

**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

**Estabilidade de compostos potencialmente bioativos e alterações de qualidade em frutos e produtos de pimenta (*Capsicum* spp.)**

**Juliele Ilone Dambros**

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de  
Bibliotecas Catalogação na Publicação

D156e Dambros, Juliele Ilone

Estabilidade de compostos potencialmente bioativos e alterações de qualidade em frutos e produtos de pimenta (*capsicum* spp.) / Juliele Ilone Dambros ; Josiane Freitas Chim, Fábio Clasen Chaves, orientadores ; Cesar Valmor Rombaldi, Rosa Lia Barbieri, coorientadores. — Pelotas, 2014.

112 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Variabilidade genética. 2. Processamento. 3. Compostos fitoquímicos. 4. Análise sensorial. I. Chim, Josiane Freitas, orient. II. Chaves, Fábio Clasen, orient. III. Rombaldi, Cesar Valmor, coorient. IV. Barbieri, Rosa Lia, coorient. V. Título.

CDD : 633.83

**Juliele Ilone Dambros**

**Estabilidade de compostos potencialmente bioativos e alterações de qualidade em frutos e produtos de pimenta (*Capsicum* spp.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Comitê de Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Josiane Freitas Chim  
Prof. Dr. Fábio Clasen Chaves  
Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosa Lia Barbieri

Pelotas, 2014

**Banca examinadora:**

Profª. Drª. Josiane Freitas Chim – UFPel

Prof. Dr. Fábio Clasen Chaves – UFPel

Drª. Juliana Castelo Branco Villela – Embrapa Clima Temperado

Drª. Ana Paula Antunes Correa – Embrapa Clima Temperado

Dedico à minha família que é minha base, meu orgulho, vocês são a minha  
inspiração.

## **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Pelotas e à Capes, através do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo bolsa de estudos concedida.

À SCIT-RS e ao CNPq pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelos ensinamentos, em especial a minha comissão orientadora: Josiane Chim, Fábio Chaves, Cesar Rombaldi e Rosa Lia Barbieri.

À Henrique Padilha e Juliana Vilella pelas amostras gentilmente disponibilizadas.

À toda equipe do laboratório pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho: Vera, Rosane, Priscila, Camila, Helene, Caroline, Leandro, Ícaro, vocês foram fundamentais.

Aos colegas do laboratório de Grãos, de Cromatografia, de Biopolímeros, pela disponibilidade de equipamentos, ajuda e amizade.

Aos amigos e colegas estudantes de Pós-Graduação, pelo apoio, incentivo e amizade.

À Mauricio Seifert pela longa e grande amizade, pelo excelente convívio e paciência nestes dois anos.

Não posso deixar aqui de agradecer de forma muito especial a Jessica Hoffmann uma das pessoas fundamentais para a conclusão desta etapa. Pela sua amizade, conversas, rizadas, por tornar esta etapa mais fácil...

A toda a minha família que sempre esteve torcendo por mim. Aos meus pais, Vilson e Marta Dambros, irmão Ezequiel Dambros e ao meu “Nono” Valdemar e minha “Nona” Amélia, pelo amor, carinho, apoio e orações, vocês são minha a base, meu orgulho!

À todos que de alguma maneira contribuíram para a construção desse trabalho meu muito obrigado!

À Deus a luz que me guia.

Sonhos são possíveis basta acreditar e lutar por eles.

## Resumo

DAMBROS, Juliele Ilone. **Estabilidade de compostos potencialmente bioativos e alterações de qualidade em frutos e produtos de pimenta (*Capsicum* spp.)** 2014. 114f. 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, 2014.

As pimentas do gênero *Capsicum* spp. fazem parte da biodiversidade e da riqueza cultural brasileira, são cultivadas em todo o território nacional possuindo uma enorme variedade de cores, sabores, tamanho e pungência. A Embrapa Clima Temperado – Pelotas, com o intuito de conservar e caracterizar a variabilidade genética de pimentas do gênero *Capsicum*, mantém um banco ativo de germoplasma de *Capsicum* (BAG). As pimentas são utilizadas *in natura* ou processadas. Portanto muitos destes genótipos necessitam de avaliação quanto aos aspectos de qualidade e potencial para utilização em produtos alimentícios. Durante o processamento, pode ocorrer redução no teor de compostos bioativos, pela sua instabilidade às condições tecnológicas de processamento, o que conseqüentemente pode reduzir a capacidade antioxidante, além de interferir também nas características sensoriais. Com base nisto o presente trabalho teve como objetivo caracterizar acessos de pimenta *Capsicum* spp. para fins tecnológicos e avaliar a estabilidade de compostos potencialmente bioativos. O teor de compostos fenólicos de pimentas *in natura* variou de 52,45 mg.100g<sup>-1</sup>(P259) a 21,20 mg.100g<sup>-1</sup> (P27) equivalentes de ácido gálico. O teor de carotenoides totais variou de 0,64 mg.100g<sup>-1</sup> (P259) a 40,26 mg.100g<sup>-1</sup> (P115) equivalentes de β-caroteno, o teor de ácido L-ascórbico de 158,38 mg.100g<sup>-1</sup> (P22) a 18,86 mg.100g<sup>-1</sup> (P115) e o teor de capsaicinoides totais de 0,024 mg.100g<sup>-1</sup> (3,93 SHU) no acesso P27 a 1734 mg.100g<sup>-1</sup> (279.174,27 SHU) para o acesso P247. Em relação aos produtos observaram-se perdas e incrementos nos teores de compostos bioativos, os quais foram influenciados pelo tipo de processamento e pelas características iniciais do fruto *in natura* (principalmente para geleia e pirulito, quando comparado com teor do fruto *in natura*). A redução do teor de vitamina C (ácido L-ascórbico), chegou a 81,62% para a conserva da pimenta P259, e o teor de compostos fenólicos totais em conserva de pimenta P115 foi 5 vezes menor quando comparado ao fruto *in natura*. O processamento de pimenta conserva, desidratada e em pasta promoveu o incremento no teor de carotenoides totais. A análise sensorial dos produtos revelou que os consumidores de pimenta da região de Pelotas/RS preferem produtos com pungência não muito elevada e de coloração vermelha.

**Palavras-chave:** variabilidade genética; processamento; compostos fitoquímicos; análise sensorial

## Abstract

DAMBROS, Juliele Ilone. **Stability of potentially bioactive compounds and quality changes in fruits and products of pepper (*Capsicum* spp.)**. 2014. 114f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

*Capsicum* spp., part of the Brazilian biodiversity and cultural richness, are grown all over the country having a huge variety of colors, flavors, size and pungency. Embrapa Temperate Climate - Pelotas, in order to conserve and characterize the variability of *Capsicum*, maintains an active germplasm bank of *Capsicum* (BAG). The peppers are used fresh or processed. Therefore many of these genotypes require evaluation of quality attributes and potential for use in food products. During processing, a reduction in the content of bioactive compounds, due to their instability to technological processing conditions, can consequently reduce their antioxidant capacity, and also interfere with sensory characteristics. The present study aimed to characterize pepper *Capsicum* spp. accessions for technological purposes and to evaluate the stability of potentially bioactive compounds. The content of phenolic compounds in fresh pepper fruit ranged from 52.45 mg.100g<sup>-1</sup> (P259) to 21.20 mg.100g<sup>-1</sup> (P27) of gallic acid equivalents. The total carotenoid content ranged from 0.64 mg.100g<sup>-1</sup> (P259) to 40.26 mg 100g<sup>-1</sup> (P115) of  $\beta$ -carotene, the content of L-ascorbic acid from 158.38 mg 100g<sup>-1</sup> (P22) 18.86 mg.100g<sup>-1</sup> (P115) and total capsaicinoids content from 0.024 mg.100g<sup>-1</sup> (3,93 SHU) in accession P27 to 1734 mg.100g<sup>-1</sup> (279.174,27 SHU) for the P247 accession. For pepper products, losses and increments in the content of bioactive compounds were observed influenced by the type of processing and the initial characteristics of the fresh fruit (mainly for jelly and lollipops when compared to the content of the fresh fruit). Vitamin C (L-ascorbic acid) reduction was 81.62% for the pickled pepper P259, and total phenolics content of pickled pepper P115 was 5 times lower when compared to the fresh fruit. The processing of pickled, dehydrated and pepper sauce promoted the increase in the levels of total carotenoids. The sensory analysis of the products revealed that consumers of pepper in Pelotas/RS prefer products medium pungency and red color.

**Key words:** genetic variability, processing, phytochemical compounds, sensory analysis

## Lista de Figuras

Figura 1. Estrutura dos principais capsaicinoides (a) e capsinoides (b) encontrados em pimentas.....	24
Figura 2. Localização dos capsaicinoides em blisters. (a) Tecido de pimenta C. chinense cv. Habanero. (b) Blisters onde ocorre o acúmulo dos capsaicinoides. (c) Superfície epidérmica do septo intralocular de pimenta Habanero (topo) pungente e cultivar não pungente (inferior).....	25
Figura 3. Rota de biossíntese de capsaicinoides em pimentas.....	26
Figura 4. Via de biossíntese dos principais carotenoides encontrados em pimentas <i>Capsicum</i> .....	29
Figura 5. Reação de oxidação levando a formação de melanina.....	32
Figura 6. Esquema da degradação do ácido ascórbico.....	33
Figura 7. Conservas de pimentas Dedo de moça (A), P259 (B) e P115 (C).....	63
Figura 8. Teste de aceitabilidade de conservas de pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.....	65
Figura 9. Intenção de compra de conservas de pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.....	66
Figura 10. Pastas de pimentas Dedo de moça (A), P259 (B) e P115 (C).....	67
Figura 11. Teste de aceitabilidade de pastas das pimentas Dedo de moça (DM), P115 e P259.....	69
Figura 12. Intenção de compra de pastas das pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.....	70
Figura 13. Sedimentação de molho da pimenta P115, com diferentes concentrações goma xantana de goma carragena armazenados por 30 dias.....	71

