Cezar Franzon, coorientadores. — Pelotas, 2015.

93 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Psidium cattleianum. 2. Eugenia uniflora. 3. Fitoquímicos. 4. Análise microbiológica. 5. Análise sensorial. I. Chim, Josiane Freitas, orient. II. Zambiasi, Rui Carlos, orient. III. Rodrigues, Rosane da Silva, coorient. IV. Franzon, Rodrigo Cezar, coorient. V. Título.

CDD : 634.6

GABRIELA NIEMEYER REISSIG

Geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de conhecimento: Ciência e Tecnologia de Alimentos).

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Josiane Freitas Chim – CCQFA – UFPEL

Prof. Dr. Rui Carlos Zambiasi – CCQFA – UFPEL

Prof^a. Dr^a. Rosane da Silva Rodrigues – CCQFA - UFPEL

Dr. Rodrigo Cezar Franzon – Embrapa Clima Temperado

Pelotas, 2015

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Josiane Freitas Chim – UFPel

Prof^a. Dr^a. Rosane da Silva Rodrigues - UFPel

Dr. Rodrigo Cezar Franzon - Embrapa Clima Temperado

Dr^a. Ana Cristina Richter Krolow - Embrapa Clima Temperado

Dedico à:

**Gustavo Antonio Reissig
Marlene Niemeyer Reissig
Livia Niemeyer Reissig
Maria Beatriz Reissig
Tiago Vieira Beskow**

AGRADECIMENTOS

Por mais individualista, autossuficiente e solitária que uma pessoa possa ser, acredito que no momento em que vivemos em sociedade sempre vai haver alguém que vai contribuir, influenciar e gerar o conhecimento que o indivíduo precisou para se tornar o que é e chegar onde chegou. Desta forma, não há como chegar em lugar algum sem ao menos inconscientemente ser grato a algo ou a alguém.

Agradeço por ter tido a oportunidade realizar minha graduação em Química de Alimentos, formação a qual tenho muito orgulho, e pelos professores maravilhosos que tive e que proporcionaram todo o embasamento na área de alimentos que possuo e que ajudaram a construir um pedaço do caminho no qual estou trilhando hoje.

Agradeço à UFPEL, CAPES e DCTA pela incrível experiência de realizar um mestrado, onde em tão pouco tempo se é adquirido tanto conhecimento (não só no âmbito acadêmico).

Agradeço à minha orientadora Josiane Freitas Chim pela orientação e suporte durante o mestrado, sem o qual este trabalho não seria possível.

Agradeço a todos os professores do DCTA pelo conhecimento transmitido, em especial ao professor Cesar Valmor Rombaldi, por ser uma pessoa extremamente solícita e admirável.

Agradeço à professora Rosane da Silva Rodrigues por dar ótimas sugestões e críticas construtivas, sempre estimulando o uso do "penso".

Agradeço à Embrapa Clima Temperado - Pelotas/RS e ao pesquisador Rodrigo Cezar Franzon pela cedência dos frutos de pitanga e araçá utilizados no presente projeto.

Agradeço aos colegas de laboratório por serem pessoas maravilhosas, compartilharem o conhecimento e ajudarem em todos os momentos de dúvidas.

Agradeço à estagiária e amiga Ana Cláudia Pôrto pela ajuda nas mais diversas análises e que mesmo com pouco tempo se fez extremamente presente.

Agradeço às colegas e amigas Maria de Moraes Lima e Lisiane Pintanela Vergara por estarem ao meu lado em todos os momentos, dando auxílio e não deixando desistir de nada. O suporte e companheirismo de vocês foram imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Agradeço incondicionalmente aos familiares. A pedra fundamental, a base de tudo, o início de tudo. Aquele suporte permanente e conforto de todas as horas.

Agradeço aos amigos, sempre presentes, sob quaisquer circunstâncias, com aquelas palavras e conselhos certos que nos fazem seguir em frente e acreditar em um futuro cada vez melhor.

Agradeço ao meu namorado, noivo, amigo e o melhor conselheiro de todos. Sempre me fazendo encarar a vida, me estimulando a nunca desistir de nada e me mostrando que o presente merece ser vivido mais que os outros tempos.

Agradeço por ter convivido no primeiro ano de mestrado com uma pessoa querida que foi minha professora no ensino técnico e que depois nos reencontramos na pós-graduação como colegas. Faltam-me palavras para agradecer toda a experiência que dividistes comigo no curso de Agroindústria e no mestrado. A vida às vezes faz destas coisas, abrevia nossa existência, fazendo com que não consigamos aproveitar ao máximo o que ela nos tem a oferecer. Sei que tinhas muito ainda a explorar dela, mas sei também que fostes uma pessoa incansável em aproveitar todas as coisas boas que ela te proporcionou. Amanda Fiss Rodrigues e Silva (*in memoriam*), onde quer que estejas, este trabalho também é teu.

“Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão”

Jean de la Bruyere

"Quem quiser nascer tem que destruir um mundo; destruir no sentido de romper com o passado e as tradições já mortas, de desvincular-se do meio excessivamente cômodo e seguro da infância para a conseqüente dolorosa busca da própria razão do existir: ser é ousar ser" (Demian)

Herman Hess

Resumo

REISSIG, Gabriela Niemeyer. **Geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento.** 2015. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

O araçá vermelho e a pitanga vermelha, frutos nativos do Brasil, são fontes de compostos com potencial bioativo, como por exemplo, os compostos fenólicos e carotenóides. A elaboração de geleias é uma excelente alternativa para o aproveitamento destes frutos por pequenas empresas familiares e agroindústrias. O processamento de alimentos pode causar perdas substanciais na composição fitoquímica destes frutos. Com base nisto, objetivou-se elaborar geleias convencionais e *diet* usando araçá vermelho e de pitanga vermelha, avaliando o efeito do processamento e armazenamento nas características físico-químicas destes produtos, bem como avaliá-las microbiológica e sensorialmente em todos os tempos de armazenamento estudados. O processamento e armazenamento influenciaram na composição fitoquímica e antioxidante das geleias, onde se observou maior conteúdo nas formulações *diet* e ao final do tempo de armazenamento houve decréscimo significativo em todos compostos avaliados, bem como na atividade antioxidante. Não foi observada contaminação microbiológica por bolores e leveduras nas geleias elaboradas em nenhum período de armazenamento. Quanto à análise sensorial de araçá, todas as geleias apresentaram índice de aceitabilidade (IA) superior a 70%. Para as geleias de pitanga os resultados foram bem variados, sendo que a formulação convencional apresentou maior IA (%) até o quarto mês. No sexto mês a geleia com acessulfame + sucralose apresentou o maior IA (%). Conclui-se que é viável a utilização de araçá vermelho e de pitanga vermelha para elaboração de geleias convencionais e *diet*. Os parâmetros físico-químicos avaliados demonstraram estar adequados para este tipo de produto. Em linhas gerais, as formulações sem adição de açúcares apresentaram os maiores conteúdos de fitoquímicos e atividade antioxidante. Comparativamente à polpa, o processamento de geleias promoveu concentração no conteúdo de fitoquímicos, com exceção da vitamina C e dos carotenóides (somente para pitanga). O tempo de armazenamento provocou redução no conteúdo de todos os compostos fitoquímicos estudados. A avaliação de bolores e leveduras comprovou a estabilidade microbiológica das geleias elaboradas, estando em concordância com a legislação vigente. Quanto aos resultados das análises sensoriais das geleias de araçá, observou-se que após quatro meses de armazenamento o maior potencial de consumo foi encontrado para as formulações com aspartame e sacarina + ciclamato. Para as geleias de pitanga as formulações com aspartame e acessulfame + sucralose apresentaram o maior potencial de consumo após seis meses de armazenamento.

Palavras-chave: *Psidium cattleianum*; *Eugenia uniflora*; fitoquímicos; análise microbiológica; análise sensorial

Abstract

REISSIG, Gabriela Niemeyer. **Conventional and *diet* red guava and red surinam cherry jams: stability during processing and storage**. 2015. 93f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

The red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and red surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) are native fruits from Brazil. Are potential sources of bioactive compounds, such as phenolic compounds and carotenoids. The preparation of jams is an excellent alternative to the use of these fruits by small family and agroindustrial companies. Food processing can cause substantial losses in phytochemical composition of these fruits. Based on this, the aim of this paper was to elaborate conventional and no added sugars red guava and surinam cherry jams and evaluate the effect of processing and storage on the physicochemical characteristics of these products as well as perform microbiological and sensory analysis in all studied storage times. The processing and storage influenced the phytochemical and antioxidant of jams. Was observed a higher content in not containing added sugar formulations and the storage time caused decrease in all evaluated compounds and antioxidant activity. There was no microbial spoilage by molds and yeasts in any storage period. All red guava jams had higher acceptability (more than 70%). For red surinam cherry jams, the conventional formulation showed higher IA (%) until the fourth month. In the sixth month the jam with acesulfame + sucralose had the highest AI (%). We conclude that it is viable use red guava and red surinam cherry for preparation of conventional and no added sugar jams. The physical and chemical parameters evaluated demonstrated to be suitable for this type of product. In general, the formulations without added sugars had the highest content of phytochemicals and antioxidant activity. Compared with the pulp, jam processing concentrated the content of phytochemicals, except for vitamin C and carotenoids. The storage time caused a reduction in the content of all phytochemicals compounds studied. The evaluation of yeasts and molds confirmed the microbiological stability of the prepared jellies, which is in accordance with current legislation. For red guava jams was observed after four months of storage the greatest potential for consumption for the formulations with aspartame and saccharin + cyclamate. For surinam cherry jams, formulations with aspartame and acesulfame + sucralose showed the greatest potential for consumption.

Key words: *Psidium cattleianum*; *Eugenia uniflora*; phytochemicals; microbiological analysis; sensory analysis

Lista de Figuras

- Figura 1. Fluxograma de processamento de geleia convencional de araçá e pitanga36
- Figura 2. Fluxograma de processamento de geleia de araçá e pitanga *diet*.....36
- Figura 3. Geleia convencional (esquerda) e *diet* com aspartame (direita) de araçá vermelho.....51
- Figura 4. Geleias *diet* de sacarina sódica e ciclamato de sódio (esquerda) e acessulfame de potássio e sucralose (direita) de araçá vermelho.....51
- Figura 5. Teste de aceitabilidade de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias).....61
- Figura 6. Teste de intenção de compra de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias).....63
- Figura 7. Geleia convencional (esquerda) e *diet* com aspartame (direita) de pitanga vermelha.....69
- Figura 8. Geleias *diet* de sacarina sódica e ciclamato de sódio (esquerda) e acessulfame de potássio e sucralose (direita) de pitanga vermelha.....70
- Figura 9. Teste de aceitabilidade de geleias de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias); D= seis meses de armazenamento (180 dias).....78
- Figura 10. Teste de intenção de compra de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias); D= seis meses de armazenamento (180 dias).....80

Lista de tabelas

Tabela 1. Delineamento experimental referente às geleias convencional e <i>diet</i> de araçá.....	32
Tabela 2. Delineamento experimental referente às de geleia convencional e <i>diet</i> de pitanga.....	33
Tabela 3. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L), ângulo Hue (^o Hue) e rendimento de polpa de araçá vermelho (PA).....	45
Tabela 4. Composição centesimal de polpa de araçá vermelho (PA).....	46
Tabela 5. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de polpa de araçá vermelho (PA).....	46
Tabela 6. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L) e ângulo Hue (^o Hue) de geleias convencional e <i>diet</i> de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.....	48
Tabela 7. Composição centesimal e valor calórico de geleias convencional e <i>diet</i> de araçá vermelho.....	51
Tabela 8. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de geleias convencional e <i>diet</i> de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.....	54
Tabela 9. Análise de bolores e leveduras em geleias de araçá convencional e <i>diet</i> durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.....	57
Tabela 10. Análise sensorial de atributos de qualidade (cor, brilho, sabor, aroma, gosto doce, gosto ácido e textura) de geleias de araçá vermelho convencional e <i>diet</i> durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.....	59
Tabela 11. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), Acidez titulável total, luminosidade (L), ângulo Hue (^o Hue) e rendimento de polpa de pitanga vermelha (PP).....	64
Tabela 12. Composição centesimal de polpa de pitanga vermelha (PP).....	65

Tabela 13. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de polpa de pitanga vermelha (PP).....66

Tabela 14. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L) e tonalidade de cor ($^{\circ}$ Hue) de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.....67

Tabela 15. Composição centesimal e valor calórico de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha.....70

Tabela 16. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.....72

Tabela 17. Análise de bolores e leveduras em geleias de pitanga convencional e *diet* durante seis meses (180 dias) de armazenamento.....75

Tabela 18. Análise sensorial de atributos de qualidade (cor, brilho, sabor, aroma, gosto doce, gosto ácido e textura) de geleias de pitanga vermelha convencional e *diet* durante seis meses (180 dias) de armazenamento.....76

Sumário

Resumo.....	8
Abstract.....	9
1. Introdução.....	16
1.1. Hipótese.....	17
1.2. Objetivos.....	18
2. Revisão de literatura.....	19
2.1. Frutos nativos do Rio Grande do Sul: araçá e pitanga.....	19
2.1.1. Araçá (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine).....	19
2.1.2. Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.).....	20
2.2. Aproveitamento agroindustrial de frutos nativos: elaboração de geleias.....	21
2.3. Alimentos para fins especiais.....	22
2.4. Metabolismo especializado: fitoquímicos potencialmente bioativos.....	25
2.4.1 Compostos fenólicos.....	25
2.4.2. Carotenóides.....	27
2.4.3. Ácido L-Ascórbico (Vitamina C).....	28
3. Material e Métodos.....	30
3.1. Material.....	30
3.2. Métodos.....	31
3.2.1. Delineamento experimental.....	31
3.2.2. Obtenção da polpa e elaboração das geleias convencional e com restrição de açúcares de araçá e pitanga.....	34
3.2.2.1. Obtenção das polpas de araçá e pitanga.....	34

3.2.2.2. Obtenção das geleias convencional e sem adição de açúcares de araçá e pitanga.....	34
3.2.3. Análises físico-químicas.....	37
3.2.3.1. Rendimento de polpa.....	37
3.2.3.2. Potencial hidrogeniônico (pH).....	37
3.2.3.3. Acidez total.....	37
3.2.3.4. Cor.....	37
3.2.3.5. Sólidos solúveis (°Brix).....	38
3.2.3.6. Umidade.....	38
3.2.3.7. Cinzas.....	38
3.2.3.8. Proteínas.....	38
3.2.3.9. Lipídios.....	39
3.2.3.10. Carboidratos.....	39
3.2.3.11. Valor energético (Kcal).....	40
3.2.3.12. Compostos fenólicos totais.....	40
3.2.3.13. Antocianinas totais.....	40
3.2.3.14. Carotenóides totais.....	40
3.2.3.15. Ácido L-ascórbico.....	41
3.2.3.16. Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH.....	41
3.2.3.17. Atividade antioxidante pelo método do radial ABTS.....	42
3.2.4. Análise microbiológica.....	42
3.2.5. Análise sensorial.....	43
3.2.5.1. Teste de aceitação.....	43

3.2.5.2. Intenção de compra.....	44
3.2.6. Análise estatística.....	44
4. Resultados e discussão.....	45
4.1. Caracterização físico-química da polpa de araçá vermelho.....	45
4.2. Caracterização físico-química de geleias convencional e sem adição de açúcares de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento.....	47
4.3. Análise microbiológica de geleias convencional e sem adição de açúcares de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento.....	57
4.4. Análise sensorial de geleias convencional e sem adição de açúcares de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento.....	58
4.5. Caracterização físico-química da polpa de pitanga vermelha.....	64
4.6. Caracterização físico-química de geleias convencional e sem adição de açúcares de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento.....	66
4.7. Análise microbiológica de geleias convencional e sem adição de açúcares de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento.....	75
4.8. Análise sensorial de geleias convencional e sem adição de açúcares de pitanga vermelha durante seis de armazenamento.....	75
5. Conclusão.....	82
6. Referências.....	83
Apêndices.....	91

1. Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas do mundo, figurando entre os três principais países produtores, juntamente com a China e a Índia. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), no ano de 2013, o Brasil exportou 711,8 mil toneladas de frutas frescas. O país possui uma grande biodiversidade de flora, apresentando diversas espécies frutíferas nativas. Muitos destes frutos ainda são pouco utilizados e valorizados comercialmente, como é o caso do araçá e da pitanga.

O araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) é um fruto de baga globosa, amarela ou vermelha, com polpa succulenta e sabor doce-ácido muito agradável. É cultivado em pomares domésticos, estando distribuído em diversas regiões do país, do Rio Grande do Sul até a Bahia. Os frutos de araçá apresentam sabor exótico e boa aceitação pelos consumidores, além de ser um fruto rico em compostos fenólicos, em especial a epicatequina. Entretanto, o fato de ser muito perecível dificulta sua comercialização *in natura* (FRANZON, 2009; HASS, 2011; LORENZI et al, 2006).

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) é uma espécie frutífera nativa do Brasil e ocorre em todo o território nacional. Sua exploração é praticamente extrativista, sendo o seu cultivo comercial apenas nos estados de Pernambuco e Bahia. Os frutos da pitangueira contêm em média 77% de polpa. A pitanga é um fruto rico em cálcio, fósforo e compostos potencialmente bioativos como as antocianinas, flavonoides e carotenoides (LIRA et al., 2007; MOURA et al., 2011).

Geleias são produtos versáteis, podendo ser elaboradas com as mais diferentes matérias-primas vegetais. A utilização de frutos nativos para sua elaboração é uma forma de agregar valor aos frutos, proporcionar variedade de produtos ao consumidor, evitar o desperdício dos frutos, aumentar sua vida de prateleira e favorecer seu consumo nas entressafas (FRANZON, 2009; HAMINIUK et al., 2006; LORENZI et al., 2006; MEDINA et al., 2011; SANTOS et al., 2007).

Observa-se atualmente, por parte dos consumidores, uma procura maior de produtos modificados quanto ao teor de nutrientes e valor calórico. Esta tendência deve-se à conscientização das pessoas por uma vida mais saudável e prevenção de distúrbios causados por dietas ricas em açúcares, calorias e gorduras, além de ser importante para pessoas que possuem algum tipo de restrição na dieta. A

elaboração de geleias *diet* é uma forma de diversificar e atender as exigências do mercado consumidor, que procura cada vez mais produtos de qualidade e diferenciados.

Além do interesse pelo aporte nutritivo dos alimentos, os consumidores estão interessados em componentes não nutritivos, como os fitoquímicos presentes nos alimentos de origem vegetal, que são compostos potencialmente bioativos e podem atuar no combate e prevenção de enfermidades crônicas não transmissíveis como as doenças cardiovasculares, câncer e o *diabetes mellitus* (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Os componentes oriundos do metabolismo secundário dos vegetais são sensíveis ao processamento e armazenamento. A elaboração de geleias pode provocar perdas substanciais na composição fitoquímica da matéria-prima original, incluindo componentes pertencentes a classe dos compostos fenólicos, clorofilas, carotenóides, fitosteróis, tocoferóis e vitamina C (CHIM, 2008).

Até o momento, poucos estudos foram realizados sobre o efeito do processamento e armazenamento de produtos elaborados com araçá e pitanga, sendo importante este conhecimento para elucidar as alterações decorrentes destes fatores nas características físico-químicas, fitoquímicas, microbiológicas e sensoriais do produto processado.

1.1 Hipótese

O processamento e o tempo de armazenamento à temperatura ambiente de geleias convencionais e *diet* promovem alterações nas características fitoquímicas do araçá e da pitanga. O processamento de geleias *diet* promove maiores perdas de compostos fitoquímicos, devido ao maior tempo de concentração requerido para obter o teor de sólidos solúveis ideal.

1.2 Objetivos

Geral

Desenvolver geleias de araçá e de pitanga convencionais e *diet*, avaliando o efeito do processamento e armazenamento nas características físico-químicas, fitoquímicas, microbiológicas e sensoriais.

Específicos

- Desenvolver geleias de araçá vermelho e pitanga vermelha convencionais e *diet*, utilizando diferentes edulcorantes em substituição ao açúcar;
- Efetuar análises físico-químicas e determinar o valor calórico das formulações das geleias e verificar se os produtos se adequam às normas de alimentos para fins especiais (no caso das geleias *diet*) e informação nutricional complementar;
- Realizar análises físico-químicas e fitoquímicas em polpas de araçá e de pitanga;
- Realizar análises físico-químicas e fitoquímicas em geleias de pitanga logo após o processamento e durante o armazenamento (60, 120 e 180 dias);
- Realizar análises físico-químicas e fitoquímicas em geleias de araçá logo após o processamento e durante o armazenamento (60 e 120 dias);
- Avaliar a estabilidade microbiológica das geleias de araçá e de pitanga logo após o processamento e durante os períodos de armazenamento;
- Avaliar sensorialmente as geleias através dos testes de aceitação e intenção de compra logo após o processamento e durante os períodos de armazenamento.

2 Revisão de literatura

2.1 Frutos nativos do Brasil: araçá e pitanga

2.1.1 Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine)

O araçá (*P. cattleianum* Sabine) é um fruto pertencente à família Myrtaceae, assim como a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), jaboticaba (*Plinia spp.*), goiaba (*P. guajava* L.), jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck), guabiroba (*Campomanesia fenzliana* B), cambucá (*Marlierea edulis* N.), camu-camu (*Myrciaria dúbia*) e a uvaia (*E. pyriformis* C.). Esta família caracteriza-se por possuir espécies que produzem pequenos frutos (LORENZI et al., 2006; SANTOS, 2006).

Sua distribuição no Brasil ocorre desde a Bahia até o Rio Grande do sul, sendo comum na planície costeira, na Floresta Atlântica e, eventualmente, na Depressão Central (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011; FRANZON, 2009). O araçazeiro é uma arvoreta ou arbusto, apresentando de 1-9 metros de altura, com tronco tortuoso, casca fina e castanho-avermelhada. As flores são axilares, solitárias, brancas e as folhas são coriáceas, brilhantes e aromáticas. Os frutos são bagas globosas, piriformes, ovoides ou achatadas, de coloração amarela ou vermelha quando maduros, coroadas pelas sépalas persistentes e com numerosas sementes. A maturação ocorre de janeiro a março e sua principal forma de propagação é por sementes (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011; LORENZI et al., 2006).