Figura 14. Sedimentação de molho da pimenta P259, com diferentes concentrações de goma xantana e goma carragena, armazenados por 30 dias.....	72
Figura 15. Sedimentação de molho da pimenta Dedo de moça, com diferentes concentrações de goma xantana e goma carragena, armazenados por 30 dias. ....	73
Figura 16. Análise reológica de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de diferentes concentrações de goma xantana. ....	74
Figura 17. Análise reologia de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de diferentes concentrações de goma carragena.....	74
Figura 18. Análise reológica de molhos de pimenta P115 adicionados de diferentes concentrações de goma xantana.....	75
Figura 19. Análise reológica de molhos de pimenta P115 adicionados de diferentes concentrações de goma carragena. ....	75
Figura 20. Análise reológica de molhos de pimenta P259 adicionados de diferentes concentrações de goma xantana.....	76
Figura 21. Análise reológica de molhos de pimenta P259 adicionados de diferentes concentrações de goma carragena. ....	76
Figura 22. Molhos de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.....	77
Figura 23. Escala hedônica de molhos de pimenta Dedo de moça (DM) adicionados de goma xantana e goma carragena.....	81
Figura 24. Escala hedônica de molhos de pimenta P115 adicionados de goma xantana e goma carragena.....	81
Figura 25. Escala hedônica de molhos de pimenta P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.....	82
Figura 26. Intenção de compra de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de goma xantana e goma carragena.....	83

Figura 27. Intenção de compra de molhos de pimenta P115 adicionados de goma xantana e goma carragena.....	84
Figura 28. Intenção de compra de molhos de pimenta Dedo de moça, P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.....	84
Figura 29. Pirulito de pimentas Dedo de moça (A), P27 (B), P115 (C) e P259 (D). ..	85
Figura 30. Escala hedônica de pirulito de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259. ....	88
Figura 31. Intenção de compra de pirulitos de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.....	89
Figura 32. Geleia de pimenta Dedo de moça (A), P27 (B), P115 (C) e P259 (D).....	90
Figura 33. Escala hedônica de geleias de pimenta Dedo de moça, P27, P115 e P259. ....	92
Figura 34. Intenção de compra de geleias de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.....	94
Figura 35. Pimentas Dedo de moça, P115 e P259 desidratadas em estufa (superior) e ao sol (inferior).....	97
Figura 36. Pimentas Dedo de moça desidratada artificialmente em secador (A) e naturalmente ao sol (B) provenientes do município de Turuçu-RS .....	101
Figura 37. Escala hedônica de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol. ....	102
Figura 38. Intenção de compra de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol. ....	103

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Características físico-químicas de acessos de pimentas <i>Capsicum</i> spp. e de pimenta Dedo de moça (DM).....	55
Tabela 2. Análise biométrica e rendimento de polpa de acessos de pimenta <i>Capsicum</i> spp. e pimenta Dedo de moça (DM).....	56
Tabela 3. Composição centesimal de acessos de pimenta <i>Capsicum</i> spp. e pimenta Dedo de moça .....	57
Tabela 4. Fenóis totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de acessos de pimentas <i>Capsicum</i> spp. e Dedo de moça.....	60
Tabela 5. Capsaicinoides de acessos de pimentas <i>Capsicum</i> spp. e Dedo de moça .	61
Tabela 6. Características físico-químicas de pimentas em conserva Dedo de moça (DM), P259 e P115.....	62
Tabela 7. Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em conserva.....	62
Tabela 8. Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pimenta Dedo de moça P115 e P259 em conserva.....	64
Tabela 9. Análise sensorial de atributos (pungência, textura, cor, sabor e aroma) de conserva de pimenta Dedo de moça, P115 e P259 .....	65
Tabela 10. Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em pasta .....	67
Tabela 11. Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em pasta.....	67

Tabela 12. Fenois totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pimenta Dedo de moça, P115 e P259 em pasta .....	68
Tabela 13. Análise sensorial de atributos de qualidade (pungência, consistência, cor, sabor e aroma) de pasta de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 .....	70
Tabela 14. Características físico-químicas de molhos de pimentas adicionados de carragena (GC) e goma xantana (GX) de pimentas Dedo de moça (DM), P115 e P259 .....	78
Tabela 15. Composição centesimal de molho de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 adicionados de goma xantana (GX) e goma carragena (GC) .....	79
Tabela 16. Fenois totais, antocianinas totais, carotenoides totais, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) de molho de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionado de goma xantana (GX) e goma carragena (GC) .....	80
Tabela 17. Análise de atributos de qualidade (pungência, viscosidade, cor, sabor e aroma) em molhos de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena .....	83
Tabela 18. Características físico-químicas de pirulitos de pimentas Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.....	85
Tabela 19. Composição centesimal de pirulito de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.....	86
Tabela 20. Fenois totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pirulito de pimentas Dedo de moça, P27, P115 e P259.....	87
Tabela 21. Análise sensorial de atributos de qualidade (pungência, textura, cor sabor e aroma) em pirulito de pimenta P27, Dedo de moça (DM), P115 e P259 .....	88
Tabela 22. Características físico-químicas de geleia de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259 .....	90

Tabela 23. Composição centesimal de geleia pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259 .....	91
Tabela 24. Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de geleia pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.....	92
Tabela 25. Análise de atributos de qualidade (pungência, textura, cor, sabor e aroma) de geleia de pimenta P27, Dedo de moça (DM), P115 e P259 .....	93
Tabela 26. Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (ES) e naturalmente ao sol.....	96
Tabela 27. Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratada artificialmente em estufa (Es) e ao sol .....	98
Tabela 28. Fenóis totais, antocianinas totais, carotenoides totais, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e ácido ascórbico de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (Es) e naturalmente ao sol.....	99
Tabela 29. Atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e ácido ascórbico de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (Es) e naturalmente (ao sol).....	100
Tabela 30. Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça seca artificialmente em secador e naturalmente ao sol .....	100
Tabela 31. Composição centesimal de pimenta Dedo de moça seca artificialmente em secador e naturalmente ao sol .....	101
Tabela 32. Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C (Vit. C) de pimenta Dedo de moça, seca artificialmente normal (A. normal), seca artificialmente polpa (A. Polpa), seca artificialmente (A. Semente) e seca ao sol normal (S. Normal), seca ao sol polpa (S. Polpa) e seca ao sol semente (S. Semente).....	102
Tabela 33. Análise de atributos de qualidade de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol .....	103

## Sumário

Resumo.....	8
Abstract.....	9
1. Introdução.....	19
1.1. Hipóteses.....	21
1.2 Objetivos.....	21
2. Revisão Bibliográfica.....	22
2.1. As pimentas ( <i>Capsicum</i> spp.).....	22
2.2. Carotenoides.....	27
2.3. Compostos fenólicos.....	29
2.4. Ácido L-ascórbico (Vitamina C).....	30
2.5. Estabilidade e degradação de compostos bioativos.....	31
2.6. Processamento de alimentos.....	33
2.7. Métodos de conservação em alimentos.....	34
2.7.1. Conservação pelo uso do calor.....	35
2.7.2. Conservação de alimentos pelo uso do açúcar.....	36
2.7.3. Conservação de alimentos com base na modificação do pH.....	37
2.8. Análise sensorial em alimentos.....	37
3. Material e métodos.....	39
3.1 Material.....	39

3.1.1. Material vegetal.....	39
3.2 Métodos .....	41
3.2.1 Processamento das pimentas .....	41
3.2.1.1. Pirulito .....	41
3.2.1.2. Geleia.....	41
3.2.1.3. Conserva.....	42
3.2.1.4. Molho .....	42
3.2.1.4.1. Testes para estabilização de molhos: sedimentação e análise reológica de gomas xantana e carragena .....	43
3.2.1.5. Pasta.....	43
3.2.1.6. Pimenta desidratada artificialmente em estufa e naturalmente ao sol .....	44
3.2.2. Determinações físico-químicas .....	44
3.2.2.1. Tamanho dos frutos e rendimento de polpa.....	44
3.2.2.2. Carboidratos totais .....	45
3.2.2.3. Valor energético (kcal) .....	45
3.2.2.4. Proteínas.....	45
3.2.3.5. Umidade.....	45
3.2.3.6. Cinzas .....	46
3.2.3.7. Lipídios totais .....	46
3.2.3.8. Cor .....	47
3.2.3.9. Potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável .....	47
3.2.3.10. Teor de sólidos solúveis (°Brix).....	48

3.2.3.11. Teor de compostos fenólicos totais.....	48
3.2.3.12. Carotenoides totais .....	48
3.2.3.13. Antocianinas totais .....	49
3.2.3.14. Ácido L-ascórbico.....	49
3.2.3.15. Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH .....	50
3.2.3.16. Atividade antioxidante pelo método do radical ABTS.....	51
3.3.4. Determinações sensoriais .....	51
3.3.4.1. Teste de Aceitação .....	51
3.3.4.2. Intenção de Compra.....	52
3.4. Análise Estatística.....	53
4. Resultados e discussão .....	54
4.1. Caracterização físico-química de acessos <i>in natura</i> .....	54
4.2. Caracterização físico-química e sensorial de produtos de pimentas ( <i>Capsicum spp.</i> ).....	61
4.2.1. Conservas de pimenta .....	61
4.2.2. Pastas de pimenta .....	66
4.2.3. Molhos de pimenta.....	70
4.2.4. Pirulitos de pimenta.....	85
4.2.5. Geleias de pimenta .....	89
4.2.6. Pimenta desidratada artificialmente em estufa e naturalmente ao sol .....	94
4.2.7. Pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol provenientes do município de Turuçu-RS.....	100

5. Conclusão .....104

6. Referências.....105

## 1. Introdução

Pimentas e pimentões pertencem à família Solanaceae, e ao gênero *Capsicum*, são plantas originárias das Américas e seus primeiros consumidores foram os índios, que a utilizavam para temperar e conservar seus alimentos. Com a chegada dos colonizadores portugueses e espanhóis, estes frutos foram disseminados para o restante do mundo. A pimenta *Capsicum* é hoje cultivada em vários países e sua produção vem aumentando ao longo do tempo. Seu potencial bioativo e uso culinário dão a pimenta demanda de mercado durante o ano todo, pois pode ser usada na forma fresca ou seca, isolada ou em combinação como agente aromatizante.

Estudos demonstram que as pimentas pertencentes ao gênero *Capsicum* são fontes de compostos bioativos, de reconhecido benefício à saúde humana, dentre eles podem ser citados, compostos fenólicos, carotenoides, capsaicinoides e vitaminas, destacando-se a A e a C (GIUFFRIDA et al., 2012; EGGINK et al., 2012; MARÍN et al., 2004). Estes compostos naturalmente presentes em pimentas são potencialmente agentes antioxidantes, ou seja, possuem a capacidade de capturar radicais livres, que estão envolvidos no desenvolvimento de doenças, como variados tipos de cânceres. Porém com o processamento, podem ocorrer perdas ou redução na quantidade destes compostos pela sua instabilidade as condições tecnológicas a qual o alimento é exposto, como temperatura, oxigênio, luz, entre outros fatores, o que pode reduzir sua capacidade antioxidante.

Compostos de interesse presentes exclusivamente e em abundância nas pimentas do gênero *Capsicum* são os alcaloides, denominados capsaicinoides. Os mais frequentemente encontrados são a capsaicina e a diidrocapsaicina que representam aproximadamente de 80 a 90% do total da pungência, característica marcante destes frutos. Estudos demonstram que os capsaicinoides possuem diversas aplicações fisiológicas e farmacológicas incluindo ações analgésicas, anti-inflamatória e antiobesidade (REYES-ECOGIDO; GONZALEZ-MONDRAGON; VAZQUEZ-TZOMPANTZA, 2011; WHITING et al., 2012).

A variabilidade (diferenças morfológicas e físico-químicas) de plantas do gênero *Capsicum* depende de diversos fatores como condições ambientais, geográficas, formas de manejo, bem os processos de armazenamento e processamento. O Brasil é um dos centros de diversidade do gênero *Capsicum*.

Segundo Ribeiro (2008), as pimentas do gênero *Capsicum* fazem parte da biodiversidade e da riqueza cultural brasileira, são cultivadas em todo o território nacional possuindo uma enorme variedade de cores, sabores, tamanhos e pungência. No Brasil são cultivadas diversas variedades dentre as mais comuns destacam-se: Dedo de moça, Cumari, Chapéu de bispo, Malagueta, Pimenta de cheiro, entre outras. A produção de pimenta no Brasil está concentrada em sua maior parte nas regiões sudeste e centro-oeste e sul, sendo uma atividade de grande importância socioeconômica, por constituir-se em uma opção de integração do pequeno agricultor com a agroindústria (MADAIL et al., 2005; VAGNER, 2003).

No Rio Grande do Sul, a cidade que se destaca na produção de pimentas é o município de Turuçu, sendo reconhecida nacionalmente como a “Capital Nacional da Pimenta”, com cerca de um século de exploração comercial. A cidade viveu seu grande momento no ano de 2000, deste então o número de produtores vem diminuindo gradativamente e a cultura da pimenta vem perdendo espaço para a fumicultura (MADAIL et al., 2005). Esta diminuição da área plantada está sendo influenciada pela dificuldade no controle de pragas principalmente a antracnose (causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*), aliada às dificuldades de comercialização dos produtos.

Com o intuito de dar sustentabilidade à cadeia produtiva da pimenta na região sul do Brasil ainda são necessários trabalhos que contribuam para a melhoria no sistema de produção, aumentando a eficiência e reduzindo os custos, para isto os acessos de pimenta do banco ativo de germoplasma de *Capsicum* (BAG) da Embrapa Clima Temperado – Pelotas têm sido caracterizados em relação à variabilidade genética e a resistência à antracnose (principal doença que ataca a cultura e que causa grandes perdas). Porém muitos destes genótipos precisam também ser avaliados quanto aos aspectos de qualidade e potencial para utilização em produtos derivados. Os produtos elaborados com maior frequência pelos produtores da região são geleia, molho, conserva e pimenta seca. Por isso há uma demanda por novas variedades de pimenta, que além de serem resistentes à antracnose, tenham características que resultem em produtos processados de alta qualidade.

Com base nisto o presente projeto de pesquisa objetivou caracterizar acessos de pimenta *Capsicum* spp. para fins tecnológicos e avaliar a estabilidade de compostos potencialmente bioativos em conserva, molho, pirulito, geleia, pasta e desidratada.

### **1.1. Hipóteses**

A variabilidade genética de pimentas *Capsicum* spp. do BAG propicia a prospecção de diferentes propriedades físico-químicas e tecnológicas dos acessos em estudo.

O processamento acarreta modificações quanto aos aspectos fitoquímicos, levando ao incremento (concentração) de alguns compostos e à diminuição (degradação) de outros.

### **1.2 Objetivos**

Caracterizar 10 (dez) acessos de pimentas *Capsicum* spp. do BAG da Embrapa Clima Temperado - Pelotas quanto às propriedades físico-químicas.

Estudar a estabilidade de compostos potencialmente bioativos em produtos de pimenta *Capsicum* spp. elaborados a partir de acessos selecionados.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. As pimentas (*Capsicum* spp.)

Pimentas e pimentões pertencem ao gênero *Capsicum* spp., (a palavra *Capsicum* é oriunda do grego, *kapso* que significa picar e *kapsakes* cápsula), são originárias das Américas e pertencem à família das Solanáceas, a mesma do tomate e da berinjela (REIFSCHNEIDER, 2000; RIBEIRO et al., 2008;).

Para Bianchetti (1996) e Reifschneider (2000), o gênero *Capsicum*, apresenta três níveis de domesticação:

1- Plantas domesticadas: são aquelas que foram selecionadas por determinadas características, e que são incapazes de sobreviver em condições ambientais naturais.

2- Plantas semidomesticadas: são plantas selecionadas e cultivadas, mas ainda não domesticadas, que apresentam ainda um grau de dependência do homem.

3- Plantas silvestres: são as plantas que não são cultivadas e nem ocorrem em ambientes que foram alterados pelo homem.

Dentre as plantas do gênero *Capsicum* que apresentam domesticação podem ser citadas cinco espécies:

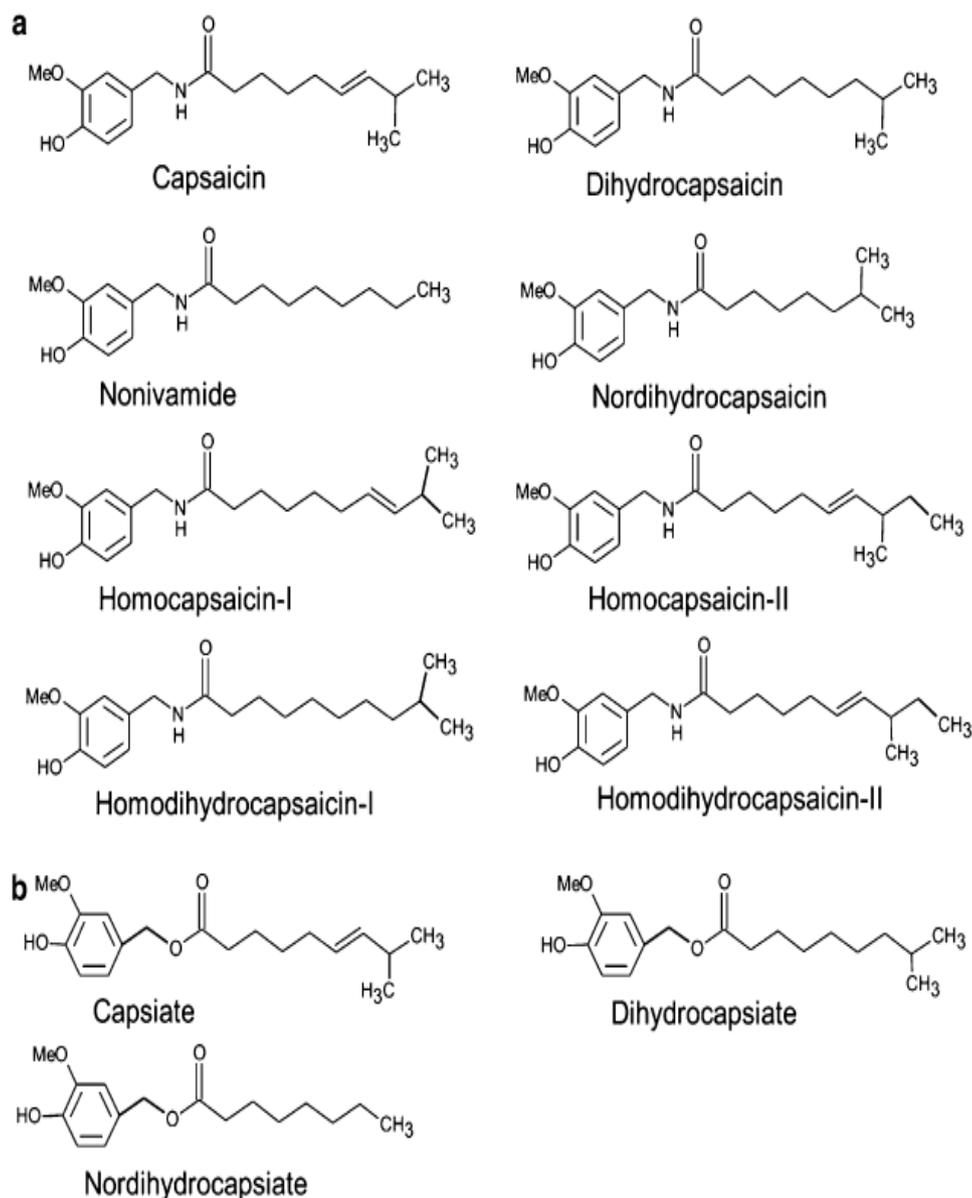
- a) *Capsicum baccatum*
- b) *Capsicum annuum*
- c) *Capsicum frutescens*
- d) *Capsicum pubescens*
- e) *Capsicum chinense*

Os índios sul-americanos foram os primeiros consumidores de pimenta *Capsicum* e a utilizavam para conservar e temperar suas comidas. Com a chegada dos espanhóis e portugueses a pimenta foi disseminada para todo o mundo, tornando-se uma das especiarias picantes mais consumidas. As três principais espécies de pimentas *Capsicum* cultivadas mundialmente são as do gênero *C. frutescens* L., *C. chinense* Jacq. e *C. annuum* L. (RIBEIRO et al., 2008; VAGNER, 2003; MASI et al., 2007).

As pimentas, além de consumidas *in natura*, podem ser processadas e utilizadas em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos, como

condimentos, molhos, conservas, corantes, na indústria de remédios e de aerossóis (MADAIL et al., 2005).