Atualmente, há duas cultivares de araçá: o *Ya-ci* e o *Irapuã*, lançados pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas-RS). O *Ya-ci* apresenta boa produtividade, com frutos de 15-20 g e película amarela. O *Irapuã* apresenta frutos com menos de 20 g, polpa firme e película vermelha. Ambos possuem potencial produtivo de 10 ton/ha, considerando-se 2 kg/planta e o espaçamento de 0,5 x 4 m (LORENZI et al., 2006; RASEIRA et al., 2004).

O fruto do araçá também apresenta polpa suculenta e possui sabor doce-ácido muito apreciado, além de apresentar ótimas características nutricionais. Estudos realizados com o araçá vermelho e o amarelo demonstraram quantidades significativas de compostos fenólicos nos frutos. Estes compostos são considerados bioativos e podem reduzir o risco de algumas doenças por sequestrar radicais livres (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011; LORENZI et al., 2006; WOSIACKI et al., 2010).

Frutos nativos, como o araçá, podem ser utilizados no fabrico dos mais diversos produtos, como polpas, néctares, geleias, doces em massa, etc. O araçá é um fruto nativo no Brasil e apresenta potencial de exploração por pequenas empresas familiares e agroindústrias, devido à sua obtenção extrativista e a inexistência de cultivo comercial. Segundo Franzon (2009), o pouco conhecimento alcançado sobre a variabilidade genética, informações agronômicas, nutrição mineral, fitossanidade e processamento industrial, entre outros aspectos, dificulta que estes frutos sejam cultivados comercialmente.

2.1.2 Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)

Assim como o araçá, a pitanga (*E. uniflora* L.) pertence à família Myrtaceae. A pitangueira é oriunda da região que se estende desde o Brasil central até o norte da Argentina. É uma espécie de fácil adaptação, estando deste modo distribuída ao longo de quase todo o território nacional e também em várias partes do mundo (FRANZON, 2013; LIRA et al., 2007).

A palavra pitanga vem do vocábulo tupi “pi’tãg”, que significa vermelho, remetendo à coloração do fruto. Esta espécie recebe diferentes denominações em outros países, como por exemplo: ñangapiri, surinan cherry, arrayán, cerisier de Cayenne, grosella de México, etc (LIRA et al., 2007).

A pitangueira caracteriza-se como uma árvore que atinge entre 4 a 5 m, podendo atingir de 8 a 12 m. Sua folhagem é persistente e apresenta sistema radicular profundo. As folhas são classificadas como opostas, simples e com pecíolo medindo aproximadamente 2 mm. As flores se formam sobre a base dos ramos com idade aproximada de um ano, podendo ser composta de 4 a 8 flores hermafroditas, solitárias e fasciculadas que surgem na axila das brácteas florais. As flores são melíferas, porém produzem pouco ou nenhum néctar (FRANZON, 2013; LIRA et al., 2007).

O fruto da pitanga é classificado como uma baga globosa, achatado nos polos, com 7 a 10 sulcos no sentido longitudinal e coroadado com sépalas persistentes. A fruto maduro pode apresentar coloração laranja, vermelha ou roxa. O sabor da polpa é doce-ácido, possuindo aroma intenso e característico. Os frutos são ricos em cálcio e fósforo. Também apresentam quantidades expressivas de antocianinas, flavonóides, carotenóides e vitamina C. Na maioria das vezes há o

desenvolvimento de apenas uma semente no fruto, porém pode haver a formação de duas ou três sementes (LIRA et al., 2007; LORENZI et al., 2006).

No Brasil, há apenas uma cultivar de pitangueira, denominada Tropicana, lançada pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). O cultivo comercial da pitanga ocorre apenas nos estados de Pernambuco e Bahia (FRANZON, 2013; LIRA et al., 2007).

2.2 Aproveitamento agroindustrial de frutos nativos: elaboração de geleias

Geleias são consideradas produtos de frutas e são elaboradas a partir da cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpas ou sucos de frutas, com açúcar e água, e concentrada até obtenção de consistência gelatinosa (BRASIL, 2005; TORREZAN, 1998). Pode ser adicionada de glicose e açúcar-invertido, aromatizantes e corantes somente naturais. Acidulantes e pectinas são permitidos em quantidade suficiente para compensar deficiências do conteúdo natural de pectina e acidez da fruta. Basicamente, para a obtenção de geleias utiliza-se frutas, açúcar, pectina e ácido. O pH 3,0 é considerado ótimo e 1% de pectina geralmente é o suficiente. A concentração ótima de açúcar é de aproximadamente 67,5% (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005; CHIM, 2006; TORREZAN, 1998).

É possível elaborar geleias com as mais diferentes matérias-primas vegetais, o que torna este tipo de produto extremamente versátil. A utilização de frutos nativos para elaboração de geleias é uma excelente alternativa para pequenas empresas familiares e agroindústrias diversificarem seus produtos.

Além do processamento convencional de geleias, é possível elaborar produtos onde o açúcar a ser adicionado é substituído por edulcorantes, agentes de corpo e pectina que não necessite de açúcar para formação do gel. Em linhas gerais, há dois tipos de pectinas, a de alto teor de metoxilação (ATM) e a de baixo teor de metoxilação (BTM). A pectina ATM é utilizada na elaboração de geleias com concentrações elevadas de açúcar, necessitando o produto apresentar concentração de sólidos solúveis em torno de 65% e pH na faixa de 2,8-3,5 para quando resfriado ocorrer a formação do gel. As pectinas BTM formam géis estáveis na ausência do açúcar, porém a presença de íons bivalentes é necessária para a formação de ligações cruzadas entre as moléculas. É menos sensível ao pH que a pectina ATM, podendo formar géis na faixa de pH de 2,5 a 6,5 (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Geleias são produtos conservados principalmente pela adição de açúcar. O açúcar em altas concentrações promove um efeito desidratante, aumentando a pressão osmótica do meio e tornando a água indisponível para o desenvolvimento de bactérias, bolores e leveduras. O processo de concentração por evaporação também favorece a estabilidade das geleias, através da redução da atividade de água do produto (AZEREDO, 2012; LOPES, 2007).

No caso das geleias sem adição de açúcar, que apresentam uma maior umidade, pode haver o favorecimento do crescimento microbiológico, uma vez que há mais água livre disponível no alimento. Em contra partida, o uso de calor e a adição de conservantes são fatores que auxiliam na conservação destes produtos (LOPES, 2007).

A aplicação de calor é um dos métodos mais importantes utilizados no processamento de alimentos, produzindo efeitos desejáveis na qualidade sensorial e conservando alimentos através da destruição e/ou inativação de enzimas, microrganismos, insetos e parasitas. O processamento térmico aumenta a vida de prateleira, destrói fatores antinutricionais e pode aumentar a disponibilidade de nutrientes. No entanto, a utilização de calor pode trazer consequências negativas para os alimentos, como a destruição de componentes responsáveis por suas características sensoriais e vitaminas termolábeis, redução do valor biológico de proteínas e oxidação de lipídeos (CHIM, 2006; FELLOWS, 2006).

2.3 Alimentos para fins especiais

No Brasil, cada vez mais os consumidores estão à procura de uma vida mais saudável e de qualidade. Deste modo, o mercado de produtos com restrições totais ou parciais de carboidratos tem ganhado espaço. Os produtos *diet* se enquadram em alimentos para fins especiais e apresentam ausência de um determinado nutriente, como por exemplo, carboidratos e gorduras (BRASIL, 1998).

Os produtos nomeados *diet* devem ser isentos ou conter no máximo 0,5% de açúcares na sua composição, sendo estes utilizados de acordo com a legislação brasileira para dietas diferenciadas e/ou opcionais, auxiliando indivíduos em condições metabólicas e fisiológicas específicas. Também podem ser considerados *diet* produtos que não foram adicionados de açúcares, porém o possuem devido à matéria-prima de origem conter açúcares, como é o caso das geleias (BRASIL,

1998; FREITAS, 2005). Com a finalidade de compensar a não adição de açúcar e a consequente diminuição na doçura do produto, são adicionados edulcorantes às formulações *diet* de geleias.

Os edulcorantes são substâncias com sabor doce, que não são necessariamente açúcares ou polióis e possuem poder edulcorante muito superior ao da sacarose. São utilizados em substituição à sacarose, principalmente em alimentos destinados às pessoas com restrição no consumo de carboidratos na dieta ou que procuram levar uma vida mais saudável. Alguns exemplos de edulcorantes utilizados em alimentos são: sorbitol, stevia, aspartame, sucralose, sacarina, ciclamato de sódio e acessulfame de potássio (CÂNDIDA et al., 1995; SHANKAR et al., 2013). As quantidades permitidas para a utilização de edulcorantes no Brasil estão descritas em legislação específica (BRASIL, 2008).

O ciclamato de sódio é um ácido orgânico que possui poder adoçante trinta vezes maior que a sacarose. Em concentrações elevadas percebe-se um ligeiro sabor residual amargo. É bastante solúvel em água, mas pouco solúvel em óleos e solventes apolares. O ponto de caramelização é de 170 °C e estável em altas e baixas temperaturas. Também é estável às variações de pH e pode apresentar vida útil de, aproximadamente sete anos, se armazenado corretamente. Muito utilizado na indústria de alimentos, principalmente quando associado à sacarina (ADA, 2004; BOOP; PRICE, 2001; RENWICK et al., 1985; SHIBAO et al., 2009).

A sacarina pode ser encontrada comercialmente disponível em três formas: sacarina ácida, sacarina de sódio e sacarina de cálcio. A sacarina sódica é a mais utilizada entre as anteriormente citadas, apresentando alta solubilidade, maior estabilidade e é mais econômica. É um pó cristalino trezentas vezes mais doce que a sacarose e apresenta pouco gosto residual. É estável em altas temperaturas e alterações de pH (PEARSON, 2001; SHIBAO et al., 2009).

O acessulfame de potássio é um edulcorante artificial isento de calorias, utilizado em mais de 100 países e mais de 5000 produtos alimentícios, cosméticos e fármacos. Apresenta-se na forma de um pó branco e cristalino, sendo seu poder adoçante 200 vezes maior que o da sacarose. É estável às temperaturas de até 225 °C, apresenta alta solubilidade em água e pode ter vida de prateleira de até 6 anos, quando armazenado corretamente. O acessulfame-k é geralmente encontrado em alimentos combinado com outros edulcorantes artificiais, sendo bastante utilizado

juntamente com o aspartame ou a sucralose para se obter um efeito sinérgico (SHANKAR et al., 2013; WOLFHARD; LIPINSKI, 1985; SHIBAO et al., 2009).

A sucralose é um edulcorante derivado da sacarose, através de processos que substituem, seletivamente, três grupos de hidrogênio e oxigênio por três átomos de cloro na molécula de sacarose. Possui um perfil de sabor muito semelhante à sacarose e não tem sabor residual desagradável. Não é reconhecida pelo organismo como um carboidrato e deste modo não é metabolizada. Também não é metabolizada pelos microrganismos responsáveis pela cárie dental. É 600 vezes mais doce que a sacarose, estável à variação de pH e é solúvel em água, metanol e etanol (SHANKAR et al., 2013; GOLDSMITH, 2000; SHIBAO et al., 2009).

O edulcorante aspartame é um dipeptídeo formado pelos aminoácidos ácido aspártico e o metil éster da L-fenilalanina. É 200 vezes mais doce que a sacarose e por ser um dipeptídeo, apresenta 4 kcal por grama de produto. Como a quantidade empregada para adoçar alimentos é muito pequena, estas calorias são insignificantes. O aspartame não é estável a altas temperaturas e alterações de pH. É solúvel em água e etanol, devendo ser evitada sua utilização em alimentos com altos teores de lipídeos (SHANKAR et al., 2013; BUTCHKO, 2001; SHIBAO et al., 2009).

A substituição de açúcares em produtos processados, que normalmente o contém em quantidades elevadas, altera diversas características como sabor, textura, cor e aroma, dificultando a obtenção de produto similar ao convencional.

É necessário utilizar ingredientes que apresentem a função de agente de corpo, ou seja, proporcionem aumento de volume e ou massa dos alimentos substituindo o volume e a textura perdidos pela retirada do açúcar (SHUKLA, 1995). Os agentes de corpo devem apresentar características similares às da sacarose como reposição de sólidos, estabilidade em diferentes condições de pH e temperatura, ausência de sabor residual, contribuir com a coloração e interagir com amidos e proteínas de forma similar aos açúcares (GOMES et al., 2007).

Os agentes de corpo apresentam diferentes características quando comparados entre si. Entre os agentes de corpo, os polióis são compostos com características adoçantes, empregados na indústria alimentícia em vários produtos sem adição de açúcar, podendo ser ingeridos por diabéticos. Como exemplo de polióis tem-se: monossacarídeos e dissacarídeos hidrogenados, que possuem dulçor bastante variável e baixa caloria; os substitutos da sacarose poliméricos

(polidextrose e inulina), que não possuem poder edulcorante; e a frutose que é um açúcar natural presente nas frutas. Dentre os monossacarídeos hidrogenados destacam-se o sorbitol, o manitol, o xilitol e o eritritol; e entre os dissacarídeos, o isomalte, o maltitol e o lactitol. Todos os açúcares possuem um valor calórico de 4 Kcal/g. Em contraste, os polióis possuem 2,4 Kcal/g, a polidextrose e a inulina apenas 1 Kcal/g (GOMES et al., 2007). Os agentes de corpo podem ser combinados entre si ou empregados juntamente com edulcorantes intensos.

O sorbitol é o poliól mais amplamente encontrado na natureza, ocorrendo em concentrações relativamente elevadas em maçãs (0,2 a 1%), peras (1,2 a 2,8%), pêssegos (0,5 a 1,3%) e ameixas (1,7 a 4,5%). Como as quantidades presentes na natureza não são suficientes para a extração comercial, pode ser produzido industrialmente a partir da sacarose (açúcar invertido) ou do amido (xarope de glicose). O rendimento obtido por meio da hidrólise do amido seguida da hidrogenação catalítica da glicose é maior que nos outros métodos. É comercializado na forma de xarope a 70% ou na forma pura, em pó. Funciona como agente espessante, edulcorante, inibidor de cristalização, estabilizante, umectante, melhorador de textura. Apresenta doçura igual a 0,5 a 0,7 vezes a da sacarose. Apresenta estabilidade química e térmica. É comumente empregado em produtos para fins dietéticos especiais indicados para diabéticos. O seu uso em excesso, dose maior que 30-70g dia apresenta efeito laxativo (CÂNDIDO; CAMPOS, 1995; MEDEIROS; LANNES, 2000). Segundo a RDC nº 18, de 24/03/08 (BRASIL, 2008), que regulamenta o uso de aditivos em alimentos, o uso de sorbitol em geleias de frutas é *quantum satis*.

2.4 Metabolismo secundário: fitoquímicos potencialmente bioativos

2.4.1 Compostos fenólicos

Conforme descreve Araújo (2011), compostos fenólicos são substâncias aromáticas hidroxiladas. Estão presentes em diversos alimentos de origem vegetal e apresentam uma vasta diversidade estrutural. São considerados compostos fenólicos os fenóis simples, fenóis ácidos, flavonoides, cumarinas, estilbenos, taninos e lignanas. São compostos altamente instáveis e reativos, propiciando reações enzimáticas e químicas durante o processamento e armazenamento, afetando assim a qualidade dos produtos. São considerados compostos bioativos e

ocorrem naturalmente em plantas, através do metabolismo secundário. Muitos estudos estão sendo realizados com estes compostos, devido à promoção de benefícios à saúde humana, como a redução da incidência de algumas doenças degenerativas, como o câncer e o diabetes (MARTINS et al., 2011).

Ácido gálico, cumárico e ferúlico são exemplos de fenóis ácidos. Apresentam em sua estrutura o grupo carboxílico e são subdivididos em dois grupos: o do ácido hidroxibenzóico e o dos ácido hidroxicinâmico. São raramente encontrados na forma livre, exceto em alimentos processados.

Os flavonoides possuem duas subunidades de fenóis e são divididos em seis grupos, devido as variações ocorridas no anel pirano heterocíclico. As subclasses são: flavonóis, flavonas, flavanóis, isoflavonas, flavanonas e antocianidinas. A quercetina, miricetina, epicatequina e antocianinas são exemplos de flavonoides. A epicatequina pertence a subclasse dos flavanóis, a quercetina e miricetina aos flavonóis e as antocianinas são antocianidinas. Possuem várias características biológicas e químicas em comum, como por exemplo: atividade antioxidante, capacidade de sequestrar espécies reativas de oxigênio, capacidade de sequestrar eletrófilos, capacidade de inibir a nitrosação, capacidade de quelar metais, potencial para produzir peróxidos de hidrogênio na presença de alguns metais e capacidade de modular a atividade de algumas enzimas celulares (ARAÚJO, 2011; DAMODARAN et al., 2010).

As antocianinas são antocianidinas ligadas a açúcares e frequentemente apresentam ácidos ligados aos açúcares. Os carboidratos geralmente estão ligados na posição 3 da antocianidinas, raramente ocorrendo nas posições 5 e 7. A presença de açúcares torna a antocianina mais estável. O que diferencia as antocianinas são o número de grupos hidroxilados, a natureza e o número de açúcares ligados na sua estrutura, os carboxilatos alifáticos e aromáticos ligados ao açúcar na molécula e a posição das ligações (CASTAÑEDA-OVANDO, 2009; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Segundo Castañeda-Ovando (2009), as antocianinas e antocianidinas têm demonstrado atividade antioxidante maior do que as vitaminas C e E. Elas capturam os radicais livres pela doação de átomos de hidrogênio fenólicos.

2.4.2 Carotenoides

Assim como os compostos fenólicos, os carotenoides são compostos fitoquímicos, oriundos do metabolismo secundário das plantas. Eles têm demonstrado propriedades benéficas à saúde, através da atividade antioxidante e atividade de vitamina A que alguns carotenoides apresentam (DAMODARAN et al., 2010).

A estrutura básica dos carotenoides é denominada fitoeno, e consiste de oito unidades de isopreno, unidas de forma que ocorre uma reversão na parte central da molécula e os dois grupos metílicos ficam separados por três carbono. Devido as ligações duplas presentes na sua estrutura, os carotenóides são capazes de absorver o excesso de energia de outras moléculas, podendo ser responsável pela característica antioxidante dos carotenoides. As duplas ligações podem ocorrer nas formas cis ou trans, mais frequentemente encontrado na natureza na forma trans, sendo a forma mais estável. São as duplas ligações conjugadas que conferem o sistema cromóforo aos carotenóides, proporcionando suas colorações atraentes. Alguns carotenoides são precursores de vitamina A por possuírem em suas moléculas a estrutura cíclica da β -ionona. O β -caroteno é um exemplo de carotenóide precursor da vitamina A (DAMODARAN et al., 2010; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O β -caroteno é o caroteno mais encontrado em alimentos e é considerado o principal precursor da vitamina A. Estudos realizados em animais suportam a hipótese de que o β -caroteno possa prevenir alguns tipos de câncer em seres humanos. Também é bastante utilizado como corante em alimentos. Em pressões abaixo da pressão atmosférica, o β -caroteno pode apresentar atividade antioxidante através da captura de radicais. Porém, em pressões elevadas de oxigênio pode apresentar atividade pró-oxidante (DAMODARAN et al., 2010; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

O α -caroteno e a β -criptoxantina são precursores da vitamina A, porém apresentam 50% da atividade do β -caroteno. A β -criptoxantina é o principal carotenóide de frutas como o pêssego e a nectarina, sendo as únicas frutas de regiões frias de cultivo que possuem quantidades apreciáveis deste composto, onde as antocianinas predominam como pigmento das frutas (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

A luteína e seu isômero, a zeaxantina, não apresentam atividade pró-vitamina A. Eles são pigmentos amarelos e possuem grupos substituintes oxigenados, sendo a hidroxila o mais comum e por esta razão também denominados de oxicarotenoides ou xantofilas. Estão presentes na mácula da retina humana, atuando como antioxidantes e filtros da luz azul de alta energia (DAMODARAN et al., 2010; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

O licopeno é o principal carotenoide encontrado em pitangas. É considerado um potente antioxidante, atuando na prevenção da carcinogênese e aterogênese, protegendo moléculas como proteínas e DNA. É um hidrocarboneto acíclico com 11 duplas ligações conjugadas na configuração trans, podendo ser encontrado na forma cis em tecidos e no soro (COHEN, 2002; SHAMI; MOREIRA, 2004).

Conforme descrito por Rodriguez-Amaya (2008), a principal causa de destruição e perdas de carotenoides no processamento e armazenamento é a oxidação, enzimática ou não. A remoção da casca para a elaboração de produtos alimentícios resulta em perdas expressivas destas substâncias, podendo ultrapassar as perdas decorrentes do tratamento.

2.4.3 Ácido L-Ascórbico (Vitamina C)

Os alimentos de origem vegetal são as principais fontes de ácido ascórbico e sua concentração varia com as condições de crescimento, maturação e tratamento pós-colheita. Também ocorre em tecidos animais, porém em quantidades pequenas. O ácido L-ascórbico é considerado um carboidrato e é a porção 2,3-enediol da sua estrutura que confere suas propriedades redutoras e de acidez. Os isômeros ópticos ácido L-isoascórbico e o D-ácido isoascórbico comportam-se quimicamente de modo parecido com o ácido ascórbico, porém não apresentam atividade de vitamina C (DAMODARAN et al., 2010, RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Além da função de nutriente essencial, por ser um forte agente redutor, o ácido ascórbico também atua como um antioxidante muito importante em diversos sistemas biológicos. O ácido ascórbico é considerado um antioxidante sinérgico, pois é um removedor de oxigênio. Ele reage diretamente com o oxigênio, formando deidroácido ascórbico e eliminando o oxigênio disponível para a reação de auto-oxidação (ARAÚJO, 2011; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A degradação química é responsável pelas perdas mais significativas de ácido ascórbico no processamento de alimentos e está associada com o escurecimento não enzimático. Independente do mecanismo de degradação, com a abertura do anel lactona ocorre a perda da atividade da vitamina C, de forma irreversível. Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), durante o processamento e o armazenamento ocorre a conversão química de vitaminas a compostos biologicamente inativos. Este tipo de degradação envolve oxidações para ácido L-deidroascórbico, seguida de hidrólise para ácido 2,3-dicetogulônico, bem como oxidação, desidratação e polimerização adicionais para a formação de diversos produtos nutricionalmente inativos. A oxidação e desidratação são quase paralelas às reações de desidratação de açúcares que formam produtos insaturados e polímeros (DAMODARAN et al., 2010).