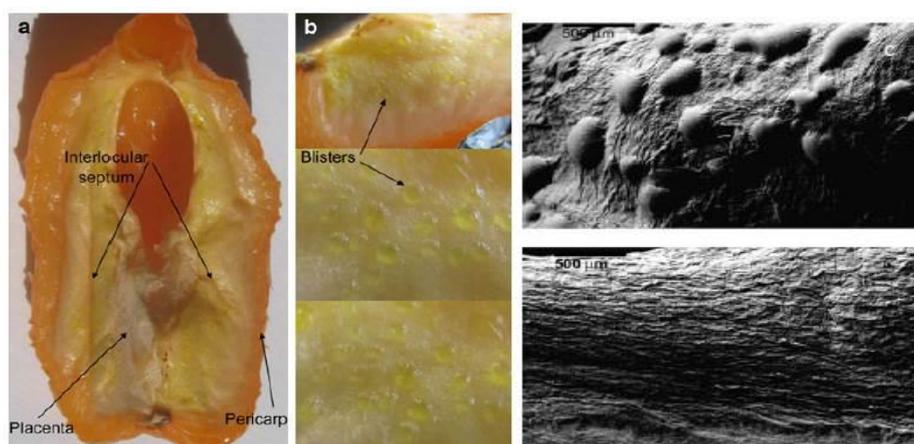
Um das principais características do gênero *Capsicum* é a pungência e/ou sabor picante, proporcionada por uma série de compostos alcaloides, denominados capsaicinoides, que também são os principais compostos relacionados com sua atividade biológica. Na Figura 1 são apresentados os capsaicinoides que ocorrem em maior quantidade nas pimentas: a capsaicina, a dihidrocapsaicina e a nordihidrocapsaicina (VAGNER, 2003). Em estudo desenvolvido por PETER (2007), o mesmo verificou que os três principais compostos responsáveis pela pungência dos frutos estão distribuídos em maior concentração na placenta, seguido da semente e polpa. A concentração mais elevada de capsaicinoides nas células placentárias se deve ao fato de que este é o local de síntese e armazenamento destes compostos (PRASAD et al., 2006), sendo que seu acúmulo ocorre em torno de 20 dias após a antese (ESTRADA et al., 1999).



**Figura 1.** Estrutura dos principais capsaicinoides (a) e capsinoides (b) encontrados em pimentas. Fonte: Aza-González et al., 2011.

Em nível molecular, um pequeno locus do alelo *Pun 1* está sendo proposto como sendo um dos principais responsáveis pela presença/ausência de capsaicinoides, por estar correlacionado com a formação dos *blisters* (bolhas) onde são acumulados após sua síntese, como pode ser verificado na Figura 2 (BLUM et al., 2002; MASI et al., 2007). Foi verificado que pimentas não pungentes apresentam a deleção de 2,5 kb do promotor e o primeiro exon do gene codificante para AT3 uma possível aciltransferase, a qual afeta diretamente a presença/ausência de capsaicinoides. Stewart Jr et al. (2007) citam algumas razões que colocam o gene

AT3 como um forte candidato para a regulação da síntese de capsaicinoides: (1) seus transcritos acumulam-se especificamente na placenta de pimentas pungentes, (2) pimentas não pungentes mostram deleção deste gene (3) o silenciamento do gene (usando a técnica de VIGS) reduz a acumulação de capsaicinoides em aproximadamente 70%.

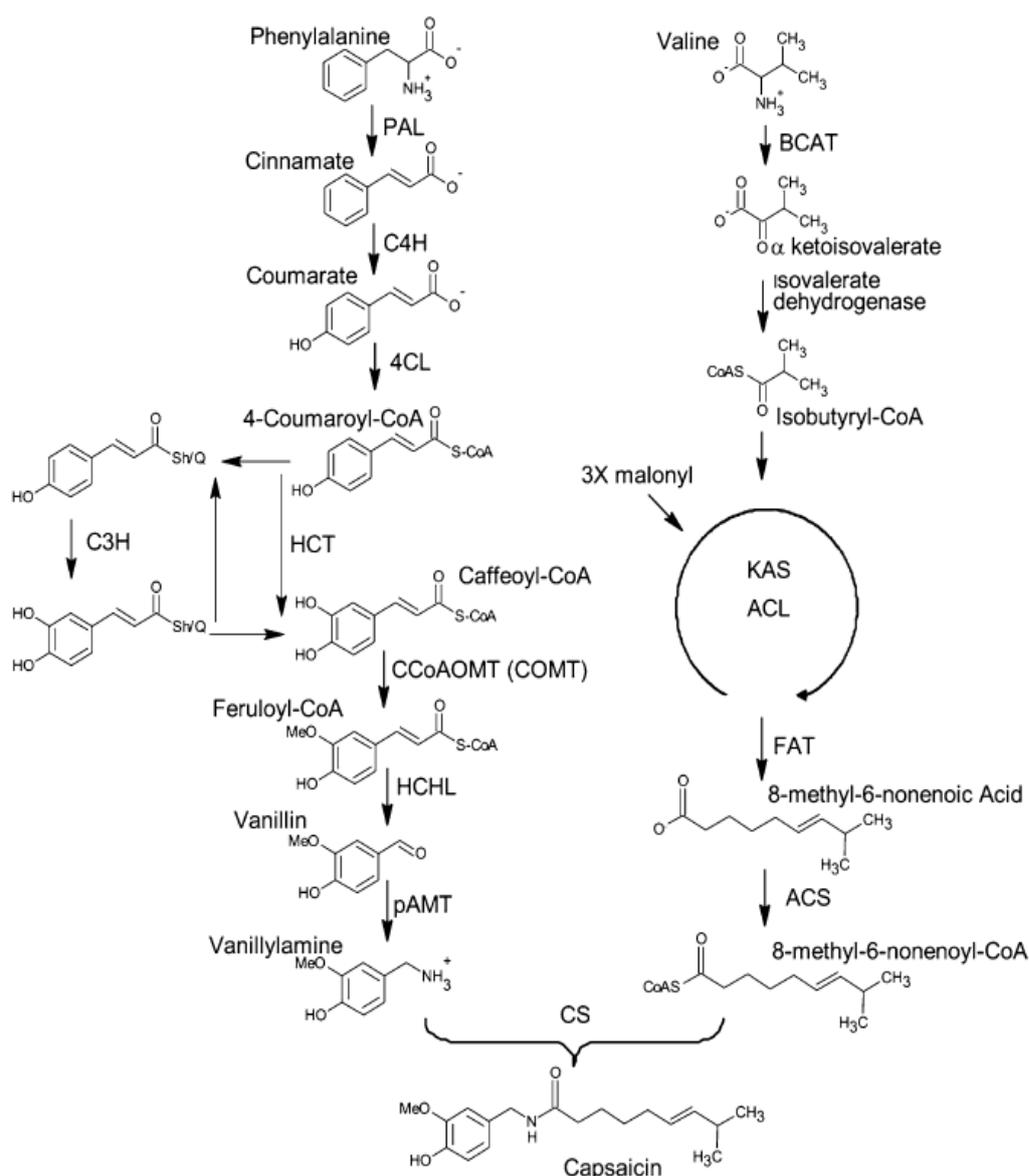


**Figura 2.** Localização dos capsaicinoides em blisters. (a) Tecido de pimenta *C. chinense* cv. Habanero. (b) Blisters onde ocorre o acúmulo dos capsaicinoides. (c) Superfície epidérmica do septo intralocular de pimenta Habanero (topo) pungente e cultivar não pungente (inferior).

Fonte: adaptado de Aza-González et al., 2011 e Stewart Jr et al., 2007.

Os capsaicinoides são amidas da vanililamina (4-hidróxi-3metóxi-benzilamina) e de ácidos graxos saturados e insaturados, portanto oriundos de duas rotas metabólicas distintas (Figura 3). A principal enzima responsável pela síntese de capsaicinoides é a capsaicina sintase, que realiza a condensação dos compostos das duas rotas metabólicas (valinamida e ésteres de ácidos graxos).

A concentração de capsaicinoides em frutos de pimenta está correlacionada com fatores climáticos. Estudos estão sendo desenvolvidos para tentar elucidar como estes interferentes, principalmente os trazidos pela escassez de água podem afetar a síntese e/ou teor destes e de outros compostos de importância para o desenvolvimento da planta e/ou fruto. Estrada (1999) evidenciou um aumento no conteúdo de capsaicinoides, em relação às plantas controle, quando as mesmas foram submetidas a estresse hídrico.



**Figura 3.** Rota de biossíntese de capsaicinóides em pimentas. PAL fenilalanina amônia liase, C4H cinamato 4-hidroxilase, 4CL 4-coumaroil-CoA ligase, HCT hidroxicinamoil transferase, C3H cumaroil siquimato/quinato 3-hidroxilase, CCoAOMT cafeoil-CoA 3-O-metiltransferase, COMT ácido cafeico O-metil transferase, HCHL hidroxicinamoil-CoA hidratase/liase, pAMT putativa aminotransferase, BCAT 'branched-chain' amino ácido transferase, KAS ketoacil-ACP sintase, ACL acil carregadora de proteína, FAT acil ACP tioesterase, ACS acil-CoA sintetase, CS capsaicina ou capsaicinoide sintase. Fonte: Aza-González et al., 2011.

Estudos comprovam que os capsaicinóides possuem comprovada ação benéfica à saúde humana como: redução de riscos de doenças coronárias, antitumorais, gastrointestinais, redução do peso corporal, do colesterol e da oxidação

do LDL (*low-density lipoprotein*) — lipoproteínas de baixa densidade do plasma sanguíneo, propriedades atribuídas à atividade antioxidante, que tais compostos possuem (LUO et al., 2011). O primeiro teste para mensurar o nível de pungência das pimentas foi um teste organoléptico desenvolvido por W.L. Scoville em 1912. Os resultados desse teste são expressos em SHU (*Scoville Heat Unit*) que é o número de vezes que um extrato de pimenta precisa ser diluído para que perca a ardência.

A sensação de ardência provocada pelos capsaicinoides é percebida pelo organismo humano por receptores químicos denominados de valinóides, os quais desencadeiam diversos processos fisiológicos. Um deles é a liberação de endorfinas, que provocam uma sensação de bem estar, provável razão pela qual existem “adeptos” ao consumo de *Capsicum* (LUO et al., 2011).

## 2.2. Carotenoides

Os carotenoides são compostos terpenoides formados por oito unidades de isoprenos divididos em dois grupos: I) os carotenos formados apenas por hidrocarbonetos, como o  $\beta$ -caroteno e o  $\gamma$ -caroteno, e II) as xantofilas que contém oxigênio (grupos hidroxilas carbonilas e carboxilas), como a luteína e a zeaxantina. São insolúveis em água, apresentam-se de forma variada resultando em uma enorme gama de coloração que depende de cada espécie/cultivar. Possuem coloração que varia do vermelho ao laranja, amarelo ou marrom, sua coloração é resultante da presença de um sistema de duplas ligações conjugadas. Para que a coloração amarela apareça são necessárias, no mínimo sete ligações conjugadas, sua cor se intensifica com o aumento de duplas ligações conjugadas na molécula, como por exemplo, o licopeno que contém 11 duplas ligações conjugadas, contendo coloração vermelha característica (CHITARRA; CHITARRA, 2005; BOBBIO; BOBBIO, 2003).

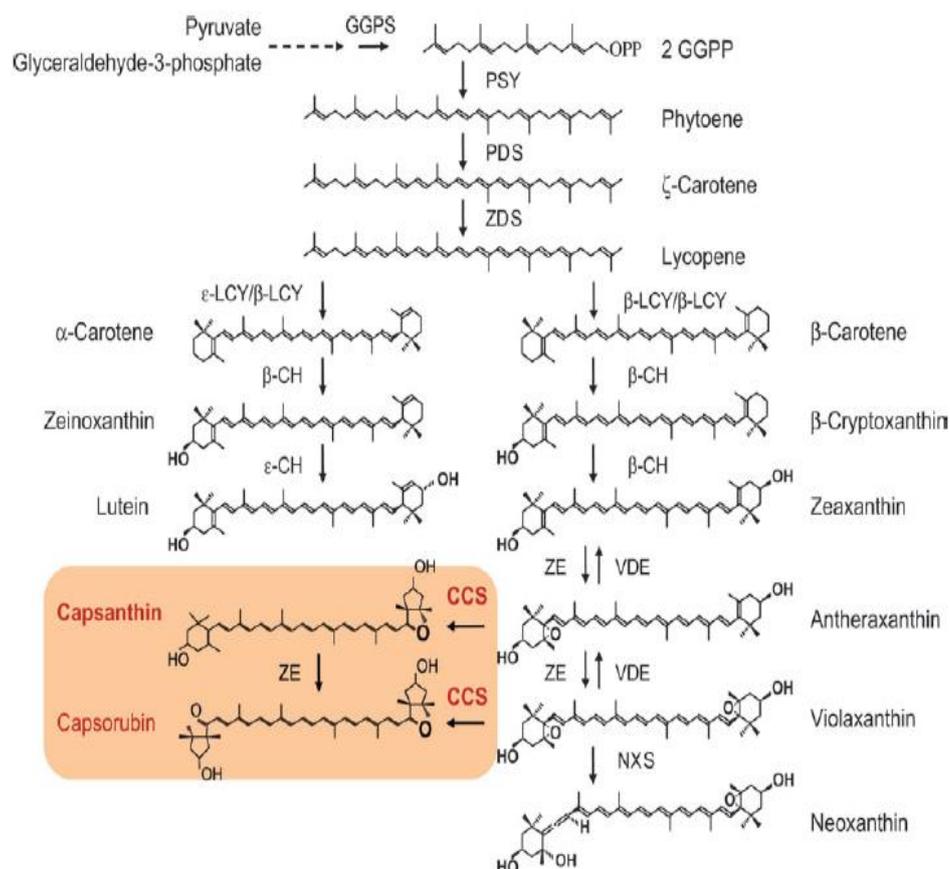
Os carotenoides são um dos mais importantes e mais difundidos grupos de corantes naturais. A maior produção de carotenoides ocorre nos tecidos fotossintéticos de plantas e algas e são essenciais para a proteção contra os estragos causados pela luz (sua síntese depende da presença da luz) e oxigênio atmosférico, sua presença muitas vezes é mascarada pela clorofila. Os animais são incapazes de produzir carotenoides por isso precisam ingeri-los em sua dieta, podendo acumular e/ou convertê-lo através de precursores, por exemplo, conversão de  $\beta$ -caroteno em vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; UENOJO et al., 2009). O estágio de

maturação é um fator que afeta a composição dos carotenoides. A maturação hortaliças e o amadurecimento em frutas são geralmente acompanhados por um aumento na síntese e acúmulo de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Os carotenoides apresentam propriedades antioxidantes, são conhecidos por reagir com o oxigênio singlete, protegendo assim as células dos radicais livres. Vários estudos indicam que os carotenoides desempenham um papel importante na prevenção de doenças como o câncer especialmente de pulmão, catarata, arteriosclerose, retardo do envelhecimento precoce, degeneração muscular e doenças cardiovasculares (NEVES, 1998; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Um dos carotenoides mais comumente encontrado nos tecidos vegetais é o  $\beta$ -caroteno, sendo usado na indústria alimentícia como corante tanto na forma natural como sintética. Muitos são os carotenoides encontrados em plantas (700 estruturas já foram identificadas), incluindo o  $\alpha$ -caroteno (cenoura), capsantina (pimenta vermelha), luteína e zeaxantina (milho), bixina (sementes de urucum),  $\beta$ -caroteno (tomate, abóboras) (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

Em *Capsicum* os carotenoides são os compostos responsáveis pela variabilidade de coloração dos frutos, sendo estes sintetizados durante os estádios de amadurecimento (LUO et al., 2011; VAGNER, 2003). Os principais carotenoides responsáveis pela coloração das pimentas *Capsicum* são a capsantina, capsorubina e xantofilas (coloração vermelha), e  $\beta$ -caroteno e zeaxantina (coloração amarelo-laranja) (Figura 4) (MARÍN et al., 2004). Giuffrida et al. (2013) identificaram mais de 50 tipos de carotenoides avaliando 12 cultivares de três espécies (*Capsicum chinense*, *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*). Já Deli et al. (2001) observaram que os carotenoides mais representativos em frutos de *Capsicum* são capsantina 37%, zeaxantina 8%, curcubixantina A 7%, capsorubina 3,2% e  $\beta$ -caroteno 9%.



**Figura 4.** Via de biossíntese dos principais carotenoides encontrados em pimentas *Capsicum*. AGGPS, geranylgeranyl pirofosfato sintase; PSY, fitoeno sintase; PDS, fitoeno desaturase; ZDS, ζ-caroteno desaturase; β-LCY, licopeno-β-ciclase; ε-LCY, licopeno-ε-ciclase; β-CH, β-caroteno hidroxilase; ε-CH, ε-caroteno hidroxilase; ZE, zeaxantina epoxidase; VDE, violaxantina de-epoxidase; NXS, neoxantina sintase; CCS, capsantina-capsorubina sintase. Fonte: adaptado de Ha et al., 2007.

### 2.3. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são derivados do metabolismo especializado vegetal e pertencem a uma classe que possui grande diversidade de estruturas com pelo menos um anel aromático, no qual ao menos um hidrogênio (H) é substituído por uma hidroxila (OH). Existe uma grande variedade de compostos de origem fenólica que podem ser encontrados nas plantas. Muitas vezes são derivados de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente e também devido a condições de cultivo e variações genéticas (ANGELO; JORJE, 2007).

Os flavonoides são compostos de origem fenólica e compõem um dos mais importantes e mais diversificados grupos de moléculas do reino vegetal. São essenciais para o crescimento e reprodução, além disso, são formados em condições

de estresse como, infecções, ferimentos, por radiações UV, dentre outros (ANGELO; JORJE, 2007; DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Neste grupo encontram-se as antocianidinas, flavonas, flavonóis e, com menor frequência, as auronas, chalconas e isoflavonas.

Outro grupo de compostos fenólicos são os ácidos fenólicos. Fazem parte deste grupo os ácidos fenólicos o ácido benzoico e o ácido cinâmico, (como os ácidos cafeico, ferúlico, p-cumárico e sináptico, sendo os mais comuns) e as cumarinas que são derivadas do ácido cinâmico por ciclização da cadeia lateral do ácido o-cumárico. (SOARES, 2002; ANGELO; JORGE, 2007; SILVA et al., 2010).

Muitos destes compostos apresentam uma grande gama de efeitos biológicos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004; BRAND-WILLIANS et al., 1995).

Em *Capsicum* são encontrados diferentes tipos de compostos fenólicos. Bae et al. (2012) em seu estudo verificou que os principais compostos fenólicos encontrados em *Capsicum*, são os flavonoides, mirecitina, quercitina, luteolina, kaempferol e apigenina. Já Zhuang et al. (2012), em seu estudo encontraram como compostos fenólicos majoritários, ácido gálico e o ácido benzoico. Os compostos fenólicos são reconhecidos por possuírem efeitos benéficos à saúde humana, tal capacidade se deve a fatores como: capacidade para inibir a peroxidação lipídica (reduzindo o risco de doenças cardiovasculares), quelar metais e atenuar outros processos envolvendo espécies reativas de oxigênio. Esta habilidade de compostos fenólicos de quelar e de inibir a ação dos radicais livres é regulada pela sua estrutura química. Uma vez que estes apresentam variação no núcleo flavínico, posições e nos tipos de substituição (BRAND-WILLIANS et al., 1995; HEIM et al., 2002).

#### **2.4. Ácido L-ascórbico (Vitamina C)**

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel essencial ao ser humano. Pois o organismo humano não a sintetiza e tem baixa capacidade de armazenamento da mesma, por isso torna-se necessária sua ingestão de forma regular. A vitamina C é

fundamental para as diversas funções do sistema imunológico, para a formação de colágeno e para a cicatrização. Porém o efeito mais conhecido é a sua alta capacidade de inativar radicais livres, que podem vir a destruir as membranas celulares e causar a peroxidação lipídica (KALT, 2005; LEE; KADER, 2000).

O ácido ascórbico (vitamina C) se encontra presente em todas as células animais e vegetais principalmente na forma livre e, também, unida às proteínas. No reino vegetal fontes importantes do ácido ascórbico são representadas por vegetais folhosos, legumes e frutas. Seus valores reais dependem muito de diversas variáveis como tipo de planta, condições do solo, clima, entre outros (KALT, 2005; LEE; KADER, 2000).