3 Material e Métodos

3.1 Material

Os frutos de araçá vermelho e de pitanga vermelha utilizados no presente trabalho foram cedidos pela Embrapa Clima Temperado – Pelotas/RS (coordenadas geográficas: 31°40'47"S e 52°26'24"W: 60m de altitude) e colhidos no primeiro trimestre de 2014.

Para a obtenção das geleias foram utilizados os seguintes materiais: sacarose comercial, pectina de alto teor de metoxilação (Delaware®), pectina de baixo teor de metoxilação (CPKelco®), sorbitol 70,0% (Synth®), cloreto de cálcio (Vetec®), ácido cítrico (Synth®), eritorbato de sódio (Pryme Foods®), benzoato de sódio (Vetec®), ciclamato de sódio (Synth®), sacarina sódica (Synth®), aspartame (MasterSense®), sucralose (MasterSense®) e acesulfame de potássio (MasterSense®).

Referente às análises físico-químicas, os materiais utilizados foram: 2,2 - difenil-1-picrilhidrasila (Sigma-Aldrich®), 2,2' - azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (Sigma- Aldrich®), ácido 6-hidróxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (Sigma-Aldrich®), ácido sulfúrico p.a (Synth®), metanol p.a (Vetec®), hexano p.a (Synth®), álcool etílico absoluto (Synth®), acetona p.a (Vetec®), ácido clorídrico p.a (Synth®), metanol UV/HPLC (Vetec®), ácido metafosfórico p.a (Vetec®), carbonato de sódio anidro (Synth®), sulfato de sódio anidro (Impex®), sulfato de cobre pentahidratado p.a (Synth®), persulfato de potássio (Synth®), éter de petróleo p.a (Synth®), ácido bórico p.a (Vetec®), clorofórmio p.a (Dinâmica®), tolueno p.a (Vetec®), hidróxido de potássio p.a (Synth®), hidróxido de sódio micropérolas p.a (Vetec®), ferrocianeto de potássio p.a (Vetec®), acetato de zinco p.a (Synth®), azul de metileno (Synth®), glicose p.a (Synth®), tartarato de sódio e potássio p.a (Impex®), vermelho de metila (Synth®), verde de bromocresol (Synth®) e Folin Ciocalteau 2N (Próton®).

Para a realização das análises microbiológicas foram utilizados Ágar batata dextrose (Sigma- Aldrich®), ácido tartárico (Synth®) e água peptonada tamponada (Merck®).

3.2 Métodos

3.2.1 Delineamento experimental

As polpas de araçá vermelho e de pitanga vermelha (mix de genótipos) foram analisadas logo após sua obtenção, em triplicata. Foram realizadas uma formulação de geleia convencional e três formulações de geleia *diet*, tanto para os frutos de araçá quanto para os frutos de pitanga, onde se alterou os edulcorantes utilizados para substituir a sacarose. As formulações elaboradas foram:

- F1: convencional;
- F2: aspartame;
- F3: sacarina sódica e ciclamato de sódio (proporção de 1,0:2,3);
- F4: acessulfame de potássio e sucralose (proporção de 1,2:1,0).

As geleias convencionais e *diet* de pitanga foram analisadas começando no dia seguinte ao processamento (T1) e em diferentes tempos de armazenamento (60, 120 e 180 dias, respectivamente, T2, T3 E T4). As geleias convencionais e *diet* de araçá foram analisadas em triplica, começando no dia seguinte ao processamento (T1) e em diferentes tempos de armazenamento (60 e 120 dias, respectivamente, T2 e T3).

O experimento realizado com geleias de pitanga constou de 48 amostras decorrentes do delineamento estatístico fatorial inteiramente casualizado com 16 tratamentos (4 formulações de geleia x 4 períodos de armazenamento). O experimento com as geleias de araçá constou de 36 amostras decorrentes do delineamento estatístico fatorial inteiramente casualizado com 12 tratamentos (4 formulações de geleia x 3 períodos de armazenamento). Foram avaliados os parâmetros físico-químicos (em triplicata), microbiológicos (em duplicata) e sensoriais (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Delineamento experimental referente às geleias de araçá vermelho, convencional e *diet*.

Tratamentos	Variáveis independentes		Variáveis dependentes
	Geleias de araçá	Tempo de armazenamento	
1	F1	T1	
2	F1	T2	Rendimento de polpa
3	F1	T3	pH
4	F2	T1	Cor
5	F2	T2	Sólidos solúveis
6	F2	T3	Acidez
7	F3	T1	Umidade
8	F3	T2	Proteína
9	F3	T3	Cinzas
10	F4	T1	Lipídeos
11	F4	T2	Carboidratos
12	F4	T3	Valor calórico

F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Tabela 2. Delineamento experimental referente às geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha.

Tratamentos	Variáveis independentes		Variáveis dependentes
	Geleias de pitanga	Tempo de armazenamento	
1	F1	T1	
2	F1	T2	
3	F1	T3	Rendimento de polpa
4	F1	T4	pH Cor
5	F2	T1	Sólidos solúveis Acidez
6	F2	T2	Umidade Proteína
7	F2	T3	Cinzas Lipídeos
8	F2	T4	Carboidratos Valor calórico
9	F3	T1	Carotenóides totais Compostos fenólicos totais
10	F3	T2	Antocianinas totais Atividade antioxidante
11	F3	T3	Vitamina C Bolores e leveduras
12	F3	T4	Análise sensorial
13	F4	T1	
14	F4	T2	
15	F4	T3	
16	F4	T4	

F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

3.2.2 Obtenção das polpas e elaboração das geleias convencionais e *diet* de araçá vermelho e pitanga vermelha

3.2.2.1 Obtenção das polpas de araçá vermelho e de pitanga vermelha

Antes de serem congelados, os frutos de pitanga e de araçá foram selecionados e sanitizados em solução clorada de 200 ppm. Os frutos de pitanga congelados foram levados a aquecimento ($\pm 80-85^{\circ}\text{C}$) por 30 minutos, em panela de aço inox para ocorrer a separação da semente do restante do fruto. Posteriormente, a polpa obtida foi peneirada para remoção do resíduo fibroso remanescente. Os frutos de araçá previamente descongelados foram despulpados em despulpadeira horizontal, onde foram removidas as sementes e demais resíduos fibrosos. Após sua obtenção, as polpas foram imediatamente utilizadas para o processamento das geleias. A polpa de pitanga foi obtida no laboratório de processamento do CCQFA/UFPel e a polpa de araçá na planta industrial do CAVG-IFSul.

3.2.2.2 Obtenção das geleias convencionais e *diet* de araçá vermelho e de pitanga vermelha

Para o desenvolvimento das geleias convencionais (F1) foram utilizadas as polpas de araçá vermelho e pitanga vermelha e sacarose comercial, sendo esta última adicionada na mesma proporção em peso da polpa de ambas as espécies. A quantidade de pectina de alto teor de metoxilação (ATM) utilizada foi de 0,7% para o araçá e 1% para a pitanga (em relação ao peso da sacarose), sendo que estes valores foram definidos após realização de testes com diferentes concentrações de pectina. A quantidade de água adicionada foi de 40% (em relação ao peso da polpa). O ácido cítrico foi utilizado a 0,2% (ambos em relação ao peso da sacarose). Também foram acrescentados 0,05% de benzoato de sódio e 0,25% de eritorbato de sódio (ambos em relação ao peso da polpa). As geleias foram concentradas até 65°Brix (TORREZAN, 1998).

Na elaboração das geleias *diet* manteve-se a quantidade de polpa empregada para a formulação convencional, sendo a sacarose substituída pelos edulcorantes aspartame na F2 (0,13%, em relação ao peso final do produto), ciclamato de sódio e sacarina sódica na F3 (0,07% e 0,03%, respectivamente, sobre o peso final do produto) e acessulfame de potássio e sucralose na F4 (0,06% e 0,07%, respectivamente, sobre o peso final do produto). A proporção de ciclamato de sódio

e sacarina sódica utilizada nas geleias *diet* foi de 2,3:1,0 e a proporção de acessulfame de potássio e sucralose utilizada foi de 1,2:1,0. Foram adicionados 65% de sorbitol (sobre o peso da sacarose que foi removida em relação à formulação convencional), tanto para as geleias de araçá quanto para as geleias de pitanga. A quantidade de água adicionada foi de 40% (em relação ao peso da polpa). Foram adicionados 2,5% de pectina BTM (em relação ao peso da polpa), cloreto de cálcio (50 mg/g de pectina BTM), 0,05% de benzoato de sódio (em relação ao peso da polpa), 0,25% de eritorbato de sódio e 0,2% de ácido cítrico (ambos em relação ao peso da polpa). As geleias *diet* foram concentradas até atingir 48°Brix (CHIM, 2008; JESUS, 2011).

Realizou-se o processamento das geleias em recipiente de aço inoxidável (simulando processamento em tacho aberto), à pressão atmosférica e sob agitação manual constante, onde foram utilizadas temperaturas de aproximadamente 80 - 85 °C para o desenvolvimento das geleias, sendo monitorada através de termômetro. Para a verificação do teor de sólidos solúveis durante o processamento foi utilizado refratômetro manual. O tempo de processamento das geleias convencionais foi de 1 hora e 30 minutos. As geleias *diet* foram processadas em duas horas e meia. O enchimento das embalagens foi realizado a quente, elevando-se a temperatura do produto até 85 - 90 °C antes de o produto ser adicionado aos recipientes. Utilizou-se recipientes de vidro para o envase, com capacidade de 248 mL e tampa de folha de flandres revestidas com estanho e com revestimento interno de resina epóxi-fenólica. Os vidros e tampas foram previamente esterelizados (100 °C/10min para o vidro e 100°C/5min para as tampas). Após o envase, foi realizada a inversão das embalagens por 5 minutos, para auxiliar na vedação, na esterilização da tampa e evitar que a água condensasse na superfície da geleia. A pasteurização foi feita em panelas de aço inoxidável, onde se realizou banho-maria (80°C/10 minutos) e logo em seguida resfriadas em água corrente. Logo após o processamento, as geleias foram armazenadas em temperatura ambiente (20-22°C).

As geleias foram processadas no laboratório de processamento de alimentos do CCQFA/UFPel. Nas figuras 1 e 2 estão representados os fluxogramas do processo de elaboração das geleias convencionais e sem adição de açúcares de araçá e pitanga.

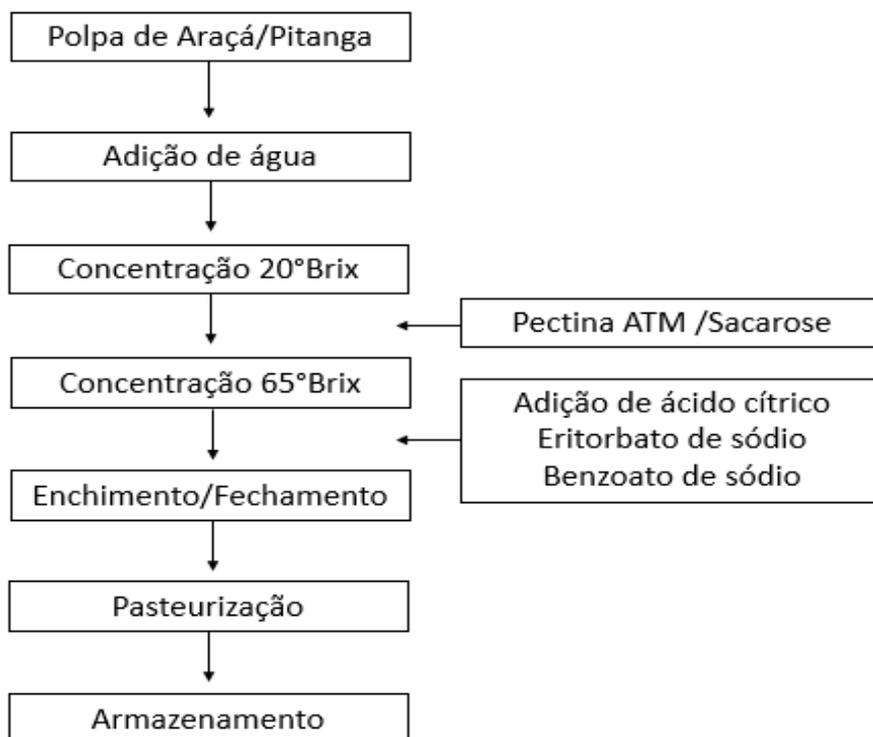


Figura 1 - Fluxograma de processamento de geleias convencionais de araçá vermelho e pitanga vermelha.

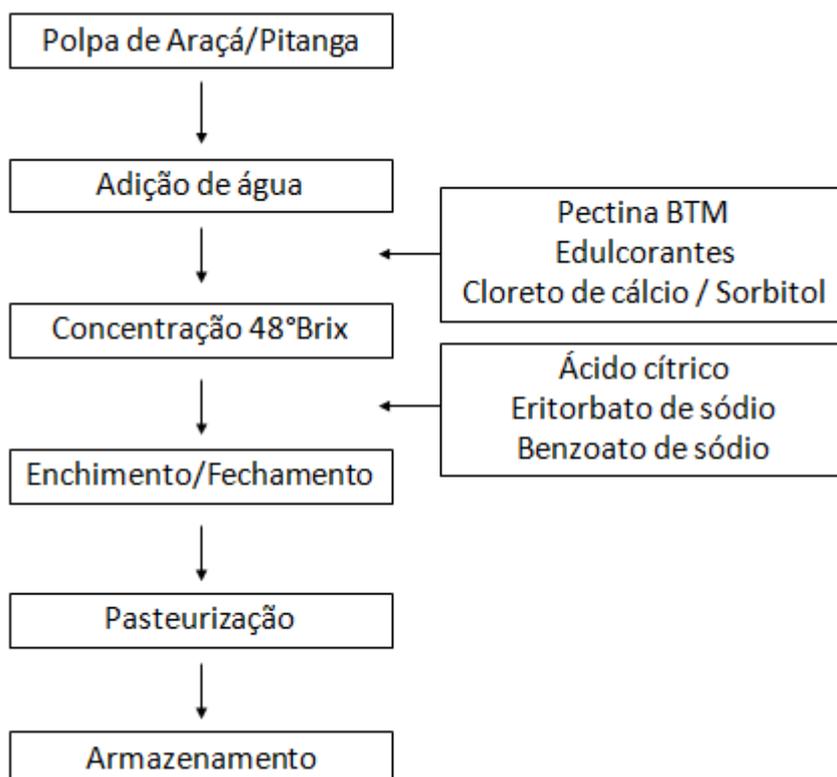


Figura 2 - Fluxograma de processamento de geleias de araçá vermelho e pitanga vermelha *diet*.

3.2.3 Análises físico-químicas

3.2.3.1 Rendimento de polpa

O cálculo de rendimento das polpas de araçá vermelho e de pitanga vermelha foi determinado dividindo-se a massa da matéria fresca da polpa pela massa da matéria fresca dos frutos inteiros, sendo expresso em porcentagem.

3.2.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico das polpas e geleias foi medido através de pesagem de dois gramas de amostra com posterior dissolução em 40 mL de água destilada, realizando-se a leitura em potenciômetro (HI 221 Calibration check microprocessor pH meter), com as amostras à temperatura ambiente (20-22°C) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.3 Acidez total

Para a determinação da acidez total das amostras utilizou-se o método potenciométrico devido à coloração das amostras que dificultam a avaliação pelo método com indicador fenolftaleína. Pesou-se dois gramas de amostra e adicionou-se 40 mL de água destilada para dissolução. Posteriormente, titulou-se a amostra dissolvida com NaOH 0,1N até pH 8,1, com auxílio de potenciômetro (HI 221 Calibration check microprocessor pH meter). Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.4 Cor

A cor foi avaliada instrumentalmente através da utilização de colorímetro (Minolta Chromometer, CR 300) pelo sistema CIE ($L^*a^*b^*$), sendo que L^* indica a luminosidade (0= preto e 100=branco) e a^* e b^* representam as coordenadas de cromaticidade das amostras ($+a^*$ = vermelho, $-a^*$ = verde; $+b^*$ = amarelo, $-b^*$ =azul). Os parâmetros de cor foram utilizados para calcular o ângulo Hue ($^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} b^*/a^*$). O $^{\circ}\text{Hue}$ indica a tonalidade da cor, variando de 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 360° (azul). Para a realização da análise de cor, as amostras foram

colocadas em placas de Petri de vidro com 5 cm de diâmetro e 2 cm de altura, em quantidade suficiente para cobrir todo o recipiente.

3.2.3.5 Sólidos solúveis totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis totais das polpas e das geleias foi determinado por refratometria, através de leitura direta da amostra em temperatura ambiente (20-22°C) disposta sobre a superfície do prisma do refratômetro (Refratômetro manual Instrutherm® RT-82, 45 - 82 °Brix). Os resultados foram expressos em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.6 Umidade

Para a determinação de umidade foram pesados dois gramas de amostra, juntamente com um grama de areia tratada (tratada com ácido clorídrico concentrado e esterilizada em estufa) em cadinho de alumínio previamente tarado. A amostra foi levada à estufa de circulação de ar forçado (Nova Ética), à pressão atmosférica, sob temperatura de 70°C por 72 horas. Posteriormente, colocou-se as amostras em dessecador até atingir temperatura ambiente e em seguida realizou-se a pesagem. Os processos de aquecimento, resfriamento e pesagem foram repetidos até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; OLIVEIRA, 2010)

3.2.3.7 Cinzas

Para a análise de cinzas totais foram pesados dois gramas de amostra em cadinhos de porcelana previamente tarados. Carbonizou-se as amostras em bico de Bunsen e incinerou-se as mesmas em mufla (Quimis®, modelo Q 318.24) a 550°C, por quatro horas, até as cinzas ficarem brancas. Após esta etapa, colocou-se os cadinhos em dessecador até atingir temperatura ambiente e pesou-se os mesmos. Repetiu-se as operações de aquecimento e resfriamento até as amostras alcançarem peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.8 Proteínas

Foi utilizado sistema micro Kjeldahl para determinação de proteínas totais. Pesou-se um grama de amostra em tubo de digestão, adicionou-se 2 g de mistura

catalítica (sulfato de sódio e sulfato de cobre) e 5 mL de ácido sulfúrico p.a. Para a realização da etapa de digestão foi-se aumentando gradativamente a temperatura até atingir 350°C. O final do processo de digestão foi indicado quando as amostras atingiram coloração azul esverdeada clara. Para a etapa de destilação, adicionou-se 10 mL de água destilada na amostra digerida e transferiu-se as mesmas para o tubo de destilação, o qual foi acoplado em destilador de nitrogênio (Tecnal, TE-03-63) e adicionado de 25 mL de NaOH 50%. Em um erlenmeyer (125 mL), foi adicionado 20 mL de solução de ácido bórico 4% e solução indicadora mista (vermelho de metila e verde de bromocresol). Adaptou-se o erlenmeyer ao destilador para o recebimento da amônia, até o volume final de 75 mL. As amostras foram tituladas com solução de HCl 0,01N até a mudança de coloração verde para rosa. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta total, utilizando-se como fator de conversão 6,25 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.9 Lipídios

Os lipídios totais das geleias foram determinados pelo método de Bligh-Dyer. Pesou-se 3,5 g de amostra em tubos falcon de 50 mL. Adicionou-se 8 mL de clorofórmio, 16 mL de metanol e 4,3 mL de água destilada e agitou-se os tubos por 30 minutos em homogeneizador (Phoenix, AP22). Posteriormente, adicionou-se 8 mL de clorofórmio e 8 mL de solução de sulfato de sódio 1,5% (m/v), agitou-se por mais dois minutos e deixou-se em repouso por cinco minutos. Aproximadamente 10 mL da camada inferior foi transferida para tubo falcon de 50 mL contendo 1 g de sulfato de sódio anidro. Homogeneizou-se e filtrou-se as amostras em papel filtro. Transferiu-se 5 mL do filtrado para cápsulas de alumínio previamente taradas. As cápsulas foram levadas à estufa (Nova Ética) 105°C por uma hora. Repetiu-se as operações de aquecimento e resfriamento até as amostras alcançarem peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem de lipídios de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.3.10 Carboidratos totais

Os carboidratos totais foram calculados por diferença entre a soma de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas (BRASIL, 2005).

3.2.3.11 Valor energético (Kcal)

O valor energético das geleias foi determinado através da soma de lipídios (9 kcal), proteínas (4 kcal) e carboidratos (4 kcal) (BRASIL, 2005).

3.2.3.12 Compostos fenólicos totais

Para determinação dos compostos fenólicos totais utilizou-se metodologia adaptada de Singleton e Rossi (1965). Para a obtenção do extrato, pesou-se 2 g de amostra e diluiu-se em 20 mL de metanol. Homogeneizou-se em Ultra Turrax® (IKA®, T18 digital) à 7500 rpm por um minuto e centrifugou-se (Centrífuga Eppendorf, 5430) à 7000 rpm por 15 minutos, refrigerada à 4°C. Para a reação colorimétrica, em um falcon de 15 mL, pipetou-se 250 µL do extrato, 4 mL de água ultrapura e 250 µL de solução Folin-Ciocalteu 0,25N. Deixou-se reagir por 3 minutos e adicionou-se 500 µL de carbonato de sódio 1N. Após duas horas de reação realizou-se a leitura da absorbância da amostra em espectrofotômetro (Jenway, 6700), através do comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico em 100g de amostra em base úmida.

3.2.3.13 Antocianinas totais

A determinação de antocianinas totais foi realizada conforme metodologia descrita por Lees e Francis (1972), com adaptações. Pesou-se dois gramas de amostra e acrescentou-se 30 mL de metanol pH 1,0. Homogeneizou-se a solução a cada 15 minutos, em um intervalo de uma hora. Transcorrida uma hora, centrifugou-se a solução em centrífuga refrigerada (Eppendorf, 5430) por 15 minutos à 7830 rpm, sob temperatura de 4°C. Com o sobrenadante obtido, realizou-se leitura em espectrofotômetro (Jenway, 6700 UV-Vis) em comprimento de onda de 520 nm. Os resultados foram expressos em mg de Cianidina3-glicosídeo por 100g de amostra úmida.

3.2.3.14 Carotenóides totais

Os carotenóides totais das amostras foram determinados pelo método 970.64 modificado da AOAC (2005). Inicialmente, pesou-se 2,5 g de amostra em tubos falcon de 50 mL. Adicionou-se 15 mL de solução extratora (hexano:acetona:álcool

etílico:tolueno, na proporção de 10:7:6:7) e agitou-se por 30 segundos em vórtex (Phoenix, AP-56). Em seguida, adicionou-se 1 mL de hidróxido de potássio 10% em metanol (m/v), agitou-se a mistura em vórtex (Phoenix, AP-56) por um minuto e saponificou-se a quente (manteve-se os falcons 20 minutos em banho-maria à 56°C). Depois de 20 minutos em banho-maria, as amostras ficaram à temperatura ambiente por uma hora. Adicionou-se aos tubos 15 mL de éter de petróleo e completou-se o volume do falcon com solução de sulfato de sódio 10% em água (m/v). Deixou-se uma hora em repouso e realizou-se a leitura do sobrenadante em espectrofotômetro (Jenway, 6700 UV-Vis) no comprimento de onda de 450 nm. Os resultados foram expressos em µg de β-caroteno por grama de amostra em base úmida

3.2.3.15 Ácido L-ascórbico

A determinação do Ácido L-ascórbico foi realizada através de metodologia proposta por Vinci, Botre e Ruggieri (1995), com adaptações. Realizou-se a extração com cinco gramas de amostra, onde adicionou-se 15 mL de ácido metafosfórico 4,5% (m/v) e manteve-se ao abrigo de luz à temperatura ambiente durante 1h, agitando-se a cada 15 minutos. Filtrou-se a amostra para um balão de 25 mL, completando-se o volume com água ultrapura. Antes da corrida cromatográfica o filtrado foi centrifugado a 13000 rpm, por 10 minutos, o sobrenadante dessa centrifugação foi adicionados em vidros vials, sendo 10 µL injetado no cromatógrafo. Quantificou-se o ácido ascórbico através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), utilizando o sistema HPLC Shimadzu, equipado com injetor automático e detector UV-visível (254 nm). A eluição foi efetuada utilizando um sistema de gradiente contendo inicialmente as fases móveis A (99,9:0,1% v/v, água ultra pura: ácido acético p.a.) e B (100% metanol), a temperatura de 25°C e fluxo de 0,8 mL por minuto. Os resultados foram obtidos a partir de curva padrão de ácido L-ascórbico e expressos de mg por 100 g de amostra fresca.

3.2.3.16 Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH

Utilizou-se método adaptado de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) para determinação da atividade antioxidante, através do uso do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH). Para esta análise, utiliza-se o mesmo extrato elaborado para

a determinação dos compostos fenólicos totais. Em falcon de 15 mL, adicionou-se 100 µL de extrato e 3,9 mL de solução de DPPH em metanol. A solução foi homogeneizada em vórtex (Phoenix, AP-56) e mantida no escuro por 24 horas. Decorrido este tempo, realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Jenway, 6700 UV-Vis) no comprimento de onda de 517nm. Os resultados foram expressos em mg trolox equivalente por 100 g de amostra.

3.2.3.17 Atividade antioxidante pelo método do radical ABTS

A atividade antioxidante utilizando o radical livre 2,2-azino-bis ácido3-ethylbenzthiazolina-6-sulfônico (ABTS) foi determinada através do método adaptado de Rufino et al. (2007). Preparou-se o radical ABTS a partir de 5 mL de solução ABTS (7mM) e 88 µL de solução de persulfato de potássio 140 mM. Manteve-se a mistura no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Diluiu-se 1 mL desta mistura em metanol até obter uma absorvância de 0,700 nm \pm 0,05 nm a 734 nm. Transferiu-se uma alíquota de 30 µL do mesmo extrato utilizado para quantificação de compostos fenólicos totais para tubos falcon (15 mL) com 3 mL do radical ABTS. Homogeneizou-se em vórtex (Phoenix, AP-56) e realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Jenway, 6700 UV-Vis) no comprimento de onda de 734 nm após seis minutos de reação. Os resultados foram expresso em mg trolox equivalente por 100 g de amostra.

3.2.4 Análise microbiológica

Realizou-se a análise de bolores e leveduras nas geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga em todos os tempos de armazenamento, conforme preconizado pela RDC nº 12 de 2001 da Anvisa (BRASIL, 2001). Para a realização da análise, pesou-se 25 g de amostra e diluiu-se em 225 mL de água peptonada tamponada 0,1%. A partir da diluição inicial, realizou-se mais duas, pegando-se 1 parte da diluição anterior para 10 partes de diluente. As placas foram previamente preparadas com 15 mL de Ágar batata dextrose fundido, resfriado a 44-46°C e acidificado com ácido tartárico 10% (m/v). Inoculou-se 0,1 mL de cada diluição na superfície das placas previamente preparadas e, usando alça de Drigalski, espalhou-se o inóculo por toda a superfície do meio, até todo o excesso do líquido ser

absorvido. As placas foram incubadas a 25°C por cinco dias. As análises foram feitas em duplicata e os resultados foram expresso em UFC.g⁻¹ (SILVA et al, 2007).

As análises de bolores e leveduras foram realizadas nos laboratórios de microbiologia de alimentos do CCQFA/UFPel e do CAVG/IFSul.

3.2.5 Análise sensorial

As análises sensoriais das geleias de araçá e de pitanga convencionais e *diet*, nos tempos de armazenamento estipulados, foram realizadas no laboratório de análise sensorial do IFSul - Campus Visconde da Graça, Pelotas/RS. Anteriormente à aplicação dos testes, foi realizada análise microbiológica de bolores e leveduras nas geleias, com a finalidade de verificar alguma possível contaminação microbiológica decorrente do processamento e armazenamento. Participaram dos testes 50 provadores não treinados, predominantemente com idade inferior a 19 anos e do sexo feminino. Cada provador realizou o teste em cabine individual, com iluminação artificial branca, em ambiente climatizado com ar condicionado (20 - 22°C). Foram disponibilizadas as fichas com os testes (Apêndice A) e um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B). As amostras foram codificadas aleatoriamente, com três dígitos, e servidas em recipientes plásticos. O veículo utilizado foi bolacha água e sal e juntamente foi servida água mineral, em copos descartáveis, para a limpeza do palato. Foram servidas aproximadamente 10g de cada formulação em temperatura ambiente (20 - 22°C). Quatro amostras foram entregues aos provadores, lado a lado, e os mesmos foram orientados a prová-las da esquerda para direita. As geleias de araçá e de pitanga foram avaliadas em dias diferentes, com a finalidade de não provocar fadiga nos julgadores. Foram aplicados os testes de aceitação e de intenção de compra para todas as formulações elaboradas, em todos os períodos de armazenamento estudados (ABNT, 1993; ABNT, 1998; DUTCOSKY, 2007; GULARTE, 2009).

3.2.5.1 Teste de aceitação

Para o teste de aceitação foi utilizada escala hedônica de 9 pontos, ancorada nos extremos pelos termos "Gostei muitíssimo" e "Desgostei muitíssimo". Foi realizada análise de frequência e os resultados expressos graficamente em

porcentagem de respostas. Calculou-se também o Índice de aceitabilidade (IA), pela qualidade global, através da média das respostas, vezes 100, dividido pelo valor máximo da escala (9). Para ser considerado aceito, o produto teve que obter um IA igual ou superior a 70%. Para o teste de aceitação foi realizada análise de frequência e os resultados expressos graficamente em porcentagem de respostas (ABNT, 1993; DUTCOSKY, 2007; GULARTE, 2009).

Para a aceitação de atributos também foi utilizada escala hedônica de 9 pontos, onde foram avaliados os atributos cor, brilho, sabor, aroma, gosto doce, gosto ácido e textura. As respostas médias dos provadores foram obtidas através de análise de frequência (ABNT, 1993; DUTCOSKY, 2007; GULARTE, 2009).

3.2.5.2 Intenção de compra

Para o teste de intenção de compra foi utilizada escala hedônica de 7 pontos, ancorada nos extremos pelos termos "Compraria" e "Não compraria". Foi realizada análise de frequência e os resultados expressos graficamente em porcentagem de respostas (ABNT, 1993; DUTCOSKY, 2007; GULARTE, 2009).

3.2.6 Análises estatísticas

Os resultados das análises físico-químicas e do teste de aceitação de atributos das geleias obtidas no estudo foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa STATISTICA 7.0. Utilizando o mesmo programa, foi realizada a correlação de Pearson (r) entre os resultados das atividades antioxidantes (DPPH e ABTS) e os resultados dos fitoquímicos (fenóis totais, antocianinas totais, carotenóides totais e vitamina C) em polpas e geleias de araçá vermelho e de pitanga vermelha.

4 Resultados e discussão

4.1 Caracterização físico-química da polpa de araçá vermelho

Na tabela 3 estão representados os resultados obtidos nas análises de sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, acidez titulável total, luminosidade, ângulo Hue e rendimento de polpa de araçá vermelho.

Tabela 3. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L), ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue) e rendimento de polpa de araçá vermelho (PA)

	SST ¹	pH	Acidez ²	L*	$^{\circ}$ Hue**	Rendimento ³
PA	9,2	3,6	1,63	42,62	28,19	49,17

¹ Expresso em $^{\circ}$ Brix. ² Acidez titulável total expressa em g de ácido cítrico 100g⁻¹. ³ Rendimento de polpa expresso em porcentagem. *L luminosidade (branco ao preto); ** $^{\circ}$ Hue - tonalidade de cor.

Com relação ao pH, Hass (2011) encontrou valores inferiores em acessos de araçá vermelho (3,31 para AR19 e 3,11 para AR29). Quanto à acidez, em todos os acessos estudados foi bem superior, variando de 7,30 a 16,19 g de ácido cítrico 100g⁻¹. Os sólidos solúveis também foram superiores nos dois acessos de araçá vermelho (11,8 $^{\circ}$ Brix para o AR19 e 10,0 $^{\circ}$ Brix para o AR29).

Em estudos com frutos de araçá-boi (*Eugenia stipitata*), foi obtido para luminosidade valor de 40,7. Resultado semelhante ao encontrado na polpa de araçá do presente trabalho (CANUTO et al., 2010). O resultado obtido para o $^{\circ}$ Hue demonstra que a polpa apresentou tonalidade de cor avermelhada, pois quanto mais próximo do 0 $^{\circ}$ Hue, mais vermelho é o produto.

Estudos com araçá (*Psidium guineense* Swartz) demonstraram rendimento máximo de polpa de 45,19%. Resultado inferior, porém aproximado ao encontrado no presente estudo (MELO et al., 2013).

Na tabela 4 estão representados os resultados obtidos nas análises referentes à composição centesimal de polpa de araçá vermelho

Tabela 4. Composição centesimal de polpa de araçá vermelho (PA).

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)
PA	87,96	0,57	0,25	0,39	10,83

Em araçá-pera (*P. acutangulum*), o teor de umidade (82,49%) foi inferior ao encontrado no presente trabalho, enquanto que o teor de cinzas (0,49%) foi superior (WILLE et al., 2004). Em estudos com frutos nativos do Cerrado, foram obtidos valores de proteínas, lipídios, cinzas, umidade e carboidratos em frutos de araçá (*Psidium araca* Raddi) de 0,50%, 0,49%, 0,33%, 82,36% e 7,87%, respectivamente (SILVA et al., 2008).

Na tabela 5 estão representados os resultados obtidos nas análises de fenóis totais, antocianinas totais, carotenóides totais, DPPH, ABTS e vitamina C de polpa de araçá vermelho.

Tabela 5. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de polpa de araçá vermelho (PA)

	FT¹	AT²	CT³	DPPH⁴	ABTS⁴	Vit. C⁵
PA	85,74	1,72	16,39	375,57	47,61	5,06

¹mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ²mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ³µg de β-caroteno g⁻¹ de amostra em base úmida. ⁴mg trolox equivalente 100g⁻¹ em base úmida. ⁵mg 100g⁻¹ do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida

Em estudos sobre propriedades funcionais de araçá vermelho foram encontrados valores superiores de fenóis totais e antocianinas, 660,63 (mg do equivalente ácido clorogênico.100 g⁻¹ amostra fresca) e 36,12 (mg equivalente cianidina-3-glicosídeo.100 g⁻¹ amostra fresca), respectivamente (FETTER et al., 2010). Da mesma forma, em estudos com diferentes acessos de araçá (HASS, 2011), o conteúdo de compostos fenólicos totais foi superior, sendo o extrato acetônico do acesso AR9 o que obteve os maiores valores (768,21 mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida).

Quanto aos carotenóides totais, no presente estudo foram encontrados valores superiores aos de Hass (2011), sendo o maior valor encontrado por este autor no acesso AR19 (7,57 µg de β-caroteno g⁻¹ de amostra em base úmida). Com relação à vitamina C (ácido L-ascórbico), os valores encontrados pelo mesmo autor variaram de 0,10 à 7,20 mg.100g⁻¹ do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida.

A variabilidade genética, estágio de maturação e método de extração dos compostos fitoquímicos são fatores que podem ter influenciado nas diferenças de valores encontradas pelos autores.

No presente estudo observou-se que a atividade antioxidante avaliada pela captura do radical DPPH foi superior ao encontrado pela captura do radical ABTS. Houve correlação positiva entre a atividade antioxidante e os fenóis totais avaliados na polpa de araçá ($r=0,99$ para DPPH e ABTS), assim como para os carotenóides ($r=0,98$ para DPPH e $r=0,97$ para ABTS). Fetter et al (2010) encontrou valor de DPPH de 7884,33 (μg equivalente trolox. g^{-1} amostra fresca), superior ao encontrado no presente estudo. Provavelmente a maior atividade antioxidante encontrada por Fetter et al. (2010) seja devida ao maior conteúdo de fenóis e antocianinas presentes em frutos de araçá vermelho.

4.2 Caracterização físico-química de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento

Na tabela 6 estão representados os resultados obtidos nas análises de sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, acidez titulável total, luminosidade e ângulo Hue de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento (120 dias).

Tabela 6. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L) e ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue) de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento

Determinações	Tempo de armazenamento (dias)				
		F1	F2	F3	F4
SST ¹	0	68,67 ^{aA}	46,83 ^{cA}	48,17 ^{bA}	47,17 ^{cA}
	60	68,17 ^{aA}	46,83 ^{cA}	47,67 ^{bA}	47,17 ^{bcA}
	120	68,50 ^{aA}	46,83 ^{cA}	48,17 ^{bA}	47,00 ^{cA}
pH	0	3,76 ^{abA}	3,78 ^{aA}	3,76 ^{abA}	3,75 ^{bA}
	60	3,65 ^{bbB}	3,73 ^{abB}	3,81 ^{aA}	3,77 ^{aA}
	120	3,71 ^{aAB}	3,71 ^{aB}	3,67 ^{aB}	3,72 ^{aA}
Acidez ²	0	0,97 ^{cA}	1,40 ^{aA}	1,20 ^{bA}	1,20 ^{bB}
	60	0,99 ^{bA}	1,34 ^{aA}	1,19 ^{aA}	1,35 ^{aA}
	120	0,97 ^{bA}	1,24 ^{aB}	1,22 ^{aA}	1,23 ^{aB}
L*	0	24,19 ^{cc}	36,28 ^{abB}	36,68 ^{abB}	34,50 ^{bbB}
	60	34,62 ^{abB}	34,38 ^{abB}	34,34 ^{ac}	34,30 ^{abB}
	120	50,88 ^{ba}	59,77 ^{aA}	53,94 ^{ba}	51,05 ^{ba}
$^{\circ}$ Hue**	0	28,19 ^{ba}	51,06 ^{abB}	50,33 ^{abB}	50,37 ^{abB}
	60	31,44 ^{ba}	57,80 ^{aA}	62,44 ^{aA}	57,39 ^{aA}
	120	28,58 ^{ba}	60,16 ^{aA}	65,15 ^{aA}	61,57 ^{aA}

¹ Expresso em $^{\circ}$ Brix. ² Acidez titulável total expressa em g de ácido cítrico 100g⁻¹. *L luminosidade (branco ao preto); ** $^{\circ}$ Hue - tonalidade de cor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Os açúcares são os principais constituintes das frutas. Seu conteúdo varia de acordo com a espécie, cultivar, estágio de maturação e clima. Do ponto de vista tecnológico, as melhores matérias-primas para industrialização são as que apresentam maiores teores de açúcares, consequentemente, maior teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como esperado, a geleia convencional apresentou o maior concentração de sólidos solúveis totais. Como não houve adição de açúcares às formulações F2, F3 e F4, os resultados obtidos estão em concordância. Entre as formulações sem adição de açúcares, a F3 (sacarina + ciclamato) apresentou o maior teor de sólidos solúveis. Como as formulações foram elaboradas em momentos diferentes, é normal ocorrer pequenas diferenças no processo de concentração. Não foi observada diferença significativa nas concentrações de sólidos solúveis em todas as formulações, ao longo dos 120 dias de armazenamento.

A determinação do pH é uma medida importante para caracterizar atividade de enzimas, a deterioração do alimento (crescimento de microorganismos), textura e estabilidade de geleias, retenção de sabor e odor de produtos de frutas, estabilidade de compostos em alimentos e verificação de estado de maturação de frutos (CECCHI, 2003; ZAMBIAZI, 2010). A faixa de pH ótima para formação do gel com a utilização de pectina ATM é de 2,8 a 3,5 (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). A geleia convencional (elaborada com pectina ATM), apresentou pH superior a 3,5. Entretanto, foi possível a formação do gel na geleia convencional de araçá. As geleias sem adição de açúcares foram elaboradas com pectina BTM, que pode formar géis na faixa de pH de 2,5 a 6,5. Entre as geleias *diet*, logo após o processamento, a F4 apresentou o menor valor de pH. Em estudos com geleias de morango, o pH mais elevado obtido em produtos *light* foram atribuídos ao processamento e à adição de sacarina sódica ao produto (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006). O tempo de armazenamento não influenciou significativamente nos valores de pH da F4. Nas demais formulações, foi observada uma tendência de diminuição do pH. Oliveira (2014) observou, em geleia convencional de umbu-cajá, aumento do pH até o quinto mês de armazenamento.

A acidez de um alimento é devida aos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento ou promovida pela alteração nos alimentos devido a reações de hidrólise, oxidação ou fermentativas. A determinação da acidez pode fornecer dados importantes quanto ao estado de conservação de um produto alimentício. Os ácidos orgânicos influenciam no sabor, cor, odor e estabilidade dos alimentos, inferindo diretamente na manutenção da qualidade do alimento (CECCHI, 2003; ZAMBIAZI, 2010). No presente estudo, as formulações *diet* apresentaram os maiores valores de acidez. Geleias *light* de morango apresentaram acidez menor do que a convencional, resultado diferente do obtido no presente estudo (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006). Era esperado acidez semelhante em todas as formulações, devido ao pH das mesmas ser semelhante. No entanto, a determinação do pH realiza a medida dos íons hidrogênio efetivamente dissociados em solução, enquanto a determinação de acidez titulável total determina tanto os ácidos dissociados como não-dissociados. Desta forma, é possível encontrar maior acidez mesmo não tendo ocorrido diferenças significativas no pH.

Entre as formulações *diet*, a F2 (com aspartame) diferiu das demais, apresentando acidez total mais elevada logo após o processamento. O edulcorante utilizado na formulação provavelmente pode ter elevado a acidez do meio. Durante o armazenamento, não houve diferença significativa na acidez total para as formulações F1 e F3. Na F2 não houve diferença significativa até segundo mês, ocorrendo diminuição significativa do conteúdo no quarto mês. Na F4, houve uma elevação da acidez no segundo mês e posterior diminuição no quarto mês.

As geleias *diet* apresentaram luminosidade superior à formulação convencional. Em estudos colorimétricos de geleia de araticum (*Annona crassiflora*), a luminosidade foi superior na geleia *light*, quando comparada com a convencional, resultado semelhante ao do presente estudo (ARÉVALO-PINEDO et al, 2013). A maior umidade dos produtos sem adição de açúcar e a utilização de solução de sorbitol 70% podem ser fatores que aumentam a luminosidade. Segundo Maciel (2009), valores de luminosidade em torno de 30 demonstraram que geleias de manga e acerola apresentaram-se escuras. Resultado semelhante foi obtido neste estudo. Foi observado aumento de luminosidade em todas as formulações no quarto mês de armazenamento. Damiani (2012), estudando o comportamento de compostos antioxidantes e cor de araçá (*Psidium guinnensis* Sw), observou decréscimo na luminosidade até o oitavo mês de armazenamento, resultado diferente ao encontrado no presente estudo.

Com relação à tonalidade de cor ($^{\circ}$ Hue), a geleia convencional apresentou o menor valor. Não houve diferença significativa entre as formulações *diet*. Quanto mais próximo do 0° Hue, maior a tendência a colorações mais avermelhadas. Desta forma, a geleia convencional mostrou-se com tonalidade mais avermelhada do que as geleias sem adição de açúcar. Na geleia convencional não se observou diferença significativa na tonalidade de cor durante o armazenamento. Já, nas geleias *diet*, houve aumento significativo na tonalidade de cor durante o armazenamento, demonstrando diminuição na tonalidade de cor vermelha. A coloração das geleias convencional e *diet* de araçá podem ser observadas nas figuras 3 e 4.



Figura 3 – Geleias de araçá vermelho convencional (esquerda) e *diet* com aspartame (direita).



Figura 4 - Geleias de araçá vermelho *diet* de sacarina sódica e ciclamato de sódio (esquerda) e acessulfame de potássio e sucralose (direita).

Na tabela 7 estão representados os resultados obtidos nas análises referentes à composição centesimal de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho.