As pimentas são conhecidas por apresentarem um teor elevado de ácido ascórbico, como o observado por Kumar e Tata (2009), que avaliando 18 genótipos de pimentas *Capsicum*, encontraram teores de ácido ascórbico que variaram de 137,5 a 280 mg.100g<sup>-1</sup>, sendo maiores que os encontrados vários frutos, como em amora (18 mg.100g<sup>-1</sup>), kiwi (59 mg/100g), laranja (54 mg.100g<sup>-1</sup>) morangos (60 mg.100g<sup>-1</sup>), uva (21,3 mg.100g<sup>-1</sup>), framboesa (27 mg.100g<sup>-1</sup>), tangerina (34 mg.<sup>-1</sup>100g) (LEE e KADER, 2000). Marín et al. (2004) demonstraram que ocorre um incremento no teor de vitamina C com o desenvolvimento do estágio de amadurecimento de pimentões (*Capsicum annuum* L.) que passam de 42,3 mg.100g<sup>-1</sup> em pimentões verdes para 93,0 mg.100g<sup>-1</sup> em pimentões vermelhos.

## **2.5. Estabilidade e degradação de compostos bioativos**

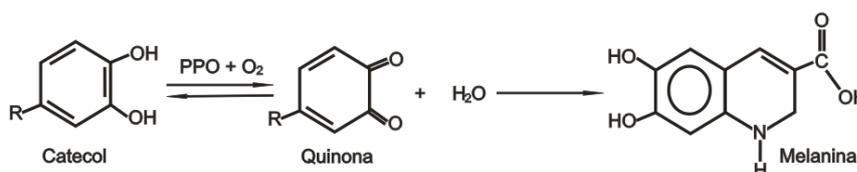
A oxidação é um dos principais meios de degradação de carotenoides. Tais reações levam a alteração e até mesmo na perda de cor dos carotenoides em alimentos. A susceptibilidade destes compostos a oxidação se deve pela presença de ligações duplas conjugadas em sua estrutura. Sua decomposição está diretamente ligada ao ambiente. Nos tecidos vegetais, eles apresentam-se protegidos na célula, mas uma vez que esta sofre algum tipo de dano, seja ele físico ou químico, a susceptibilidade a oxidação aumenta, acelerando sua degradação (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

Uma das formas de degradação oxidativa dos carotenoides é pela ação enzimática, (duas enzimas são responsáveis pela oxigenação e degradação dos carotenoides: as lipoxigenases e as peroxidases), e a outra é pela oxidação não

enzimática (DELGADO-VARGAS, JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

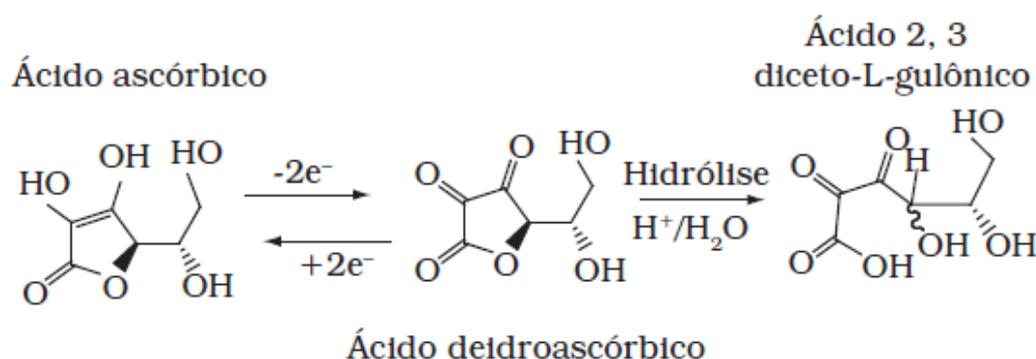
Tanto a oxidação enzimática quanto a não enzimática dependem de alguns fatores, como a disponibilidade de oxigênio e da estrutura do carotenoide. Ela é estimulada pela presença de luz, calor, metais, enzimas e peróxidos. A destruição das estruturas celulares do alimento, o aumento da porosidade, a duração ou grau de severidade do processamento, a temperatura e duração da estocagem, permeabilidade ao oxigênio e a transmissibilidade à luz da embalagem, aumentam sua susceptibilidade (DELGADO-VARGAS, JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; DAMODARAN, PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os compostos fenólicos são substratos para enzimas polifenoloxidase (PPO) e podem entrar em uma série de outras reações, dando assim a coloração marrom indesejada as frutas e seus produtos. O escurecimento enzimático de frutas inicia-se em resposta a injúrias físicas e fisiológicas (impactos, abrasões, “chilling”, excesso de CO<sub>2</sub>) como resultado da oxidação de compostos fenólicos. Tais eventos causam a descompartmentalização dessas células, promovendo o contato dos compostos fenólicos com enzimas associadas ao escurecimento (FELLOWS, 2006). Essa reação pode causar mudanças indesejáveis, além do escurecimento da superfície de frutas, pode ocorrer a deterioração de aroma e outras propriedades organolépticas, a diminuição do valor nutricional e da vida útil de muitos alimentos. A ação da PPO ocorre quando esta entra em contato com o oxigênio, oxidando os compostos fenólicos (como o catecol), por meio da extração do hidrogênio do composto fenólico. Os produtos iniciais dessa oxidação são a água e a quinona, essa última pode se condensar, formando polímeros escuros e insolúveis, denominados melanina (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009). A reação de polimerização que resulta na formação da melanina pode ocorrer por adição ou condensação, unindo as espécies chamadas monoméricas (quinonas), formando cadeias maiores (melaninas) (Figura 5).



**Figura 5.** Reação de oxidação levando a formação de melanina.

O ácido ascórbico dentre os compostos fitoquímicos é o que apresenta maior instabilidade, ele é rapidamente e reversivelmente oxidado a ácido deidroascórbico, que está presente em meios aquosos como um hemiacetal hidratado. A atividade biológica do ácido deidroascórbico é mais fraca e é completamente perdida quando o anel de lactona do ácido deidroascórbico é irreversivelmente aberto, convertendo o ácido deidroascórbico em ácido 2,3-dicetogulônico, conforme a Figura 6. Essa hidrólise é favorecida em condições alcalinas, permanecendo mais estável na faixa de pH entre 2,5 e 5,5, e com o aumento da temperatura, presença de oxigênio e íons metálicos como de Cu (Cobre) e Fe (Ferro) (BELITEZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).



**Figura 6.** Esquema da degradação do ácido ascórbico.  
Fonte: Rosa et al. 2007.

A degradação do ácido ascórbico está associada com a formação de pigmentos escuros, as chamadas melanoidinas, tal reação ocorre através da degradação de Strecker (3ª etapa da reação de Maillard), envolvendo aminoácidos livres e as dicarbonilas formadas durante a degradação do ácido ascórbico (ROSA et al., 2007).

## 2.6. Processamento de alimentos

Um dos principais objetivos da tecnologia de alimentos é garantir o abastecimento de alimentos nutritivos e saudáveis para o homem. Mas também se faz necessário controlar os agentes alterantes, para que os alimentos possam atingir uma vida útil que permita seu armazenamento e transporte até os locais de consumo em estado nutritivo saudável (ORDÓÑEZ, 2005).

Para a produção de alimentos diversificados, nutritivos e de qualidade a indústria alimentícia utiliza métodos químicos, físicos e biológicos, que selecionam, conservam, transformam e acondicionam os mais variados tipos de alimentos. Tais processos, antes de serem aplicados, requerem conhecimento mais detalhado da composição química dos alimentos, assim como as características físicas e funcionais das substâncias que os compõe. Não se pode obter um novo alimento sem conhecer a resposta que este dará ao processo aplicado (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Com a mudança dos hábitos alimentares, ocorrida nos últimos anos e com a maior exigência nos requisitos de qualidade por parte dos consumidores, tem-se também uma maior exigência para um aumento na qualidade como também para a redução das perdas de hortifrutigranjeiros (BORSATTI et al., 2009).

O processamento e armazenamento de alimentos, no entanto, devem ser otimizados para prevenir ou reduzir a degradação de compostos que apresentam potenciais benefícios à saúde humana, acentuando assim sua biodisponibilidade. Porém, na maioria das vezes, o foco principal é apenas a industrialização, o que acarreta uma perda ainda maior desses compostos, diminuindo a qualidade final do produto. Durante o processamento, o alimento é exposto a diversos fatores que podem interferir na sua estrutura e composição nutricional, havendo degradação de nutrientes lábeis e compostos biologicamente ativos (CORREIA et al., 2008). Os fatores que mais contribuem para essa alteração são temperatura, luz, oxigênio, umidade, pH do meio, agentes oxidantes e redutores e presença de íons metálicos. Portanto, o processamento de alimentos induz mudanças e interações entre os constituintes de alimentos que podem afetar suas propriedades químicas e, conseqüentemente, a estabilidade de nutrientes. Apesar da intensificação das pesquisas nesta área, nos últimos anos, ainda se faz necessária à conscientização dos profissionais envolvidos com o processamento de alimentos, sobre a importância da manutenção das características nutricionais dos alimentos após processamento, pois a função principal do alimento deveria ser a de nutrir (CORREIA et al., 2008).

## **2.7. Métodos de conservação em alimentos**

A maioria dos alimentos tanto de origem animal quanto de origem vegetal apresentam a capacidade de se deteriorar com facilidade, por causa de suas características que favorecem o desenvolvimento de microrganismos, principalmente

pela sua constituição química, sejam carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e água (SILVA, 2000; GAVA, 1984). Para tanto, desde o tempo do homem pré-histórico vem se desenvolvendo e aprimorando-se técnicas que ajudem a conservar e a preservar os alimentos.