Tabela 7. Composição centesimal e valor calórico de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho

Tratamentos	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)	Kcal ¹
F1	33,67 ^c	0,31 ^b	0,58 ^b	0,26 ^b	65,18 ^a	267,16 ^a
F2	57,79 ^a	0,57 ^a	0,65 ^a	0,42 ^a	40,56 ^{bc}	170,38 ^c
F3	56,81 ^b	0,58 ^a	0,66 ^a	0,47 ^a	41,48 ^b	174,15 ^b
F4	57,91 ^a	0,58 ^a	0,67 ^a	0,46 ^a	40,39 ^c	169,88 ^c

¹Porção de 100g. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose

A umidade é uma das determinações mais importantes na análise de alimentos, estando relacionada com a estabilidade, qualidade e composição do alimento (CECCHI, 2003). Observou-se que as geleias *diet* apresentaram percentual de umidade maior do que a geleia convencional, devido à menor concentração de sólidos solúveis presente nas mesmas. Entre as formulações *diet*, a F3 apresentou o menor percentual de umidade, devido à sua maior concentração de sólidos solúveis totais. Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006) obtiveram teor de sólidos solúveis de 48°Brix em geleias *light* de morango, resultado semelhante ao obtido neste estudo. Também observaram redução de 27,27% no teor de sólidos solúveis das geleias *light* em relação à convencional, redução semelhante à encontrada no presente estudo.

As geleias *diet* apresentaram conteúdo de proteínas superior ao encontrado na formulação convencional. Este resultado pode ser devido provavelmente a uma maior diluição destes compostos com a adição de açúcar à formulação convencional. Em estudos com geleias *light* de geleia de morango também foi observado maior conteúdo de proteínas em comparação com a formulação convencional (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006). Diferentemente, em estudos com geleia de amora, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o conteúdo de proteínas da formulação *light* e da convencional (CHIM, 2008).

Com relação aos lipídios, observou-se conteúdo superior nas geleias *diet*. Da mesma forma que para o conteúdo de proteínas, a adição de sacarose pode ter provocado uma diluição deste composto na formulação convencional. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) no extrato etéreo entre as formulações convencional e *light* de morango (ZAMBIAZI; CHIM; BRUSCATTO, 2006), mesmo resultado observado por Chim (2008) em geleias convencional e *light* de amora preta.

Observou-se maior conteúdo de cinzas nas formulações F2, F3 e F4 do que na formulação F1. Chim (2008) acredita que o maior conteúdo de cinzas encontrado na formulação *light* de seus estudos com geleia de amora possa estar relacionado à incorporação de cloreto de cálcio na formulação *light*.

O conteúdo de carboidratos foi superior na formulação convencional. O resultado obtido era esperado, pois houve adição de sacarose à formulação convencional, aumentando assim o conteúdo de carboidratos totais. As geleias *diet* elaboradas no presente trabalho enquadram-se na categoria de alimentos para

dietas de ingestão controlada de açúcares, sendo permitida a presença dos açúcares naturalmente existentes nas matérias-primas utilizadas (BRASIL, 1998).

A não adição de açúcar às geleias proporcionou redução calórica nas formulações F2, F3 e F4, sendo a redução de 36,23%, 34,81% e 36,41%, respectivamente. Chim (2008) observou redução de aproximadamente 37% no valor calórico de geleias *light* de amora, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo. As geleias formuladas sem adição de açúcares também podem ser consideradas *light*, devido à redução superior a 25% do valor energético, quando comparada com o produto na versão convencional (BRASIL, 2012).

Na tabela 8 estão representados os resultados obtidos nas análises de fenóis totais, antocianinas totais, carotenóides totais, DPPH, ABTS e vitamina C de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.

Tabela 8. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.

Determinações	Tempo de armazenamento (dias)				
	F1	F2	F3	F4	
FT ¹	0	117,59 ^{bA}	120,31 ^{abA}	123,31 ^{aA}	120,31 ^{abA}
	60	110,96 ^{bB}	113,96 ^{abB}	112,04 ^{abB}	117,28 ^{abAB}
	120	108,24 ^{bB}	112,90 ^{abB}	113,30 ^{abB}	113,52 ^{abB}
AT ²	0	2,47 ^{abA}	2,38 ^{bA}	2,59 ^{aA}	2,38 ^{bA}
	60	2,18 ^{aB}	1,70 ^{cB}	1,89 ^{bB}	1,84 ^{bB}
	120	1,04 ^{bC}	1,57 ^{abB}	1,49 ^{aC}	1,45 ^{aC}
CT ³	0	26,00 ^{cA}	27,10 ^{aA}	26,47 ^{bcA}	26,93 ^{abA}
	60	23,20 ^{bB}	23,98 ^{abB}	24,65 ^{abB}	24,79 ^{abB}
	120	11,67 ^{bC}	18,01 ^{aC}	17,90 ^{aC}	17,96 ^{aC}
DPPH ⁴	0	405,61 ^{bA}	457,29 ^{aA}	457,30 ^{aA}	461,80 ^{aA}
	60	398,36 ^{cA}	422,50 ^{bB}	443,43 ^{aA}	436,10 ^{abB}
	120	355,67 ^{bB}	397,48 ^{aC}	398,96 ^{abB}	401,84 ^{aC}
ABTS ⁴	0	49,82 ^{bA}	63,46 ^{aA}	65,56 ^{aA}	63,28 ^{abB}
	60	45,32 ^{cB}	59,72 ^{bB}	61,22 ^{bB}	66,62 ^{aA}
	120	38,30 ^{bC}	43,39 ^{aC}	43,87 ^{aC}	44,75 ^{aC}
Vit. C ⁵	0	2,67 ^a	2,09 ^a	2,32 ^a	2,29 ^a

¹mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ²mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ³µg de β-caroteno g⁻¹ de amostra em base úmida. ⁴mg trolox equivalente 100g⁻¹ em base úmida. ⁵mg.100g⁻¹ do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Com relação à análise de fenóis totais, observou-se uma maior retenção destes compostos, logo após o processamento, nas geleias *diet*. Chim (2008) também observou conteúdo de fenóis superior em geleia de amora *light* em comparação a convencional (8,77% maior), assim como Rutz (2012) em geleia de physalis *light* (4,69% maior). Os compostos fenólicos são altamente instáveis e reativos, propiciando reações enzimáticas e químicas durante o processamento e armazenamento. A temperatura, oxigênio e enzimas são exemplos de fatores relacionados à degradação dos compostos fenólicos (ARAÚJO, 2011). O maior conteúdo de fenóis totais nas formulações *diet* é provavelmente devido à diluição que ocorreu na geleia convencional com a adição de sacarose. O tempo de armazenamento promoveu diminuição no conteúdo destes compostos. Não houve

diferença significativa entre o segundo e o quarto mês de armazenamento para todas as formulações. Chim (2008) observou diferença significativa em geleias convencional e *light* de amora em todos os tempos de armazenamento avaliados. Corrêa (2012) observou redução de 32,18% durante 90 dias de armazenamento em geleia de goiaba, redução superior a encontrada no presente estudo para todas as geleias (F1=7,95%; F2=6,16%; F3=8,12%; F4=5,64%). Provavelmente o armazenamento em temperatura ambiente, com conseqüente exposição à luz, e às reações oxidativas podem ter provocado a diminuição do conteúdo destes compostos durante o armazenamento.

Quanto às antocianinas, não houve diferença significativa entre a formulação convencional e as *diet* logo após o processamento. Entre as formulações sem adição de açúcares, a F3 apresentou o maior conteúdo de antocianinas totais. Estes resultados demonstram que o tratamento não influenciou no conteúdo de antocianinas entre o tratamento convencional e *diet*. Era esperado um maior conteúdo de antocianinas totais nas geleias *diet*, uma vez que a utilização de pectina BTM pode promover um efeito hipercrômico nas antocianinas (MELGAREJO et al., 2011). Também era esperado maior conteúdo nas geleias *diet* devido à maior diluição das antocianinas com a adição da sacarose. A temperatura é um fator que afeta muito a estabilidade das antocianinas, assim como o oxigênio, pH e a estrutura do pigmento. Com o aquecimento, o equilíbrio desloca-se para a forma chalcona (incolor), e as formas AH^+ (íon *flavilium*, vermelho) e A (base quinoidal, azul) diminuem (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). No presente estudo utilizou-se a mesma temperatura para os dois processamentos. Esta pode ser uma explicação para não ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, assim como o fato de não ter ocorrido diferenças significativas entre o pH das geleias.

O armazenamento provocou perdas significativas de antocianinas totais em todas as formulações. Na F2, não houve diferenças no conteúdo de antocianinas entre o segundo e quarto mês de armazenamento, sendo que nas demais houve diferenças em todos os tempos de armazenamento. Chim (2008) também observou perdas significativas no conteúdo de antocianinas em geleias de amora durante o armazenamento, acreditando que, possivelmente, a presença de oxigênio no interior da embalagem pode ter provocado estas perdas. As antocianinas apresentam estruturas insaturadas, o que as torna suscetíveis ao oxigênio. Na presença de oxigênio, ocorre o escurecimento das antocianinas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O conteúdo de carotenóides foi significativamente maior nas geleias *diet*, com exceção da F3, que não diferiu significativamente da formulação convencional. Assim como no caso dos fenóis totais, o menor conteúdo de carotenóides totais na formulação convencional é provavelmente devido à diluição destes compostos, proveniente da adição de sacarose. Rutz et al. (2012) também observou conteúdo superior de carotenóides na formulação *light* de geleia de *physalis* ($8,23 \mu\text{g}$ de β -caroteno g^{-1}) em comparação à convencional ($3,94 \mu\text{g}$ de β -caroteno g^{-1}). Durante o período de armazenamento houve perdas significativas em todas as formulações, em todos os tempos avaliados. Os carotenóides são moderadamente estáveis ao calor e perdem cor por oxidação, sendo isomerizados por calor ácido e luz. O processamento e armazenamento podem provocar isomerização nos carotenóides e alterar sua cor. A oxidação é a principal responsável por perdas no conteúdo de carotenóides, sendo facilmente oxidados devido ao grande número de duplas conjugadas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A atividade antioxidante, tanto pela captura do radical DPPH quanto pela captura do radical ABTS, foi superior nas formulações *diet*. Diferente do presente estudo, Rutz et al. (2012) observou atividade antioxidante inferior no produto *light* ($6,71 \mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$) quando comparado ao convencional ($7,71 \mu\text{mol Trolox.g}^{-1}$), onde atribuiu este resultado provavelmente à adição de cloreto de cálcio e edulcorantes. Houve redução significativa na atividade antioxidante durante o armazenamento, em todos os tempos avaliados. Somente na F4 houve um aumento significativo na atividade antioxidante pela captura do radical ABTS no segundo mês de armazenamento, com posterior declínio na atividade antioxidante no quarto mês de armazenamento. Chim (2008) também observou redução significativa na atividade antioxidante em geleias convencional e *light* de amora durante seis meses de armazenamento, sendo a redução de 20,64% para a geleia convencional e 13,13% para a geleia *light* no sexto mês de armazenamento.

Damiani (2012), em estudos sobre potencial antioxidante de geleias de araçá (*Psidium guinnensis* Sw), observou que atividade antioxidante de sua geleia aumentou até o oitavo mês de armazenamento, resultado este diferente ao encontrado no presente estudo. Ele atribuiu este resultado a gradual liberação do ácido elágico e também aos produtos originados da reação de Maillard, como as amino redutonas, que também apresentam efeitos antioxidantes. Quando realizada a correlação dos fitoquímicos com a atividade antioxidante, foi observada correlação

positiva dos compostos fenólicos com a atividade antioxidante por DPPH ($R=0,95$ para F2, F3 e F4; $R=0,81$ para F1). Com relação aos carotenóides, foi observada correlação tanto pela determinação por captura do radical DPPH ($r=0,98$ para F1; $r=0,96$ para F3; $r=0,95$ para F2 e F4), quanto para captura do radical ABTS ($r=0,97$ para F1; $r=0,93$ para F4; $r=0,99$ para F2 e F3).

Para vitamina C (ácido L-ascórbico) não foi observada diferença significativa no conteúdo entre os tratamentos logo após o processamento, demonstrando que o tipo de tratamento e edulcorante utilizado não influenciaram na perda ou retenção destes compostos. Quando comparada com a polpa, percebe-se redução de aproximadamente 47% no conteúdo de ácido L-ascórbico, demonstrando a sensibilidade desta vitamina ao processamento. Chim (2008) observou diferença significativa entre seus tratamentos convencional ($0,290 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e *light* ($0,382 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de geleia de amora. Quimicamente, a vitamina C é considerada a vitamina mais degradável. Sua retenção é considerada um índice de manutenção da qualidade nutricional durante o processamento e armazenamento. O processo de oxidação é o maior responsável pela perda do ácido ascórbico em alimentos (AZEREDO, 2012; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Com exceção da vitamina C, houve aumento no conteúdo de todos os fitoquímicos estudados nos produtos processados, comparativamente à polpa de araçá vermelho. Provavelmente a elaboração das geleias pode ter concentrado estes compostos.

4.3 Análise microbiológica de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento

Na tabela 9 estão representados os valores obtidos na análise de bolores e leveduras de geleias de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento.

Tabela 9. Análise de bolores e leveduras em geleias de araçá convencional e *diet* durante quatro meses de armazenamento

	Tempo de armazenamento (dias)	F1	F2	F3	F4
Bolores e leveduras	0	< 10 UFC.g ^{-1*}			
	60	< 10 UFC.g ^{-1*}			
	120	< 10 UFC.g ^{-1*}			

*estimado. F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Oliveira et al. (2014) em estudos com geleia convencional de umbu-cajá também não verificaram contagem dos microrganismos pesquisados. Resultados semelhantes também foram verificados por Assis et al (2007) em geleia de caju, estando em conformidade com os padrões sanitários estabelecidos pela RDC nº 12, de 21 de janeiro de 2001. Os fatores intrínsecos das geleias, como pH ácido, elevada concentração de sólidos solúveis e baixa atividade de água limitam o crescimento de microrganismos, tornando as geleias produtos com boa estabilidade microbiológica (ASSIS et al., 2007).

Estes resultados também demonstram que os frutos utilizados estavam saudáveis e foram corretamente higienizados, e que o processamento e o armazenamento das geleias foram adequados, não havendo contaminação do produto por bolores e leveduras. Mesmo as geleias sem adição de açúcar, que poderiam apresentar alguma contagem superior devido a maior quantidade de água disponível para o crescimento microbiológico, não apresentaram contaminação. A utilização de calor no processamento e pasteurização, e a utilização de benzoato de sódio como conservante também contribuíram para a conservação do produto.

O benzoato de sódio é um conservante utilizado para impedir o crescimento microbiológico de bolores e leveduras. Sua atividade antimicrobiana está relacionada ao pH, sendo maior em valores de pH reduzidos. Sua atividade reside na molécula não dissociada. Em pH 4,0, o benzoato encontra-se na forma não dissociada na proporção de 60%, sendo que em valores de pH superiores aumenta sua presença na forma dissociada (JAY, 2005).

4.4 Análise sensorial de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento

Na tabela 10 estão representadas as médias obtidas para os atributos de qualidade de geleias de araçá vermelho convencional e *diet* durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.

Tabela 10. Análise sensorial de atributos de qualidade (cor, brilho, sabor, aroma, gosto doce, gosto ácido e textura) de geleias de araçá vermelho convencional e *diet* durante quatro meses (120 dias) de armazenamento

Atributos	Tempo de armazenamento (dias)	F1	F2	F3	F4
Cor	0	7,04 ^{aA}	6,03 ^{bA}	6,47 ^{abA}	6,38 ^{abA}
	60	6,60 ^{aA}	5,74 ^{aA}	6,28 ^{aA}	6,04 ^{aA}
	120	6,33 ^{aA}	6,16 ^{aA}	6,59 ^{aA}	6,37 ^{aA}
Brilho	0	7,12 ^{aA}	6,42 ^{aA}	6,57 ^{aAB}	6,60 ^{aA}
	60	7,20 ^{aA}	5,96 ^{bA}	6,42 ^{abB}	6,20 ^{abA}
	120	6,55 ^{abA}	6,16 ^{bA}	7,37 ^{aA}	6,77 ^{abA}
Sabor	0	7,85 ^{aA}	6,45 ^{bA}	6,88 ^{bA}	6,92 ^{abA}
	60	6,98 ^{aB}	5,96 ^{bA}	6,72 ^{abA}	7,12 ^{aA}
	120	6,78 ^{aB}	6,08 ^{aA}	6,53 ^{aA}	6,73 ^{aA}
Aroma	0	7,48 ^{aA}	6,77 ^{aA}	7,25 ^{aA}	6,85 ^{aA}
	60	6,66 ^{aB}	6,48 ^{aA}	6,70 ^{aA}	6,94 ^{aA}
	120	6,73 ^{aB}	6,55 ^{aA}	6,80 ^{aA}	6,73 ^{aA}
Gosto doce	0	7,58 ^{aA}	6,05 ^{bA}	6,57 ^{bA}	6,85 ^{abA}
	60	6,90 ^{aA}	5,90 ^{aA}	6,52 ^{aA}	6,76 ^{aA}
	120	6,88 ^{aA}	6,14 ^{aA}	6,69 ^{aA}	6,71 ^{aA}
Gosto ácido	0	6,30 ^{aA}	5,45 ^{aA}	6,10 ^{aA}	5,95 ^{aA}
	60	6,34 ^{aA}	5,88 ^{aA}	6,42 ^{aA}	6,38 ^{aA}
	120	6,73 ^{aA}	6,00 ^{aA}	6,55 ^{aA}	6,51 ^{aA}
Textura	0	7,57 ^{aA}	6,80 ^{aA}	6,97 ^{aA}	7,18 ^{aA}
	60	7,20 ^{aA}	6,60 ^{aA}	7,08 ^{aA}	7,18 ^{aA}
	120	7,02 ^{aA}	6,63 ^{aA}	7,33 ^{aA}	7,00 ^{aA}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Com relação ao atributo cor, observa-se que a formulação com aspartame (F2) foi a que obteve a menor média, sendo que as demais formulações sem adição de açúcar não diferiram significativamente da formulação convencional. O tempo de armazenamento não promoveu diferenças significativas nas médias em nenhum tratamento, em nenhum tempo de armazenamento. Silva (2006) observou diferenças significativas em geleias convencional de abacaxi, sendo as menores médias do atributo cor obtidas no quarto mês de armazenamento.

Logo após o processamento não houve diferença significativa no atributo brilho entre nenhum tratamento. Não houve diferenças significativas durante o armazenamento para as formulações F1, F2 e F4, sendo que houve um aumento na média do atributo brilho no último período de armazenamento para F3. Nachtigall e

Zambiasi (2006) observaram as maiores médias do atributo brilho no sexto mês de armazenamento de geleias de hibisco *light* com adição de sucralose.

Quanto ao atributo sabor, as formulações F2 e F3 apresentaram médias significativamente menores do que a F1, sendo que a média da F4 não diferiu significativamente das demais formulações sem adição de açúcar nem da convencional. Pelegrine et al. (2012) observou em geleia *light* de mirtilo média para o atributo sabor significativamente inferior (4,69) ao produto convencional (6,56). Estes resultados demonstram que a utilização de acessulfame e sucralose resultou em uma geleia com média significativamente similar à geleia elaborada com sacarose. Durante o armazenamento apenas na F1 houve diferença significativa entre os períodos, sendo que a média do quarto mês não diferiu significativamente da do segundo mês.

Para o atributo aroma não houve diferença significativa entre nenhum dos tratamentos logo após o processamento, nem durante o período de armazenamento para as formulações F2, F3 e F4. Assim como para o sabor, apenas na F1 houve diferença significativa entre os períodos de armazenamento, sendo que a média do quarto mês não diferiu significativamente da do segundo mês.

A F1 apresentou média significativamente maior para o atributo gosto doce que a F2 e F3, apenas a F4 não diferiu significativamente entre os demais tratamentos. Com relação ao armazenamento, não houve diferença significativa entre nenhum tempo, em nenhuma formulação. Como somente foi adicionado açúcar à F1, era esperado que esta formulação apresentasse a maior média para gosto doce. A formulação com acessulfame e sucralose também recebeu a maior média, demonstrando que a combinação destes edulcorantes promoveu um gosto doce similarmente apreciado pelos julgadores. Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006), observaram, durante o armazenamento de geleias de morango convencional e *light*, queda significativa nas médias do atributo gosto doce.

As médias obtidas para o gosto ácido não diferiram significativamente entre nenhum tratamento. Durante o armazenamento também não ocorreram diferenças significativas em nenhum tratamento. Este resultado é concordante com a avaliação físico-química de acidez, pois se observou pequenas diferenças no seu conteúdo durante o armazenamento, em todas as formulações.

Com relação ao atributo textura não houve diferença significativa entre nenhum tratamento, nem durante o período de armazenagem. Estes resultados são

satisfatórios, pois indicam que os julgadores não perceberam diferenças marcantes entre o tratamento convencional e sem adição de açúcar. A utilização de pectina BTM promove a formação de géis mais fracos e quebradiços, o que poderia ter influenciado nos resultados. Entretanto, foi utilizado sorbitol na formulação como agente de corpo, o que provavelmente melhorou expressivamente a textura dos produtos sem adição de açúcares.

Na figura 5 estão representados os resultados obtidos no teste de aceitabilidade de geleias de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.

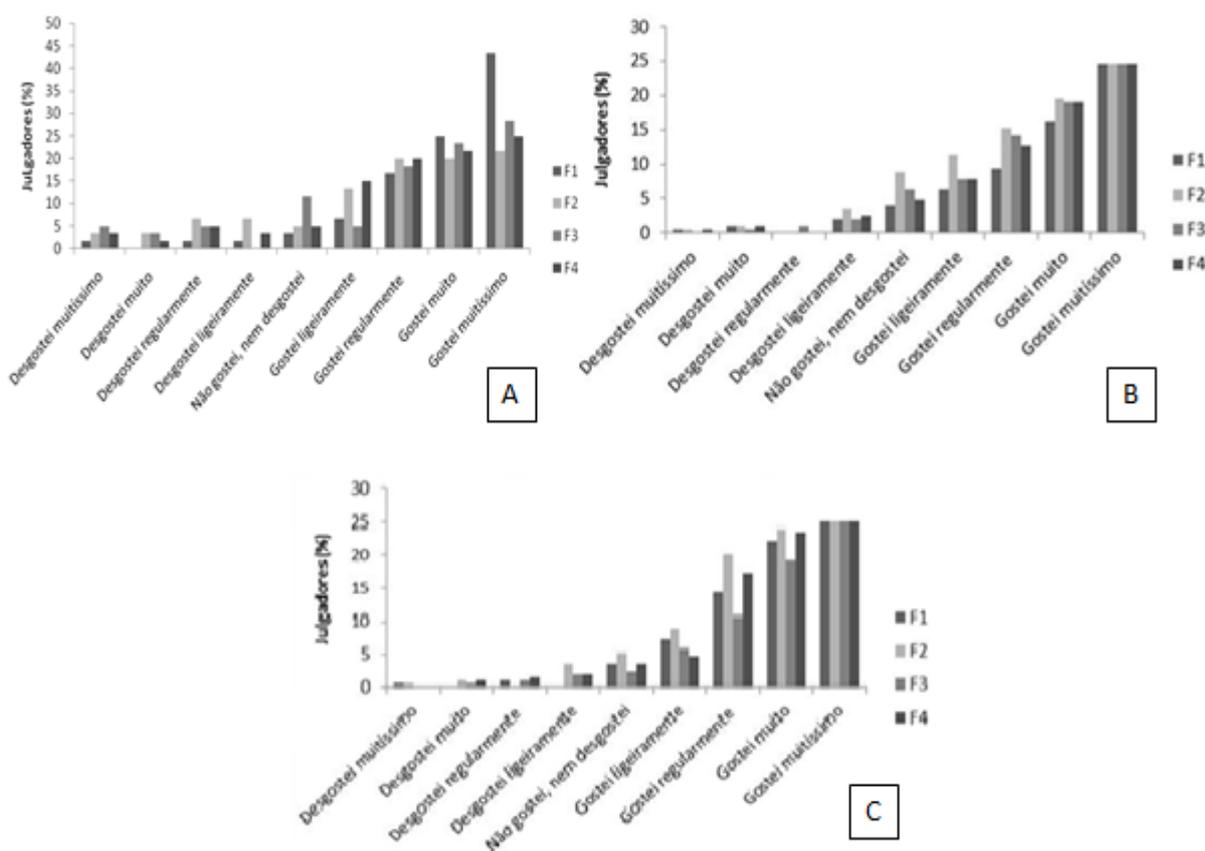


Figura 5 – Teste de aceitabilidade de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias).

Quando calculado o índice de aceitabilidade das geleias logo após o processamento, obteve-se para F1, F2, F3 e F4 IA(%) de 86,30, 72,96, 76,11% e 76,48%, respectivamente. Mesmo na maioria dos atributos de qualidade não

havendo diferença entre as formulações, a geleia convencional foi a mais aceita pelos consumidores.

Com relação aos índices de aceitabilidade (IA) do segundo período de armazenamento, foi observado para F1, F2, F3 e F4 valores de 81,78%, 72,44%, 76,89% e 77,56%. Assim como logo após o processamento, a geleia convencional obteve o maior índice de aceitabilidade.

O índice de aceitabilidade (IA) obtido para as formulações F1, F2, F3 e F4 no terceiro período de armazenamento foi de 77,78%, 71,44%, 81,44% e 76,22%, respectivamente. Este resultado demonstra que a geleia elaborada com sacarina e ciclamato (F3) foi a mais bem aceita pelos julgadores, diferente do resultado obtido logo após o processamento e no segundo mês de armazenamento, onde a geleia convencional (F1) foi melhor avaliada.

Na figura 6 estão representados os resultados obtidos no teste de intenção de compra de geleias de araçá vermelho durante quatro meses (120 dias) de armazenamento.

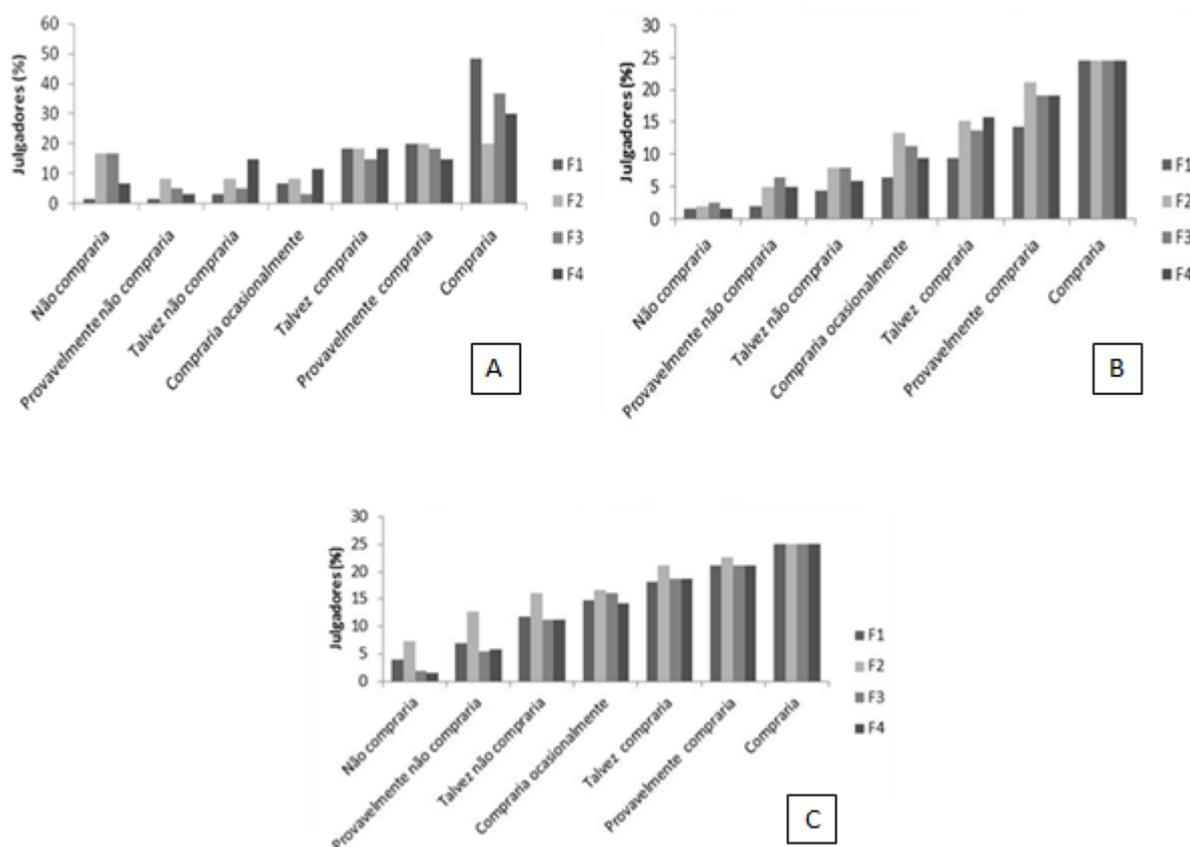


Figura 6 - Teste de intenção de compra de geleias convencional e *diet* de araçá vermelho durante quatro meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias).

Com relação à intenção de compra das geleias de araçá logo após o processamento, observa-se que a geleia convencional (F1) apresentou o maior percentual de intenção de compra (93,33%), seguida pela geleia elaborada com acessulfame e sucralose (F4) (75%). A formulação com sacarina e ciclamato (F3) obteve intenção de compra de 73,33% e a formulação com aspartame (F2) 66,66%. Estes resultados demonstram o maior potencial de consumo da geleia *diet*.

No segundo mês de armazenamento a geleia que obteve o maior índice de intenção de compra foi a formulação F2 (74,01%), seguidas das formulações F3 e F4 (68,62%). Diferentemente do que observou-se logo após o processamento, a F1 apresentou o menor índice (54,44%).

No quarto mês de armazenamento obteve-se intenção de compra para as formulações F1, F2, F3 e F4 de 78,93%, 85,32%, 80,81% e 77,94, respectivamente. Diferente dos outros tempos de armazenamento, no quarto mês a geleia elaborada

com aspartame apresentou o maior potencial de consumo, seguida da formulação com sacarina e ciclamato.

As diferenças observadas entre os tempos de armazenamento são provavelmente devidas à realização dos testes com provadores não treinados, e também por não serem os mesmos provadores em todos os tempos de armazenamento. A maioria dos provadores apresentavam idade inferior a 19 anos e provavelmente não eram consumidores assíduos de geleias, o que pode explicar os resultados obtidos no teste de intenção de compra.

4.5 Caracterização físico-química da polpa de pitanga vermelha

Na tabela 11 estão representados os resultados obtidos nas análises de sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, acidez titulável total, luminosidade, ângulo Hue e rendimento de polpa de pitanga vermelha.

Tabela 11. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L), ângulo Hue ($^{\circ}$ Hue) e rendimento de polpa de pitanga vermelha (PP)

	SST ¹	pH	Acidez ²	L*	$^{\circ}$ Hue**	Rendimento ³
PP	12,8	2,87	1,81	40,91	49,79	40,38

¹Expresso em $^{\circ}$ Brix. ²Acidez titulável total expressa em g de ácido cítrico 100g⁻¹. ³Rendimento de polpa expresso em porcentagem. *L luminosidade (branco ao preto); ** $^{\circ}$ Hue - tonalidade de cor.

A Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), estabelece padrões de identidade e qualidade para polpa de pitanga. As polpas devem apresentar um mínimo de 6,0 $^{\circ}$ Brix, 0,92 de acidez total (expressa em ácido cítrico) e pH entre 2,4 e 3,4. Observa-se que a polpa obtida para este estudo enquadra-se nos padrões estipulados pela normativa para os parâmetros sólidos solúveis totais, pH e acidez. Batista et al. (2014), em estudos com pitanga vermelha, encontraram valores de pH, sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) e acidez titulável total de 2,75, 10,4 e 1,86 (% ácido cítrico), respectivamente. Estes valores condizem com os encontrados no presente estudo. Oliveira, Figueirêdo e Queiroz (2006) encontraram valor de L* bem inferior ao do presente estudo (28,69). Quanto à tonalidade de cor ($^{\circ}$ Hue), observa-se que o valor encontrado indica uma coloração vermelho-alaranjada, pois se encontra entre 0 $^{\circ}$

(vermelho) e 90° (amarelo). Batista et al. (2014), em estudo com frutos de pitanga, encontrou rendimento de polpa 79,46%, superior ao encontrado no presente estudo. O método utilizado para obtenção da polpa, a seleção da pitanga utilizada, o clima e o solo onde a pitangueira foi cultivada são fatores que podem ter influenciado nesta diferença de rendimento.

Na tabela 12 estão representados os resultados referentes à composição centesimal de polpa de pitanga vermelha.

Tabela 12. Composição centesimal de polpa de pitanga vermelha (PP).

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
PP	86,26	0,29	0,32	0,25	12,88

A umidade encontrada na polpa de pitanga foi menor do que a encontrada por Batista et al. (2014) e Oliveira, Figueirêdo e Queiroz (2006), 90,6% e 93,07%, respectivamente. Este resultado pode ser explicado pela maior concentração de sólidos solúveis presente na polpa obtido neste estudo. Bagetti (2009), em estudo com pitanga, encontrou valores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos de 83,9%, 1,1%, 1,4%, 0,4% e 13,2%, respectivamente. Observa-se que os valores de proteínas e lipídios encontrados por Bagetti (2009) são consideravelmente superiores ao do presente estudo, sendo que para carboidratos e umidade os resultados foram aproximados.

Na tabela 13 estão representados os resultados obtidos nas análises de fenóis totais, antocianinas totais, carotenóides totais, DPPH, ABTS e vitamina C de polpa de pitanga vermelha.

Tabela 13. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenóides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de polpa de pitanga vermelha (PP).

	FT¹	AT²	CT³	DPPH⁴	ABTS⁴	Vit. C⁵
PP	133,00	2,91	187,56	412,83	43,89	12,07

¹mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ²mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ³µg de β-caroteno g⁻¹ de amostra em base úmida. ⁴mg trolox equivalente 100g⁻¹ em base úmida. ⁵mg.100g⁻¹ do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida

O conteúdo de fenóis totais observado no presente estudo foi consideravelmente inferior ao encontrado por Lima et al. (2002) e Bagetti (2009), que foram de 257,00 e 210,00 mg de ácido gálico 100g⁻¹, respectivamente. Bagetti

(2009) também encontrou valores superiores de antocianinas em suas pitangas vermelhas, sendo o conteúdo encontrado de $69,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Lima et al (2002), em pitanga roxa, encontrou conteúdo de antocianinas totais de $26,00 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, também superior ao do presente estudo.

Quanto aos carotenóides, Lima (2002) encontrou conteúdo de $104,00 \mu\text{g}$ de β -caroteno g^{-1} em pitanga vermelha madura, valor inferior ao encontrado no presente estudo. Para vitamina C (ácido L-ascórbico), o valor encontrado por Oliveira, Figueirêdo e Queiroz (2006) em polpa integral de pitanga foi de $13,42 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, valor aproximado ao encontrado no presente trabalho.

As diferenças na composição fitoquímica entre o presente estudo e os trabalhos comparados podem ser explicadas pelo grau de maturação, condições edafo-climáticas, variações genéticas entre cultivares, entre outros fatores (HARRIS apud LIMA et al., 2012). Diferenças no método de extração destes compostos também podem acarretar em diferenças na quantificação dos compostos.

Foram observados maiores valores de atividade antioxidante com a utilização do radical DPPH do que com a utilização do radical ABTS. Quando realizada análise de correlação, somente os compostos fenólicos totais analisados mostraram correlação com a atividade antioxidante ($r=0,99$ para DPPH e ABTS). Estes resultados demonstram que, provavelmente, os fenóis presentes na pitanga são os principais responsáveis pela atividade antioxidante das mesmas. Moura et al (2011) observou atividade antioxidante pela captura do radical DPPH de $2497,77 \mu\text{g}$ trolox equivalente g^{-1} em pitanga vermelha (seleção PIT 15), valor inferior ao encontrado no presente estudo.

4.6 Caracterização físico-química de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento

Na tabela 14 estão representados os valores obtidos nas análises de sólidos solúveis totais, potencial hidrogeniônico, acidez titulável total, luminosidade e tonalidade de cor de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.

Tabela 14. Sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total, luminosidade (L) e tonalidade de cor ($^{\circ}$ Hue) de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.

Determinações	Tempo de armazenamento (dias)				
	F1	F2	F3	F4	
SST ¹	0	64,50 ^{aA}	47,17 ^{cA}	48,33 ^{bA}	47,50 ^{bcB}
	60	64,17 ^{aA}	46,83 ^{cA}	47,83 ^{bcA}	48,33 ^{bA}
	120	64,33 ^{aA}	47,00 ^{cA}	48,33 ^{bA}	47,00 ^{cB}
	180	64,33 ^{aA}	47,17 ^{cA}	48,50 ^{bA}	47,17 ^{cB}
pH	0	3,45 ^{bB}	3,48 ^{aB}	3,48 ^{aB}	3,48 ^{aB}
	60	3,47 ^{aB}	3,48 ^{aB}	3,48 ^{aB}	3,48 ^{aB}
	120	3,47 ^{aB}	3,44 ^{aB}	3,45 ^{aB}	3,48 ^{aB}
	180	3,54 ^{aA}	3,59 ^{aA}	3,61 ^{aA}	3,56 ^{aA}
Acidez ²	0	1,00 ^{bB}	1,35 ^{aA}	1,27 ^{aA}	1,36 ^{aA}
	60	0,97 ^{bB}	1,33 ^{aA}	1,34 ^{aA}	1,34 ^{aA}
	120	1,08 ^{aA}	1,16 ^{aB}	1,26 ^{aA}	1,25 ^{aA}
	180	1,00 ^{bB}	1,39 ^{aA}	1,33 ^{aA}	1,35 ^{aA}
L*	0	29,65 ^{aB}	30,09 ^{aB}	29,77 ^{aB}	30,44 ^{aB}
	60	24,32 ^{bC}	27,63 ^{aC}	27,39 ^{aC}	27,74 ^{aC}
	120	24,54 ^{aC}	26,44 ^{aC}	26,68 ^{aC}	23,62 ^{aD}
	180	40,03 ^{aA}	40,55 ^{aA}	38,98 ^{aA}	39,27 ^{aA}
$^{\circ}$ Hue**	0	30,99 ^{bA}	33,98 ^{aA}	34,17 ^{aA}	33,57 ^{abC}
	60	21,03 ^{cB}	33,13 ^{bA}	35,75 ^{aA}	34,31 ^{abB}
	120	27,45 ^{bA}	35,04 ^{aA}	35,91 ^{aA}	32,00 ^{aC}
	180	28,85 ^{bA}	36,40 ^{aA}	35,34 ^{aA}	38,23 ^{aA}

¹Expresso em $^{\circ}$ Brix. ²Acidez titulável total expressa em g de ácido cítrico 100g⁻¹. *L luminosidade (branco ao preto); ** $^{\circ}$ Hue - tonalidade de cor. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

As geleias *diet* apresentaram teor de sólidos solúveis significativamente inferiores à formulação convencional. Entre as formulações sem adição de açúcares, houve diferença significativa entre as formulações F2 e F3. Como as geleias foram processadas em momentos diferentes, é comum acontecerem pequenas variações no ponto final de concentração das geleias. Chim (2008), em geleias *light* de morango, encontrou sólidos solúveis de 48 $^{\circ}$ Brix, resultado semelhante ao do presente estudo. O armazenamento não provocou alterações significativas no conteúdo de sólidos solúveis das formulações F1, F2 e F3, enquanto na F4 houve um aumento dos sólidos solúveis no segundo mês de armazenamento, seguido de declínio no conteúdo nos meses seguintes.

Com relação à determinação do pH, observou-se que as geleias *diet* apresentaram valores superiores. Granada et al. (2005), em estudos com geleias convencional e *light* de abacaxi, também encontraram valores de pH superiores nas formulações *light*. Provavelmente os edulcorantes alteraram o pH do meio, elevando o pH das geleias. Durante o armazenamento, o pH mostrou-se estável até o quarto mês, sendo que no sexto houve aumento do pH em todas as formulações. Damiani (2012), em estudo com geleia de araçá (*Psidium guinnensis* Sw.), observou que o tempo de armazenamento também influenciou significativamente ($p > 0,01$) no valor de pH, variando de 3,24 até 3,33 no décimo segundo mês de armazenamento.

Em relação à acidez, as geleias *diet* não diferiram significativamente entre si e, em comparação à convencional, apresentaram os maiores conteúdos de acidez logo após o processamento. O armazenamento não influenciou na acidez das geleias F3 e F4. Na F1, no quarto mês houve um acréscimo significativo na acidez, seguida de diminuição para valor que não diferiu significativamente dos primeiros meses de armazenamento. Com relação a F2, no quarto mês houve decréscimo na acidez com posterior aumento para valor que não diferiu significativamente dos primeiros meses de armazenamento. Oliveira et al. (2014) encontrou em estudos com geleia de umbu-caja o menor valor de acidez no quarto mês de armazenamento, com conseqüente acréscimo no conteúdo no quinto e sexto mês de armazenamento. Resultado semelhante ao observado na F2 do presente estudo.

Não houve diferenças na luminosidade entre a formulação convencional e as *diet*. Igualmente ao observado no presente estudo em geleias de araçá, os valores de luminosidade ficaram em torno de 30. Maciel et al. (2009), em seus estudos com geleias de manga e acerola, também constatou luminosidade de aproximadamente 30 em todas as formulações, demonstrando que suas geleias eram escuras, como as do presente estudo. Durante o armazenamento houve decréscimo de luminosidade em todas as formulações, até o quarto mês. No sexto mês, todas as geleias apresentaram luminosidade significativamente superior ao produto recém-processado. Pode ter ocorrido um enfraquecimento do gel com o armazenamento e conseqüente maior liberação de água que estava retida no gel, o que pode explicar o aumento de luminosidade nos produtos. As geleias de araçá elaboradas no presente estudo também apresentaram maior luminosidade no último período de armazenamento avaliado.

Quanto ao ângulo Hue, as geleias *diet* apresentaram valores maiores do que a formulação convencional. Isto demonstra que a geleia convencional apresentou tonalidade mais avermelhada, pois está mais próximo ao 0°Hue. Não houve diferença significativa na tonalidade de cor das formulações F2 e F3 durante os seis meses de armazenamento. Na F1 houve um decréscimo no °Hue no segundo mês de armazenamento com conseqüente elevação para valor significativamente semelhante ao produto recém-processado. Na F4 houve decréscimo no quarto mês de armazenamento, sendo que no sexto mês houve um aumento significativo na tonalidade de cor. Era esperado, tanto para as geleias de araçá quanto para as de pitanga do presente estudo, que as geleias *diet* apresentassem tonalidade de cor mais avermelhada do que a convencional, devido ao maior conteúdo de fitoquímicos que podem promover coloração avermelhada. E também pelo efeito de copigmentação que as pectinas BTM podem promover. Ainda assim, a geleia convencional apresentou tonalidade mais avermelhada que as geleias sem adição de açúcar. Melgarejo et al. (2011) encontrou resultados semelhantes, uma vez que encontrou maior conteúdo de antocianinas totais em geleia elaborada com pectina BTM e 34% mais cor (para valor de a^*) em geleia elaborada com pectina ATM. A coloração das geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha estão representadas nas figuras 7 e 8.



Figura 7 – Geleias de pitanga vermelha convencional (esquerda) e *diet* com aspartame (direita).



Figura 8 – Geleias de pitanga vermelha *diet* de sacarina sódica e ciclamato de sódio (esquerda) e acessulfame de potássio e sucralose (direita).

Na tabela 15 estão representados os resultados referentes à composição centesimal de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha.

Tabela 15. Composição centesimal e valor calórico de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha.

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)	Kcal ¹
F1	40,85 ^d	0,20 ^c	0,22 ^c	0,16 ^b	58,57 ^a	237,05 ^a
F2	59,50 ^a	0,57 ^a	0,25 ^b	0,24 ^a	39,10 ^d	160,94 ^d
F3	57,12 ^c	0,50 ^b	0,30 ^a	0,26 ^a	41,48 ^b	170,99 ^b
F4	57,77 ^b	0,51 ^b	0,30 ^a	0,24 ^a	40,93 ^c	168,42 ^c

¹Porção de 100g. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

A umidade das geleias *diet* foi superior à umidade da geleia convencional. Este resultado era esperado, devido a menor concentração de sólidos solúveis totais presente nas mesmas. Arévalo-Pinedo et al. (2013) também encontrou umidade superior em geleia *light* de araticum (57,49% superior à formulação convencional). Houve diferença significativa entre as formulações *diet*. Este fato é explicado pelas geleias terem sido processadas separadamente, provocando pequenas diferenças na concentração dos produtos.