Os métodos de conservação de alimentos são baseados na eliminação total ou parcial de agentes que alteram os produtos, ou na modificação ou redução de um ou mais fatores essenciais, tornando o meio, o menos propício a qualquer tipo de deterioração. O melhor processo é aquele que conserve o alimento de forma satisfatória, sem modificar demasiadamente sua qualidade (nutritiva e sensorial). São utilizados como métodos conservativos na indústria de alimentos: I) Calor, II) Frio, III) Fermentações, IV) Açúcar, V) Aditivos, VI) Irradiações, entre outros (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

### **2.7.1. Conservação pelo uso do calor**

Um dos procedimentos físicos mais utilizados pela tecnologia de alimentos é o emprego do calor, que se utiliza da ação letal do calor para a destruição dos microrganismos, com também a destruição de fatores antinutricionais, aumento da biodisponibilidade de alguns nutrientes (ex. aumento da digestibilidade de proteínas, gelatinização do amido). Podem ser citados:

- a) **Pasteurização:** é um tratamento térmico relativamente brando, na qual o alimento é aquecido a temperaturas inferiores aos 100°C, e tem como princípio fundamental a higienização dos alimentos, visando destruir os microrganismos patogênicos não esporulados e reduzir significativamente a microbiota banal. Geralmente em alimentos de baixa acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ), é utilizada para minimizar possíveis riscos de contaminação por microrganismos patogênicos e para aumentar a vida de prateleira do alimento por diversos dias, já para alimentos ácidos ( $\text{pH} < 4,5$  como conservas de frutas) a pasteurização é utilizada para estender a vida de prateleira por vários meses, através da destruição de microrganismos deteriorantes (fungos e leveduras) e/ou pela inativação de enzimas. Existem dois tipos de pasteurização, a baixa LHT- *Low temperature, long time* e a alta HTST- *High temperature, short time* (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).
- b) **Esterilização:** a esterilização visa destruir os microrganismos mais termorresistentes (bactérias esporuladas) para que se obtenha uma esterilidade

comercial, como resultado, os alimentos esterilizados alcançam uma vida de prateleira maior que seis meses mesmo mantidos a temperatura ambiente. A esterilização pode ser realizada de duas formas: na embalagem já preenchida (enlatamento) ou aquecendo o alimento sem embalar (UHT, no leite) e acondicionando-o, depois de forma asséptica (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

- c) Branqueamento: o branqueamento tem como principal função a de inativar enzimas em hortaliças e frutas (lipoxigenase, polifenoloxidase, clorofilase), antes de se efetuar processamentos posteriores. Com isto, o mesmo não é visto como um método de preservação em si, mas como um pré-tratamento, que é realizado entre o preparo da matéria-prima e o processamento posterior (esterilização, congelamento, secagem) (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).
- d) Desidratação: a secagem é um dos processos mais antigos de conservação de alimentos, a desidratação (ou secagem) é definida como a aplicação de calor sob condições controladas para remover por evaporação, a maior parte da água presente no alimento, ou no caso da liofilização, por sublimação. O objetivo principal desta operação é prolongar a vida de prateleira dos alimentos pela diminuição da atividade de água, que conseqüentemente reduz ou até mesmo inibe o desenvolvimento de microrganismos e a atividade enzimática. Promove também a redução do peso e do volume, que facilitam o transporte e o armazenamento, barateando custos. E proporcionam a diversidade e a oferta de produtos, citam-se como produtos desta operação o leite em pó, frutas secas, café em pó, massas alimentícias, entre outros (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

### **2.7.2. Conservação de alimentos pelo uso do açúcar**

A conservação pelo uso do açúcar se dá pelo aumento da pressão osmótica do meio, criando um meio desfavorável para o crescimento microbiano, configurado pela redução da atividade de água disponível no alimento, criando um ambiente desfavorável para o crescimento e desenvolvimento da maioria das bactérias, leveduras e mofos. Alguns microrganismos (osmofílicos) são capazes de se desenvolver mesmo em condições tão adversas, por isso todo alimento conservado

pelo uso do açúcar deve receber um tratamento de conservação complementar. Os principais produtos que se utilizam desta técnica como forma de conservação são as geleias, balas, frutas cristalizadas, frutas glaceadas, frutas em compota e leite condensado. A utilização do açúcar na elaboração de produtos proporciona tanto o prolongamento da vida de prateleira, como sabor e aspectos agradáveis, além da agregação do valor comercial, principalmente de frutas que apresentam sazonalidade, grande produtividade e perecibilidade elevada (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

### **2.7.3. Conservação de alimentos com base na modificação do pH**

A grande maioria dos alimentos frescos é ligeiramente ácida, as frutas possuem pH entre 3,0 e 4,5, as hortaliças de 4,6 a 6,5, as carnes de 5,3 a 5,7, enquanto outros estão próximos da neutralidade como é o caso do leite (6,8). Sabe-se que a maioria das bactérias cresce otimamente em pH, próximos a neutralidade, porém a baixo de 5,0 seu crescimento é claramente inibido, sendo raro sua multiplicação em alimentos  $\text{pH} \leq 4,5$ . A acidificação pelo seu efeito inibidor do crescimento microbiano é um método utilizado desde os tempos remotos para aumentar a vida útil dos alimentos (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

A modificação dos alimentos utilizando a acidificação pode ser realizada de forma biológica, com a fermentação dos açúcares da matéria prima (p.ex. leites fermentados, pickles) ou mediante a adição de ácidos fracos (conservas). Algumas vezes, o pH baixo é o fator fundamental (iogurte) ou único (vinagre) da estabilidade do alimento acidificado, na maioria das vezes sua utilização e seu efeito são combinados com outros agentes de conservação como refrigeração, o calor e baixa atividade de água (GAVA, 1984; SILVA, 2000; FELLOWS, 2006; ORDÓÑEZ, 2007).

## **2.8. Análise sensorial em alimentos**

A análise sensorial é usada para provocar, medir, analisar e interpretar reações dos julgadores/provadores às características do alimento (ABNT, 1993). Sendo realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos,

gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. As sensações produzidas podem ajudar a dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Para esta avaliação e interpretação os indivíduos utilizam-se dos sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Através da análise sensorial pode-se determinar a qualidade e a aceitabilidade dos alimentos, fatores estes de grande importância para a indústria de alimentos para avaliação das etapas de venda e o consumo de seus produtos.

Dutcosky (1996) e Gularte (2009) citam algumas aplicações da análise sensorial de alimentos para as indústrias e instituições de pesquisa, dentre elas destacam-se:

- Avaliação e seleção de matérias-primas;
- Redução de custos (ingredientes de menor preço, processos menos onerosos);
- Controle do efeito da embalagem sobre produtos acabados;
- Controle de qualidade;
- Estudar diferentes tipos de processamentos;
- Avaliação da estabilidade do alimento durante o armazenamento (vida de prateleira);
- Avaliação do nível de qualidade do produto;
- Teste de mercado de um novo produto ou produto reformulado.

A avaliação sensorial se faz imprescindível para a área de ciência e tecnologia de alimentos, pois fornece suporte para a pesquisa, industrialização, marketing e controle de qualidade (GULARTE, 2009).

### 3. Material e métodos

O presente estudo foi realizado nos campos experimentais e nas casas de vegetação da Embrapa Clima Temperado e da Universidade Federal de Pelotas, na safra de 2012/2013, nos Laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da FAEM (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel) e no Laboratório de Análise sensorial de Alimentos do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – CCQFA, da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão (UFPel).

#### 3.1 Material

##### 3.1.1. Material vegetal

A escolha do material vegetal a ser utilizado foi procedida após análises preliminares de pH e sólidos solúveis totais (°Brix), de 72 acessos (BAG), coletados do campo experimental da Embrapa Clima Temperado – Pelotas. Destes foram selecionados os seguintes acessos: P22 (*C. annuum*), P27 (*C. baccatum*), P38 (*C. chinense*), P59 (*C. baccatum*), P134 (*C. annuum*), P161 (*C. annuum*), P197 (*C. baccatum*), P203 (*C. annuum*), P219 (*C. baccatum*) P247 (*C. chinense*), P258 (*C. annuum*) e P302 (*C. annuum*). As sementes dos acessos selecionados foram gentilmente doadas pela pesquisadora e curadora do BAG de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado – Pelotas Rosa Lia Barbieri.

A semeadura ocorreu em bandejas de poliestireno de baixa densidade (PEBD), em substrato (Carolina<sup>®</sup>), no mês de novembro de 2012, mantidas em casa de vegetação com circulação de ar e controle de temperatura situada na Universidade Federal de Pelotas - Campus Capão do Leão (RS). Após as mudas adquirirem em torno de 5 cm de altura, as mesmas foram transplantadas para copos de polietileno descartáveis de 300 mL, para que pudessem crescer até estarem aptas ao plantio. Durante o período de desenvolvimento em bandejas, um dos acessos acabou não se desenvolvendo (P59), e outros tiveram um número de plantas viáveis reduzido, não totalizando dez plantas por acesso. O plantio dos 10 acessos (10 plantas cada) foi realizado em canteiros (5m x 80 cm), com espaçamento entre plantas de 0,80cm e entre linhas 0,40 cm pertencentes à Universidade Federal de Pelotas- Campus Capão

do Leão, (31°48' 8" sul e 52° 24' 55" oeste). Antes do plantio, foram coletadas amostras de solo, as quais foram levadas ao Laboratório de Análises de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel para a realização de análises químicas e físicas, para averiguação de possíveis carências. Após a análise do solo comprovou-se que o mesmo estava apto ao plantio, não sendo necessária nenhuma correção.

Os primeiros acessos a serem transferidos para os canteiros foram os acessos P22, P27, P38, P134, P161 e P197 (as mudas foram plantadas quando as mesmas apresentavam em torno de 15 cm de altura), no mês de dezembro de 2012. As demais somente foram transferidas, no mês de janeiro de 2013. A irrigação dos acessos ocorreu através da utilização do sistema de gotejamento.

Os frutos foram colhidos entre os meses de fevereiro a maio de 2013 no estágio de maturação completa (frutos vermelhos e/ou amarelos). Os frutos foram colhidos no mesmo horário do dia (entre 9-10 horas da manhã) para reduzir possíveis variações em função de ritmo circadiano e efeitos ambientais e levados em seguida, para serem efetuadas as análises cabíveis.

Porém com o desenvolvimento e início da frutificação, foi observado que os acessos plantados, não iriam fornecer frutos em quantidade suficiente para a realização do processamento. Para que fosse mantido o objetivo do estudo, que é avaliar a aptidão de acessos do BAG da Embrapa Clima Temperado ao processamento foram selecionados do campo experimental da Embrapa, dois acessos, conforme a disponibilidade de frutos a campo. Foram selecionados/colhidos os acessos P259 (*C. annuum*) e P115 (*C. baccatum*), colhidos no mês de maio de 2013.