O conteúdo de proteínas mostrou-se superior nas formulações *diet*. Resultado semelhante foi obtido nas geleias de araçá desenvolvidas no presente estudo e por Nachtigall et al. (2004), que também encontrou conteúdo maior de proteínas em suas formulações *light* de geleia de hibisco do que na formulação convencional. Provavelmente a diluição deste composto na formulação convencional, pela adição

de sacarose, pode ter promovido uma quantificação menor, em comparação com as formulações *diet*.

Quanto aos lipídios, as geleias *diet* também apresentaram conteúdo superior ao tratamento convencional. Resultado este semelhante às geleias de araçá vermelho elaboradas. Chim (2008) e Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006) não encontraram diferença significativa no extrato etéreo entre as formulações convencional e *light* de geleias. Este resultado se explica da mesma forma que para as geleias de araçá vermelho, devido à diluição com açúcar na formulação convencional promover um menor conteúdo lipídios.

Em relação às cinzas, as geleias *diet* de pitanga apresentaram o mesmo comportamento das geleias *diet* de araçá vermelho do presente estudo, sendo seu conteúdo maior do que o da formulação convencional. Chim (2008) encontrou resultados semelhantes e acredita que o maior conteúdo de cinzas encontrado na formulação *light* de estudos com geleia de amora pode estar relacionado à incorporação de cloreto de cálcio à formulação *light*.

O conteúdo de carboidratos totais, como esperado, foi superior na F1 do que nas demais formulações. Este resultado é atribuído a não adição de sacarose às formulações F2, F3 e F4. Da mesma forma que as geleias de araçá vermelho *diet*, elaboradas neste estudo, as geleias de pitanga *diet* são consideradas alimentos para fins especiais, inseridas na categoria de alimentos para dieta de ingestão controlada de açúcares, contendo apenas o açúcar originalmente presente nos frutos de pitanga (BRASIL, 1998).

Observou-se, nas geleias *diet*, redução superior a 25% no valor calórico (Tab. 15). As formulações F2, F3 e F4 apresentaram redução de 32,11%, 27,87% e 28,95%, respectivamente. Por esta redução ser superior a 25%, as geleias de pitanga vermelha *diet* também podem ser consideradas produtos *light* (BRASIL, 2012).

Na tabela 16 estão representados os resultados obtidos nas análises de fenóis totais, antocianinas totais, carotenóides totais, DPPH, ABTS e vitamina C de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento (180 dias).

Tabela 16. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), DPPH (atividade antioxidante), ABTS (atividade antioxidante) e vitamina C de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento (180 dias)

Determinações	Tempo de armazenamento (dias)				
		F1	F2	F3	F4
FT ¹	0	141,19 ^{bA}	148,48 ^{aA}	152,25 ^{aA}	152,67 ^{aA}
	60	115,66 ^{bB}	122,17 ^{aB}	119,40 ^{abB}	117,58 ^{abB}
	120	109,93 ^{aC}	112,76 ^{aC}	112,02 ^{aC}	110,42 ^{aC}
	180	106,69 ^{cC}	113,40 ^{abC}	111,09 ^{bC}	115,80 ^{abB}
AT ²	0	3,70 ^{dA}	4,21 ^{aA}	4,17 ^{bA}	3,96 ^{cB}
	60	3,31 ^{bB}	4,01 ^{aA}	3,71 ^{abB}	3,97 ^{aB}
	120	3,09 ^{bB}	4,22 ^{aA}	3,31 ^{bC}	4,16 ^{aA}
	180	3,15 ^{cB}	4,07 ^{aA}	3,47 ^{bBC}	3,92 ^{aB}
CT ³	0	57,91 ^{cA}	99,17 ^{bA}	120,71 ^{aA}	113,89 ^{aA}
	60	48,35 ^{bB}	87,48 ^{aB}	87,48 ^{aB}	87,59 ^{aB}
	120	49,91 ^{cB}	83,84 ^{aBC}	85,41 ^{aBC}	80,93 ^{bBC}
	180	30,44 ^{bC}	77,01 ^{aC}	77,14 ^{aC}	78,74 ^{aC}
DPPH ⁴	0	401,84 ^{bA}	451,94 ^{aA}	462,75 ^{aA}	462,35 ^{aA}
	60	384,08 ^{cB}	426,91 ^{bB}	448,35 ^{aA}	422,31 ^{bB}
	120	384,21 ^{bB}	410,18 ^{aBC}	419,47 ^{aB}	418,61 ^{aBC}
	180	329,40 ^{cC}	408,55 ^{abC}	420,79 ^{aB}	404,31 ^{bC}
ABTS ⁴	0	53,22 ^{cA}	61,08 ^{aA}	57,14 ^{bA}	59,31 ^{abA}
	60	45,93 ^{bB}	56,04 ^{aB}	54,01 ^{aB}	54,96 ^{aB}
	120	43,38 ^{cC}	48,16 ^{aC}	44,37 ^{cC}	46,11 ^{bC}
	180	37,87 ^{dD}	43,49 ^{bD}	39,46 ^{cD}	45,51 ^{aC}
Vit. C ⁵	0	4,95cA*	5,28bcA*	6,14aA*	5,89abA*
	60	4,86bA*	5,57aA*	5,94aA*	5,79aA*

¹mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ²mg de cianidina 3-glicosídeo 100g⁻¹ de amostra em base úmida. ³µg de β-caroteno g⁻¹ de amostra em base úmida. ⁴mg trolox equivalente 100g⁻¹ em base úmida. ⁵mg.100g⁻¹ do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida.*A comparação entre os períodos de armazenamento foi realizada pelo teste de Fisher (p≤0,05). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

O conteúdo de fenóis totais não variou significativamente entre as formulações *diet*, apresentando conteúdo maior que a formulação convencional. Era esperado que a formulação convencional apresenta-se conteúdo maior de fenóis por ter requerido um tempo menor de processamento. Entretanto, a diluição pela adição de sacarose na formulação convencional pode ter promovido uma diminuição destes compostos. Ao longo do armazenamento, as formulações F1, F2 e F3 apresentaram comportamento semelhante, havendo decréscimo significativo no conteúdo até o quarto mês e não variando significativamente até o sexto mês de armazenamento. Quanto a F4, houve redução significativa até o quarto mês de armazenamento, com

acréscimo para conteúdo similar ao segundo mês de armazenamento no sexto período. Nas geleias de araçás também desenvolvidas neste estudo observou-se conteúdo de fenóis significativamente similares no segundo e quarto mês de armazenamento, diferente do observado nas geleias de pitanga, onde o conteúdo de fenóis manteve-se similar no quarto e sexto mês de armazenamento. Observou-se, após seis meses de armazenamento, redução no conteúdo de fenóis totais nas formulações F1, F2, F3, F4, de 24,44%, 23,63%, 27,03% e 24,15%, respectivamente. Corrêa (2012) observou redução de 32,18% durante 90 dias de armazenamento em geleia goiaba, superior a encontrada no presente estudo.

Logo após o processamento, houve diferença significativa no conteúdo de antocianinas entre todas as formulações elaboradas, sendo que a formulação convencional apresentou o menor conteúdo. Melgarejo et al. (2011) acredita que as pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM ou LM) interajam mais com as antocianinas, pois apresentam menos grupos metoxil. Aumentando desta forma o conteúdo quantificado de antocianinas totais através do fenômeno de copigmentação. A diluição pela adição de sacarose, na formulação convencional, também pode ter colaborado para uma quantificação menor deste composto na F1. Chim (2008) encontrou conteúdo superior de antocianinas em sua geleia *light* de amora (38,06% mais antocianinas). Durante o armazenamento, na F1 não houve diferença significativa a partir do segundo mês de armazenamento. Para a F2 não houve diferença significativa entre nenhum período de armazenamento. Na F3 houve diferenças significativas no conteúdo até o quarto mês, com o sexto mês não diferindo significativamente do anterior. Para formulação F4, houve um acréscimo no conteúdo no quarto mês com posterior decréscimo no sexto mês.

As geleias *diet* também apresentaram conteúdo superior de carotenoides. Este resultado é semelhante ao encontrado nas geleias de araçá deste estudo. Provavelmente a diluição provocada pela adição de sacarose na formulação convencional pode ter promovido uma diminuição na quantificação de carotenoides. Os carotenoides são relativamente estáveis ao processamento térmico, dependendo das condições da matéria-prima e as condições do processamento podem sofrer concentração, com conseqüente aumento do seu teor no produto final (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). O comportamento durante o armazenamento foi semelhante entre todas as formulações, havendo estabilização no segundo e quarto mês, e apresentando os menores valores de carotenóides no último período de

armazenamento. Igual et al. (2013) observou perda de 33,63% no conteúdo de β -caroteno ($\text{mg } \beta\text{-caroteno} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em geleias convencionais de uva durante 90 dias de armazenamento. No presente estudo, foram observadas redução nos seis meses de armazenamento, de na F1, F2, F3 e F4, 47,44%, 22,33%, 36,10% e 30,86%, respectivamente.

A atividade antioxidante, tanto pelo método DPPH quanto ABTS, foram superiores nas geleias *diet*, comportamento também observado nas geleias de araçá vermelho deste estudo. Como o conteúdo de fitoquímicos foi superior nas formulações *diet*, é compreensível a maior atividade antioxidante destas geleias. Chim (2008) não observou diferença significativa logo após o processamento entre as geleias convencional ($10,03 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ TE) e *light* ($10,59 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ TE) de amora. Com o armazenamento, observou-se redução da atividade antioxidante por DPPH e ABTS em todas as formulações, sendo os menores valores observados no último período de armazenamento. Corrêa (2012) avaliou a atividade antioxidante de geleia de goiaba acrescida de suco de uva concentrado e também obteve redução na atividade antioxidante durante os 90 dias de armazenamento (de 71,19% de inibição para 57,91% de inibição pelo método DPPH).

Realizando correlação das atividades antioxidantes com os fitoquímicos estudados, observou-se que os carotenóides apresentaram as maiores correlações positivas. Para o método pela captura do radical DPPH obteve-se correlações de $r=0,98$ para a formulação convencional e $r=0,95$ para as formulações *diet*, indicando uma forte correlação. A correlação com o método pela captura do radical ABTS foi de $r=0,91$ para a F1, $r=0,90$ para F2 e F3 e $r=0,93$ para F4, também indicando forte correlação.

Dentre os fitoquímicos analisados, somente os carotenóides e a vitamina C apresentavam maior conteúdo na polpa do fruto pitanga. O processo de concentração pode ter provocado aumento no conteúdo de antocianinas e fenóis totais. Houve redução para F1, F2, F3 e F4 de 58,99%, 56,26%, 49,13% e 51,20%, respectivamente, em comparação com a polpa. Estes resultados demonstram a sensibilidade desta vitamina ao processamento térmico de alimentos. Não observou-se diferença significativa no conteúdo de ácido L-ascórbico entre o produto recém processado e após dois meses de armazenamento. Estes resultados demonstram que o processamento influenciou mais nas perdas de ácido L-ascórbico do que os dois meses de armazenamento.

4.7 Análise microbiológica de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento (180 dias)

Na tabela 17 estão representados os resultados obtidos na análise de bolores e leveduras de geleias de pitanga durante seis meses de armazenamento (180 dias).

Tabela 17. Análise de bolores e leveduras em geleias de pitanga convencional e *diet* durante seis meses de armazenamento (180 dias)

	Tempo de armazenamento (dias)	F1	F2	F3	F4
Bolores e leveduras	0	< 10 UFC.g ⁻¹ *			
	60	< 10 UFC.g ⁻¹ *			
	120	< 10 UFC.g ⁻¹ *			
	180	< 10 UFC.g ⁻¹ *			

*estimado. F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Os resultados obtidos na análise de bolores e leveduras das geleias de pitanga foram semelhantes aos encontrados nas geleias de araçá, demonstrando que a matéria-prima utilizada, o processamento e armazenamento foram adequados, além do uso do benzoato, e que até o sexto mês de armazenamento as geleias não apresentaram contaminação microbiológica. Os valores encontrados estão abaixo do máximo permitido pela RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001). Resultado semelhante foi obtido por Assis et al. (2007) em seu trabalho com geleia de caju.

4.8 Análise sensorial de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis de armazenamento (180 dias)

Na tabela 18 estão representados os resultados obtidos para os atributos de qualidade de geleias de pitanga vermelha convencional e *diet* durante seis meses de armazenamento (180 dias).

Tabela 18. Análise sensorial de atributos de qualidade (cor, brilho, sabor, aroma, gosto doce, gosto ácido e textura) de geleias de pitanga vermelha convencional e *diet* durante seis meses de armazenamento (180 dias)

Atributos	Tempo de armazenamento (dias)	Tempo de armazenamento (dias)			
		F1	F2	F3	F4
Cor	0	7,26 ^{bA}	8,00 ^{aA}	6,62 ^{cA}	7,20 ^{bA}
	60	7,52 ^{aAB}	6,72 ^{aA}	6,52 ^{aA}	7,16 ^{aA}
	120	7,50 ^{aAB}	6,74 ^{aA}	6,88 ^{aA}	6,94 ^{aA}
	180	6,82 ^{aB}	6,60 ^{aA}	6,30 ^{aA}	6,86 ^{aA}
Brilho	0	8,28 ^{aA}	7,30 ^{bA}	6,56 ^{cA}	7,18 ^{bAB}
	60	7,64 ^{aB}	6,74 ^{abA}	6,60 ^{bA}	7,08 ^{abB}
	120	7,78 ^{aAB}	7,08 ^{bA}	7,26 ^{abA}	7,28 ^{abAB}
	180	6,96 ^{bC}	7,08 ^{bA}	6,66 ^{bA}	7,76 ^{aA}
Sabor	0	7,62 ^{aA}	7,06 ^{bA}	6,90 ^{bA}	7,06 ^{bA}
	60	7,36 ^{aA}	6,16 ^{bB}	6,02 ^{bB}	6,94 ^{abA}
	120	7,24 ^{aA}	6,42 ^{aAB}	6,36 ^{aAB}	7,02 ^{aA}
	180	7,02 ^{aA}	6,84 ^{aAB}	6,86 ^{aAB}	7,18 ^{aA}
Aroma	0	7,30 ^{aA}	7,10 ^{aA}	6,94 ^{aA}	7,08 ^{aAB}
	60	7,28 ^{aA}	6,78 ^{aA}	6,66 ^{aA}	7,22 ^{aA}
	120	7,20 ^{aA}	6,46 ^{aA}	6,70 ^{aA}	6,82 ^{aAB}
	180	6,84 ^{aA}	6,54 ^{aA}	6,70 ^{aA}	6,58 ^{ab}
Gosto doce	0	7,52 ^{aA}	6,92 ^{bA}	6,84 ^{bA}	7,06 ^{abA}
	60	7,10 ^{aA}	6,10 ^{abA}	5,96 ^{bA}	6,78 ^{abA}
	120	7,12 ^{aA}	6,30 ^{aA}	6,48 ^{aA}	6,52 ^{aA}
	180	6,72 ^{aA}	6,64 ^{aA}	6,58 ^{aA}	6,90 ^{aA}
Gosto ácido	0	7,34 ^{aA}	6,96 ^{aA}	6,78 ^{aA}	6,94 ^{aA}
	60	6,12 ^{ab}	5,18 ^{aC}	5,14 ^{ab}	5,82 ^{ab}
	120	6,70 ^{aAB}	5,74 ^{abC}	6,28 ^{aA}	6,00 ^{aAB}
	180	6,74 ^{aAB}	6,44 ^{aAB}	6,54 ^{aA}	6,70 ^{aAB}
Textura	0	7,80 ^{aA}	7,34 ^{abA}	7,08 ^{bA}	7,34 ^{abA}
	60	7,58 ^{aAB}	6,76 ^{aA}	6,66 ^{aA}	7,24 ^{aA}
	120	7,70 ^{aAB}	7,20 ^{aA}	7,26 ^{aA}	7,32 ^{aA}
	180	7,02 ^{aB}	6,90 ^{aA}	6,80 ^{aA}	7,34 ^{aA}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tratamentos). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (entre tempos de armazenamento). F1= convencional; F2= aspartame; F3= sacarina + ciclamato; F4= acessulfame + sucralose.

Com relação ao atributo cor, a F2 recebeu a maior média. As formulações F1 e F4 receberam médias significativamente semelhantes e a F3 recebeu a menor média. Em geleia de mirtilo, Pelegrine et al. (2012) observou em formulação convencional média superior (7,08) para o atributo cor em relação a versão *light* (6,40). Durante o armazenamento, houve queda significativa nas médias apenas na F1, sendo que nas demais formulações não houve diferença significativa entre nenhum período de armazenamento.

Para o atributo brilho, a formulação que apresentou a maior média foi a F1, seguida pela F2 e F4. Nachtigall e Zambiasi (2006) também observou média superior para o atributo brilho na formulação convencional de geleia de hibisco (6,73). A menor média foi observada para a F3. Com o armazenamento houve queda significativa nas médias do atributo brilho para a F1. Para a F4 houve redução nas médias no segundo e quarto mês, com posterior aumento no sexto mês de armazenamento. Nas formulações F2 e F3 não houve diferença significativa durante a estocagem. Nachtigall e Zambiasi (2006) observou incremento significativo nas médias do atributo brilho para a formulação convencional de geleia de hibisco.

Para o atributo sabor observou-se que a F1 apresentou a maior média, não havendo diferença significativa entre as demais formulações. Pelegrine et al. (2012) também obteve médias superiores para geleia de mirtilo convencional (6,56) quando comparada com a versão *light* (4,69). Com o armazenamento foi observada diferença significativa nas médias durante os seis meses apenas nas formulações F2 e F3.

Logo após o processamento não houve diferenças significativas entre as formulações para o atributo aroma. Em estudos com geleia convencional, *light* e *diet* elaboradas com casca de maracujá, Silva et al. (2012) encontrou médias para o atributo aroma de 7,54, 6,94 e 7,20, respectivamente. Durante os períodos de armazenamento, houve diferença significativa apenas na formulação F4, onde ocorreu diminuição significativa na média.

No atributo gosto doce as formulações F2 e F3 apresentaram as menores médias. Não houve diferença significativa entre nenhum período de armazenamento em nenhuma das formulações. Durante o período de armazenamento de geleias convencional e *light* de morango, Zambiasi, Chim e Bruscatto (2006) observaram queda significativa nas médias do atributo gosto doce.

Com relação ao atributo gosto ácido não houve diferença significativa entre os tratamentos logo após o processamento. Durante o armazenamento houve queda significativa nas médias nos segundo e quarto mês, com posterior elevação nas médias no sexto mês para todas as formulações. Silva et al. (2006) em estudo realizado com geleias de abacaxi, não observou diferença significativa no atributo acidez das formulações convencional e *light* durante quatro meses de armazenamento.

A formulação F2 foi a que apresentou a menor média para o atributo textura, enquanto a F1 apresentou a maior. Silva et al. (2012) observou que sua geleia *light* de casca de maracujá amarelo apresentou média superior para o atributo textura (7,12), em comparação com a formulação convencional (6,86) e *diet* (6,64). Durante o armazenamento houve diferença significativa nas médias apenas na F1, onde se observou um decréscimo da média no sexto mês de armazenamento.

Na figura 9 estão representados os resultados obtidos no teste de aceitabilidade de geleias de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.

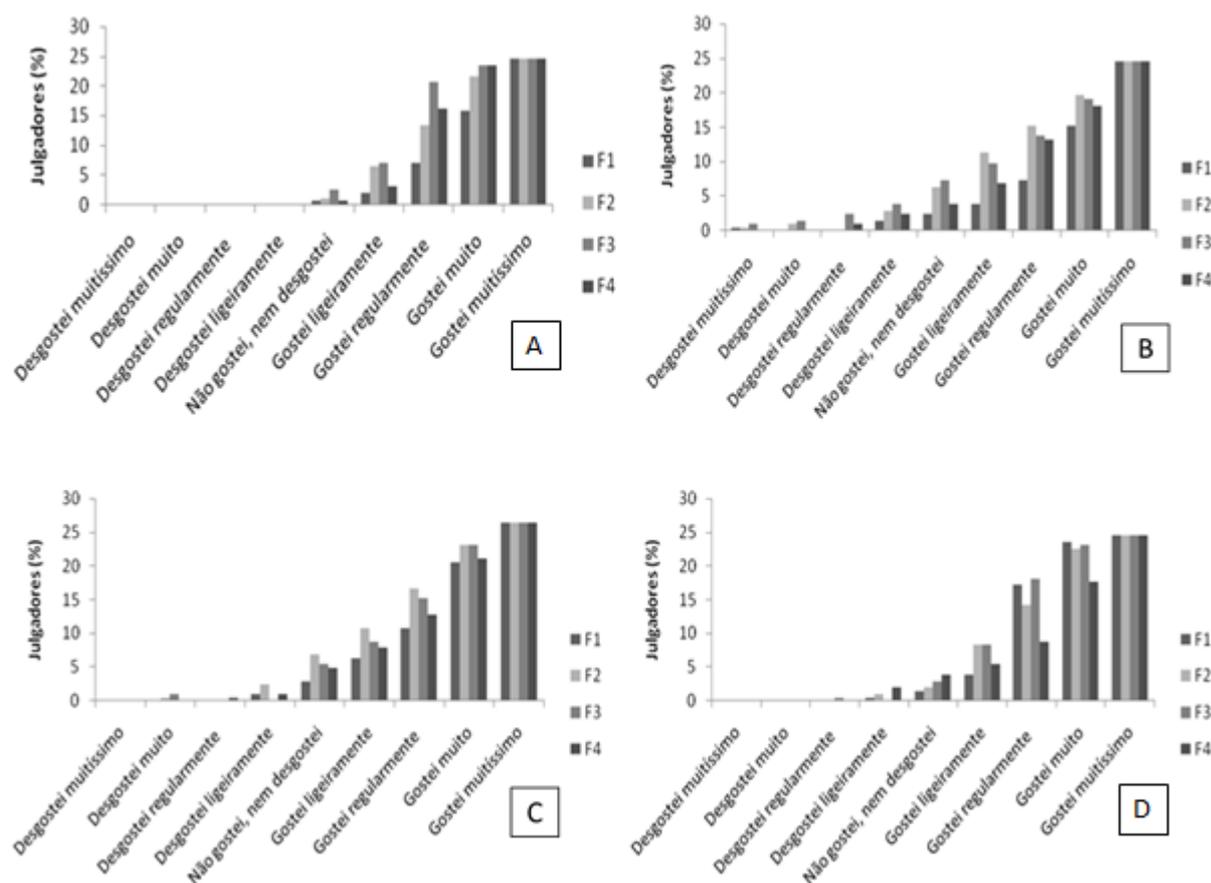


Figura 9 - Teste de aceitabilidade de geleias de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias); D= seis meses de armazenamento (180 dias).

O índice de aceitabilidade obtido para as geleias logo após o processamento para as geleias F1, F2, F3 e F4 foi de 88,67%, 80,89%, 75,78% e 80,44%, respectivamente. Assim como a geleia convencional de araçá elaborada no presente estudo, a geleia convencional de pitanga obteve o maior IA logo após o

processamento. Rutz et al. (2012) também obteve maior IA na geleia convencional (81,40%) comparativamente a geleia light (78,9%) de physalis.

A F1 apresentou o maior índice de aceitabilidade (85,56%) no segundo mês de armazenamento, seguida da formulação F2 (79,33%). As formulações F3 e F4 receberam IA de 73,78% e 79,33%. Assim como, logo após o processamento, no segundo mês de armazenamento, a geleia convencional apresentou o maior índice de aceitabilidade.

No quarto mês de armazenamento a geleia convencional (F1) continuou apresentando o maior índice de aceitabilidade (82,22%). As formulações F2, F3 e F4 apresentaram IA de 74,44%, 76,67% e 80,00%, respectivamente.

No sexto mês de armazenamento a geleia que apresentou o maior índice de aceitabilidade foi a F4 (82,89%), seguida da F1 (78,89%). As formulações F2 e F3 apresentaram IA de 78,22% e 75,78%, respectivamente. Estes resultados demonstram que a geleia com acessulfame e sucralose e a convencional foram as mais bem aceitas pelos consumidores.

Na figura 10 estão representados os resultados obtidos no teste de intenção de compra de geleias de pitanga vermelha durante seis meses (180 dias) de armazenamento.

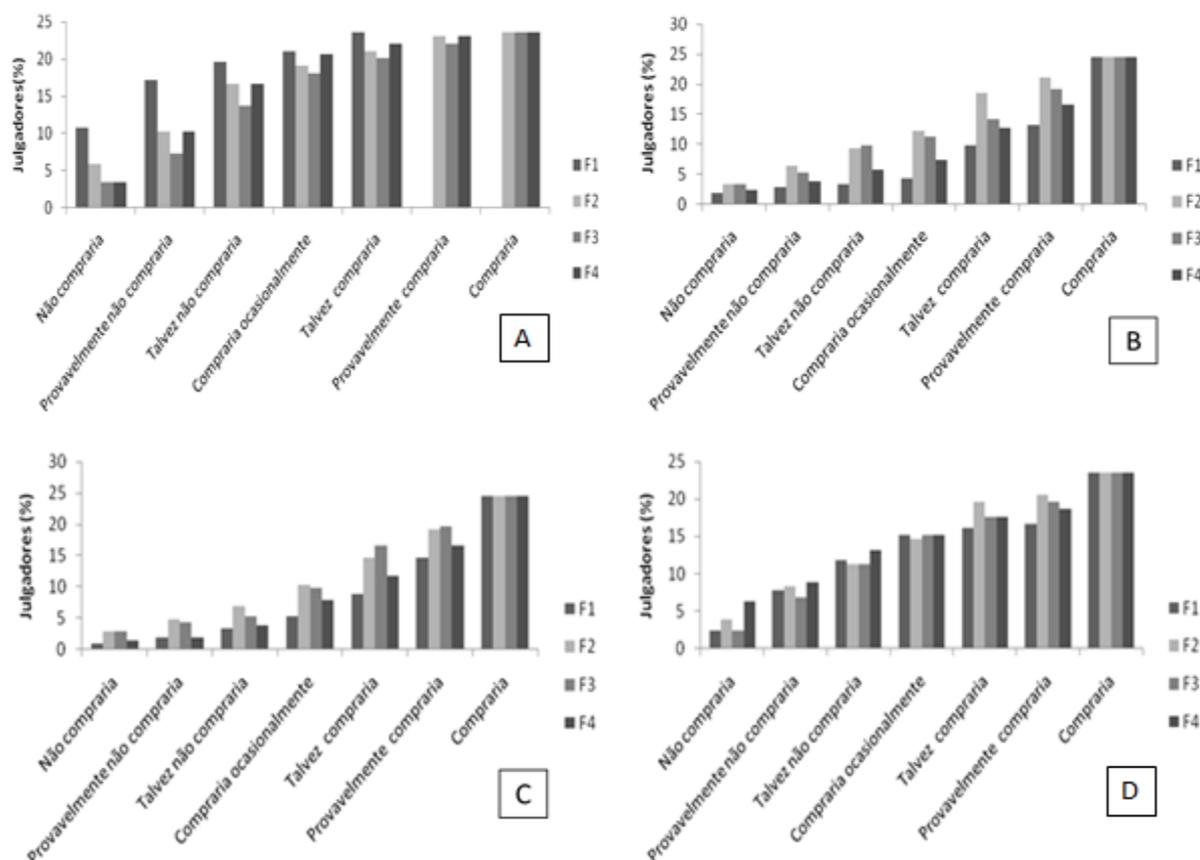


Figura 10 - Teste de intenção de compra de geleias convencional e *diet* de pitanga vermelha durante seis meses de armazenamento. A= logo após o processamento; B= dois meses de armazenamento (60 dias); C= quatro meses de armazenamento (120 dias); D= seis meses de armazenamento (180 dias).

Em desacordo com o índice de aceitabilidade, logo após o processamento, observou-se que a geleia convencional apresentou a menor intenção de compra (44,63%). A geleia que apresentou a maior intenção de compra foi a F4 (89,21%), seguida da F2 (86,78) e F3 (83,82%). Era esperado um resultado de intenção de compra superior para a geleia convencional, já que para o teste de aceitabilidade a mesma apresentou o melhor resultado.

A geleia convencional (F1) apresentou o menor índice de intenção de compra (51,95%) no segundo mês de armazenamento. Era esperado que apresentasse o maior, pois no teste de aceitabilidade obteve o maior IA. Resultado semelhante foi obtido na geleia convencional logo após o processamento. A formulação que obteve a maior intenção de compra foi a F2 (76,49%), seguida das formulações F3 (69,11%) e F4 (61,27%).

Da mesma forma que nos outros tempos de armazenamento, no quarto mês de armazenamento o maior índice de aceitabilidade não condiz com o maior

resultado da intenção de compra. A geleia convencional (F1) apresentou intenção de compra de 53,43%. Para F2, F3 e F4 o resultado para intenção de compra foi de 68,62%, 70,59% e 60,78%, respectivamente.

No último mês de armazenamento todas as geleias receberam mais de 70% na intenção de compra das geleias de pitanga. Entre as formulações, a com aspartame (F2) apresentou o melhor resultado (78,43%), seguida da formulação F3, com sacarina e ciclamato (75,95). A formulação F4, que recebeu o maior índice de aceitabilidade neste período de armazenamento, recebeu o menor resultado para intenção de compra (75,01%). Os testes de aceitabilidade e intenção de compra são análises subjetivas, onde o instrumento utilizado para analisar são as pessoas. Desta forma, variações deste tipo são esperadas, pois são inúmeros os fatores que podem afetar a resposta dos julgadores (DUTCOSKY, 2007; GULARTE, 2009). Os testes foram realizados com diferentes provadores em todos os períodos de armazenamento avaliados, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos. A maioria dos provadores participantes apresentaram idade inferior a 19 anos, o que pode indicar que mesmo eles gostando muito do produto não possuem o hábito de comprar geleias.

5 Conclusão

É viável a utilização de araçá vermelho e pitanga vermelha para elaboração de geleias convencional e sem adição de açúcar. Os parâmetros físico-químicos avaliados demonstraram estar adequados para este tipo de produto.

Com relação aos fitoquímicos avaliados, verificou-se que as geleias *diet* apresentaram maior conteúdo destes compostos, tanto para as geleias elaboradas com araçá quanto para as elaboradas com pitanga, resultado da menor diluição destes compostos pela não adição de sacarose aos produtos. Somente o ácido L-ascórbico não variou em seu conteúdo entre os dois tipos de processamento em geleias de araçá vermelho.

O armazenamento provocou perdas significativas em todos os compostos avaliados, com exceção do ácido L-ascórbico, que foi avaliado somente até o segundo mês em geleia de pitanga. A atividade antioxidante também diminuiu significativamente com o tempo de armazenamento. Quando comparados os tratamentos com a polpa dos frutos, observou-se que somente os carotenóides da polpa de pitanga e a vitamina C (polpa de araçá e pitanga) sofreram perdas com o processamento.

Todas as geleias elaboradas no presente estudo não apresentaram contaminação por bolores e leveduras, estando em consonância com os parâmetros exigidos pela legislação para geleias e demonstrando que do ponto de vista microbiológico geleias são produtos muito estáveis.

Com relação à análise sensorial das geleias de araçá, após quatro meses de armazenamento todas as formulações apresentaram índice de aceitabilidade e intenção de compra superior a 70%. As geleias com aspartame e sacarina sódica + ciclamato foram as que apresentaram o maior potencial de consumo. Para as geleias de pitanga, após seis meses de armazenamento todas as formulações apresentaram intenção de compra e índice de aceitabilidade superior a 70%, sendo o maior potencial de consumo obtido para as geleias com aspartame e acesulfame + sucralose.

6 Referências

- AOAC, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 18th Edition AOAC International, Gaithersburg MD. 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 14141. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ADA. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal of the American Dietetic Association, New York, v. 104, n. 2, p. 255-275, 2004. Disponível em: <<http://www.estright.org/ada/files/nutritive1.pdf>>. Acesso em: 14 dez 2014.
- ARAÚJO, J. M. A.. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2011. 601p.
- ARÉVALO-PINEDO, A. et al. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geléias de araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.4, p.397-403, 2013.
- ASSIS, M. M. M. et al. Processamento e estabilidade de geleia de caju. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.46-51, 2007.
- AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 326p.
- BAGETTI, M. **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. 2009. 85f. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.
- BATISTA, A. D. et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos de pitangueiras oriundas de Cinco Municípios Baianos. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n.3, p. 397- 407, 2014.
- BOPP, B. A; PRICE, P. Cyclamate. In: Nabors, L. O. **Alternative sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 2001.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p.25-30, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO - CNNPA nº. 12, de 1978. Normas Técnicas Especiais. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 30 jul. 2013

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. PORTARIA nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7f683d00474575d283bed73fbc4c6735/PORTARIA_29_1998.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 30 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 27 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1c2998004bc50d62a671ffbc0f9d5b29/RDC_N_360_DE_23_DE_DEZEMBRO_DE_2003.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 29 jul. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de alimentos – 2º versão**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 44 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20272-2005.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%20272-2005.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008. Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso: 30 jul 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Aceso em: 13 fev. 2015.

BUTCHKO, S. E. Aspartame. In: Nabors, L. O. (Org). **Alternative sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 2001.

CÂNDIDA, L. M. B. et al. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 423p.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Substitutos de gordura. **Bol. CEPPA**, v. 13, n. 2, p. 125–164, Curitiba, 1995.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v.113, p.859-871, 2009.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. rev. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 203p.

CHIM, J. F.. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*rubus sp.*) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geleias convencional e light**. 2008. 99f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783p.

COHEN, L. A. A review of animal model studies of tomato carotenoids, lycopene, and cancer chemoprevention. **Exp. Biol. Med.**, v. 227, p. 864-868, 2002.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A.. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.

CORRÊA, R. C. G. **Propriedades antioxidantes e reológicas de geleia de goiaba com adição de suco de uva concentrado**. 2012. 32f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá.

DAMIANI, C et al. Antioxidant potential of *Psidium guinnensis* Sw. jam during storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.90-98, 2012.

DAMODARAN, S. et al. **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DUTCOSKY, S. D.. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 239p.

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

FETTER, M. R.; VIZZOTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALEZ, T. N.; Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleyanum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Braz. J. Food Technol.**, III SSA, 2010.

FRANZON, R. C. Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/133/>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

FRANZON, R. C. Pitanga: fruta de sabor agradável e de usos diversos. Embrapa Clima Temperado, 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/976014/1/PitangaFranzon.pdf>>. Acesso em: 14 abr 2014

FREITAS, S. M. L.; **Alimentos com alegação *diet* ou *light*: definições, legislação e implicações no consumo**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

GOLDSMITH, L. A. Acute and subchronic toxicity of sucralose. **Food and Chemical Toxicology**, New York, v. 38, suppl. 2, p. 53-59, 2000.

GOMES, C. R. et al. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates *diet* em sacarose e *light* em calorias. **Ciênc.Tecnol.Aliment**, v. 27, n. 3, p. 614-623, Campinas, 2007.

GRANADA, G. G. et al. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geléias *light* de abacaxi. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v.25, n.04, p.629-635, Campinas, 2005.

GULARTE, M. A.. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Ed. da Universidade Federal de Pelotas, 2009. 106p.

HÄKKINEN, S.H.; KÄRENLAMPI, S.O.; HEINONEN, M.; MYKKANEN, M.; TORRONEN, A.R. HPLC Method for screening of flavonoids and phenolic acids in berries. **Journal Science Food Agricultural**, v.77, p.543-551, 1998.

HAMINIUK, C.W.I et al. Influence of temperature on the rheological behavior of whole araçá pulp (*Psidium cattleianum* Sabine). **LWT**, v.39, p.426-430, 2006.

HASS, L. I. R. **Caracterização físico-química, fitoquímica, atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e efeitos antiproliferativos de extratos dos frutos do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e da guabioba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.)**. 2011. 107f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

IGUAL, M. et al. Jam processing and storage effects on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p.736 –744, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/>>. Acesso em: 25 jun 2013.

- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- JESUS, M. A. C. L. **Desenvolvimento da geleia de caju Diet**. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em ciências de alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Bahia.
- LIRA, J. S. et al. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 2007. 87p.
- LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, v.7, p.83-84, 1972.
- LIMA, V. L. A. G. et al. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.447-450, 2002.
- LOPES, R. L. T. **Conservação de alimentos**. Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais: CETEC, 2007. 26p.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p.
- MACIEL, M. I. S. et al. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. **B CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 247-256, 2009.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/public/upload/legislation/1379429768.pdf>>. Acesso em: 03 fev 2015.
- MARTINS, S. et al. Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review. **Biotechnology Advances**, v.29, p. 365–373, 2011.
- MEDINA, A. L.; Haas, L. I. R. et al. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, v. 128, p. 916-922, 2011.
- MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação da textura de bombons com recheio de longa duração. **Rev. Bras. Ciênc. Farm**, v. 36, supl. 1, p. 48, São Paulo, 2000.
- MELGAREJO, P. et al. Anthocyanin content and colour development of pomegranate jam. **Food and Bioproducts Processing**, v. 89, p. 477-481, 2011.
- MELO, A. P. C et al. Caracterização física e química de frutos de araçá (*Psidium guineense* Swartz). **Comunicata Scientiae**, v. 4, n.1, p. 91-95, 2013.
- MOURA, G. C. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pitangas em função de diferentes estádios de maturação e espaçamentos de plantio. **Comunicado Técnico**. Pelotas, RS. Dezembro 2011.

NACHTIGALL, A. M. et al; Geléia light de hibisco: características físicas e químicas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 155-161, 2004.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, C. R. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 47-58, 2006.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P. Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 3, p. 640- 651, 2014.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulado e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.25-33, 2006.

OLIVEIRA, L. A. **Manual de laboratório: análises físico-químicas de frutas e mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 248p.

PELEGRINE, D. H. G. et al. Geleia de mirtilo elaborada com frutas da variedade climax: desenvolvimento e análise dos parâmetros sensoriais, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.3, p.225-231, 2012.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of biotechnology and biodiversity**, v. 3, nº. 4, p. 146-152, 2012.

PERSON, R. L. Saccharin. In: Nabors, L. O. **Alternative Sweeteners**. New York: Marcel Dekker, 2001.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. **Espécies frutíferas nativas do sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 122p.

RENWICK, A. G. et al. The fate of intense sweeteners in the body. **Food Chemistry**, n. 16, p. 281-301, 1985.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A.G. **Química de Alimentos**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2007. 184p.

RODRIGUEZ-AMAYA, B.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILST Press. 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. et al. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100p.

RUFINO, Maria do Socorro Moura et al. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{•+}. **Comunicado Técnico**. Embrapa. Fortaleza, Ceará. 2007.

- RUTZ, J. K. et al. Geleia de *Physalis Peruviana* L.: Caracterização bioativa, antioxidante e sensorial. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 369-375, 2012.
- SANTOS, Marli da Silva et al. Caracterização do suco de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) extraído mecanicamente e tratado enzimaticamente. **Acta Sci. Agron.**, v.29, p. 617-621, 2007.
- SANTOS, M. S. **Caracterização físico-química e aproveitamento tecnológico do *Psidium cattleianum* Sabine (Araçá-vermelho)**. 2006. 177f. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.
- SANTOS, M. S. et al. Propriedades reológicas de doce em massa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.01, n.02, p. 104-116, 2007.
- SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Rev. Nutr.** vol.17, n.02, 2004.
- SHANKAR, P. et al. Non-nutritive sweeteners: Review and update. **Nutrition**. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2013.03.024>>. Acesso em: 1 jul 2013.
- SHIBAO, J. et al. **Edulcorantes em alimentos - aspectos químicos, tecnológicos e toxicológicos**. São Paulo: Editora Phorte, 2009. 112p.
- SHUKLA, T. P. Problems in fat-free and sugarless baking. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 40, n. 3; p.159-160, 1995.
- SILVA, A. F. R. **Geléias convencional e *light* elaboradas a partir do aproveitamento dos resíduos gerados na agroindústria do abacaxi (*ananás comosus(L)*)**. 2006, 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SILVA, C. M. R. et al. Elaboração de geleias mistas, nas formulações tradicional, *light* e *diet* a partir da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa Degener*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.06, n.02, p.770-780, 2012.
- SILVA, M. R. et al. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.
- SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica em alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2007. 109p.
- TORREZAN, R. **Manual para a produção de geleias de frutas em escala industrial**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1998. 27p.

VINCI, G.; BOTRE, F.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, London, v. 53, n. 2, p. 211-214, 1995.

WILLE, G. M. F. C. et al. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1360-1366, 2004.

WOLFHARD, R.; LIPINSKI, G. W. R. The new intense sweetener acessulfame K. **Food Chemistry**, v. 16, p. 259-269, 1985.

WOSIACKI, G. et al. Functional Fruits in the Araucária Forest/Brasil. 2010. Disponível em: < <http://www.fruit-processing.com/>>. Acesso em: 5 jun 2013.

ZAMBIAZI, R. C. **Análise físico-química de alimentos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 2010. 202p.

ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M. Avaliação das características e estabilidade de geleias *light* de morango. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.17, n.2, p.165-170, 2006.

Apêndices

Apêndice A – Ficha utilizada no teste de aceitação e intenção de compra para geleias de araçá e de pitanga convencionais e *diet*

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELEIA DE ARAÇÁ/PITANGA CONVENCIONAL E *DIET*

Nome: _____ Data: _____

Faixa etária: () menor que 19 () 20 a 45 anos () maior que 45 anos

Sexo () M () F

Você está recebendo 04 amostras codificadas de geleias de araçá/pitanga convencional e *diet*. Por favor, prove-as da esquerda para a direita e avalie cada atributo de acordo com a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou.

- 1 = desgostei muitíssimo
- 2 = desgostei muito
- 3 = desgostei regularmente
- 4 = desgostei ligeiramente
- 5 = não gostei, nem desgostei
- 6 = gostei ligeiramente
- 7 = gostei regularmente
- 8 = gostei muito
- 9 = gostei muitíssimo

Código das amostras	_____	_____	_____	_____
Cor	_____	_____	_____	_____
Brilho	_____	_____	_____	_____
Sabor	_____	_____	_____	_____
Aroma	_____	_____	_____	_____
Gosto doce	_____	_____	_____	_____
Gosto ácido	_____	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____	_____
Qualidade global	_____	_____	_____	_____

Indique sua opinião com base na escala abaixo. Se você encontrasse este produto a venda, você:

7. compraria
6. provavelmente compraria
5. talvez compraria
4. compraria ocasionalmente
3. talvez não compraria
2. provavelmente não compraria
1. não compraria

Código da amostra _____ _____ _____ _____

Intenção de compra _____ _____ _____ _____

Comentários:

Obrigada pela participação!

Apêndice B – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente consentimento livre e esclarecido, eu _____, portador(a) do documento de Identidade _____, declaro que fui informado(a), de forma clara e detalhada, dos objetivos, da justificativa e da forma de trabalho desta pesquisa, através de encontro individual e livre de qualquer forma de constrangimento e coerção.

Projeto: **Geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento.**

OBJETIVOS: Fui informado(a) de que o objetivo desta pesquisa é avaliar a aceitação e a intenção de compra das amostras de geleias convencionais e *diet* de araçá vermelho e de pitanga vermelha.

PROCEDIMENTOS: Fui informado(a) de que receberei amostras de geleias convencionais e *diet* de araçá vermelho e pitanga vermelha, para que eu avalie as características sensoriais do produto.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Fui informado(a) de que não existe riscos no estudo. Declaro que não possuo nenhum tipo de alergia (taninos, glúten, lactose) e/ou reação adversa a este produto.

BENEFÍCIOS: O benefício de participar da pesquisa relaciona-se ao fato que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: A minha adesão à pesquisa ocorrerá de forma voluntária e nenhum tipo de penalidade será aplicado caso não seja do meu interesse participar.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante o estudo e que os dados coletados só serão utilizados para fins de pesquisa.

CONSENTIMENTO: Ciente das informações citadas anteriormente, eu concordo em participar da avaliação sensorial de geleias convencionais e *diet* de araçá vermelho e pitanga vermelha.

ASSINATURA: _____ DATA: ___ / ___ / _____

ASSINATURA DOS PESQUISADORES RESPONSÁVEIS:

Pesquisador (a) Gabriela Niemeyer Reissig

Professor (a) supervisor (a) Dr^a. Josiane Freitas Chim

Universidade Federal de Pelotas.