Ao final foram analisados 10 acessos. Somente os acessos P259 e P115 foram submetidos ao processamento de todos os produtos (pasta, molho, pirulito, geleia, conserva e desidratada). O acesso P27 para os processamentos de geleia e pirulito. Os outros acessos somente foram utilizados para as avaliações físico-químicas e fitoquímicas.

A pimenta 'Dedo de moça' foi utilizada como matéria-prima padrão para a elaboração de todos os produtos, já que está é uma das principais variedades utilizadas para o processamento de produtos de pimenta na região. A mesma foi adquirida de um produtor de pimenta do município de Turuçu - RS, no mês de abril de 2013.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Processamento das pimentas**

#### **3.2.1.1. Pirulito**

Para a elaboração dos pirulitos as pimentas foram primeiramente desidratadas em estufa de circulação de ar forçado (o preparo da amostra seguiu os procedimentos descritos para a pimenta desidratada, página 44), a 50°C por 30h. Posterior à secagem foram retiradas as sementes e a polpa macerada em gral. Em tacho aberto foram adicionados o açúcar e a água aquecidos até 100°C, quando foi adicionado o xarope de glicose. Ao atingir 125°C foi adicionada a pimenta desidratada, cozinhando-se até o ponto final de 135-140°C. O aquecimento foi interrompido, e adicionado o ácido cítrico (0,1% m/v). Em seguida, modelado, resfriado e embalado.

#### **3.2.1.2. Geleia**

No processamento da geleia do tipo comum, as pimentas foram primeiramente lavadas em água clorada (150 ppm por 10 min.). Posteriormente procedeu-se a retirada das sementes e a polpa triturada em liquidificador por um minuto, juntamente com água. Em um tacho aberto, a pressão atmosférica, foi acrescentada a pimenta previamente homogeneizada em água, o açúcar e a glicose. Iniciado o processo de cozimento acrescentou-se à pimenta cerca de 0,6% de pectina com alto teor de metoxilação, misturada previamente com a metade da quantidade de açúcar, a fim de facilitar sua homogeneização. Deixou-se em cozimento e concentração até atingir 65 °Brix. Ao término do processo de cozimento foi acrescentado 0,5% (p/p) de ácido cítrico homogeneizando-se a mistura. A geleia pronta foi retirada do tacho e envasada ainda a quente (em torno de 85°C) em recipientes de vidro previamente esterilizados e armazenados a temperatura ambiente.

### **3.2.1.3. Conserva**

As pimentas inteiras foram lavadas e sanitizadas em água clorada (150 ppm por 10 minutos). Após a sanitização foram submetidas ao branqueamento (em água previamente aquecida a 100°C as pimentas foram adicionadas e contado um minuto após o início da nova fervura, posteriormente transferidas para um recipiente com água gelada para proceder o resfriamento e cessar o aquecimento) e acondicionadas em vidros sextavados de 200 mL. Em um tacho aberto, a pressão atmosférica, foi elaborada a salmoura, contendo sal e vinagre de álcool, tal mistura foi fervida durante 5 minutos quando então foi cessado o aquecimento e adicionado ácido cítrico. A salmoura ainda quente foi adicionada aos vidros contendo as pimentas, os quais foram imediatamente fechados e procedendo-se a inversão para que houvesse o fechamento adequado do recipiente e se efetuasse a esterilização das tampas. Após, pasteurizados a 100°C por 15 minutos e resfriados em água corrente. Os recipientes foram armazenados a temperatura ambiente.

### **3.2.1.4. Molho**

Para o processamento do molho de pimenta, as pimentas foram primeiramente lavadas e sanitizadas em água clorada (150 ppm por 10 minutos), cortadas em sentido longitudinal para a retirada das sementes. Em liquidificador acrescentou-se a pimenta e a água, triturando-se durante 2 minutos até que se obtivesse uma mistura homogênea. Cozinhou-se em torno de 15 minutos a uma temperatura aproximada de 100°C. Depois de cozida a mistura foi peneirada, para a retirada das partículas maiores. A mistura obtida após a peneiragem, foi transferida para liquidificador onde procedeu-se a homogeneização com o restante dos ingredientes (sal, ácido cítrico e vinagre), durante 30s. O pH foi verificado e quando necessário ajustado para que mesmo ficasse inferior a 4,5. Após a homogeneização o molho foi acondicionado em recipientes de vidro de 200 mL e pasteurizado durante 15min. a 100°C e armazenados a temperatura ambiente.

#### **3.2.1.4.1. Testes para estabilização de molhos: sedimentação e análise reológica de gomas xantana e carragena**

Para promover uma melhor estabilidade/homogeneidade dos molhos foi realizado teste com dois tipos de gomas, xantana (Farmaquímica<sup>®</sup>) e carragena (CPKelco<sup>®</sup>). Para tanto foram testadas concentrações de 0% (sem adição) 0,1%, 0,3%, 0,5%, 0,7% e 1% de ambas as gomas. Para o teste de sedimentação foi procedida a elaboração dos molhos conforme descrito anteriormente. Adicionou-se 30 mL dos molhos a 45°C em tubos falcon de 50 mL, a eles então foram acrescidos as devidas concentrações de cada uma das gomas, homogeneizados em Ultra Turrax<sup>®</sup> (IKA<sup>®</sup>, T18 digital) a 15000 rpm durante 30s cada. Armazenados a temperatura ambiente durante 30 dias, sendo efetuadas leituras da sedimentação durante 0, 3, 7, 15, e 30 dias, utilizando paquímetro digital (Kingtools). Os resultados foram expressos em milímetros de sedimentação. A análise reológica foi realiza dois dias após o preparo dos molhos (período para que as gomas estivessem totalmente dispersas e estabilizadas no meio). A análise foi realizada a temperatura de 25°C utilizando reômetro (HAAKE<sup>®</sup>, RS150), no modo rotacional com sistema de cilindros coaxiais, sensor DG 41, e taxa de deformação de 0,01a 1000s<sup>-1</sup> com 50 pontos de aquisição. Tanto para o teste de sedimentação quanto para a análise reológica utilizou-se como amostra padrão molho comercial (Kitano) que apresentava em como um dos seus ingredientes goma xantana.

#### **3.2.1.5. Pasta**

As pimentas foram previamente lavadas e sanitizadas em água clorada (150 ppm por 10 minutos), retirados os talos e cortadas em sentido longitudinal. Em uma panela refogou-se o alho, a cebola e o azeite de oliva em torno de 2 a 3 min. Em liquidificador triturou-se a pimenta, o tomate e o sal durante 1min, juntaram-se em tacho aberto a pressão atmosférica o triturado e o refogado. Cozinhou-se a massa obtida em torno de 8 a 10 min. em fogo baixo, até que boa parte da água tenha sido evaporada, quando procedeu-se a interrupção do aquecimento sendo adicionado o vinagre e o ácido cítrico. A pasta ainda quente foi acondicionada em recipientes de vidro, previamente esterilizados. Posteriormente realizou-se pasteurização durante 15

min. à 100°C. Após a pasteurização os recipientes foram resfriados em água corrente e armazenados à temperatura ambiente.

### **3.2.1.6. Pimenta desidratada artificialmente em estufa e naturalmente ao sol**

Os frutos inteiros de pimenta foram lavados e sanitizados em água clorada (150 ppm por 10 minutos), retirado o pedúnculo, cortados em pequenos cubos de cerca de 0,3 cm. Cento e cinquenta gramas (150g) de pimenta foram acondicionadas em telas de secagem (40 cm x 40 cm) e posteriormente, secas em estufa de circulação de ar forçado, provido de circulação de ar aquecido (Nova Ética) à temperatura de 50°C durante 20h, (condição necessária para a pimenta desidratada conter cerca de 10% de umidade). As pimentas desidratadas foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e posteriormente seladas e armazenadas a temperatura ambiente. O mesmo procedimento de preparo de amostra foi efetuado para a secagem natural. As pimentas foram expostas a luz solar durante um foto período de 48h, a uma temperatura solar média de 30°C (monitorada através de dados meteorológicos da estação meteorológica da Universidade Federal de Pelotas).

Foi também avaliada a pimenta desidratada produzida no município de Turuçu-RS, amostras de pimenta Dedo de moça desidratada ao sol (sem controle de tempo e temperatura) e em secador artificial de leito móvel com temperatura de 55°C, que foram adquiridas do produtor Marcos Ramm no mês de maio de 2013.

## **3.2.2. Determinações físico-químicas**

### **3.2.2.1. Tamanho dos frutos e rendimento de polpa**

O tamanho dos frutos foi determinado através da averiguação aleatória de dez frutos, utilizando como parâmetros, o comprimento (mm) e a largura (mm) em paquímetro digital (KINGTOLLS). Para o cálculo de rendimento de polpa foi realizada pesagem inicial dos frutos recém colhidos, posteriormente realizada a retirada total das sementes, procedendo-se nova pesagem em balança analítica (Bioprecisa, FA2104N). O rendimento total de polpa foi expresso em porcentagem.

### **3.2.2.2. Carboidratos totais**

Foi determinado por diferença entre a soma de lipídios, proteínas, cinzas e umidade, de acordo com as orientações de ANVISA (2005).

### **3.2.2.3. Valor energético (kcal)**

Foi determinado pela soma de lipídios (9 kcal), proteínas (4 kcal) e carboidratos (4 kcal), de acordo com as orientações de ANVISA (2005).

### **3.2.2.4. Proteínas**

O teor de proteínas totais foi determinada pelo sistema de micro Kjeldahl. 300 mg de amostra foi pesada e acondicionada em tubo de digestão. Em seguida adicionou-se 2 g de mistura catalítica (sulfato de cobre e sulfato de sódio) e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pa. A digestão foi conduzida inicialmente à temperatura moderada, aumentando-se gradualmente até a temperatura máxima de 350 °C. A amostra foi retirada após tornar-se uma solução de coloração azul esverdeada clara. Após esfriar, transferiu-se a amostra digerida juntamente com pequenas porções de água destilada (totalizando em torno de 100 mL) ao tubo de destilação o qual foi acoplado em destilador de nitrogênio (Tecnal, TE-03-63), adicionado 25 mL de solução de NaOH a 50 %. Foi adicionado em erlenmeyer (125 mL) 10 mL de solução de ácido bórico a 4 % e solução indicadora mista de vermelho-de-metila e verde-de-bromocresol. O erlenmeyer foi adaptado ao destilador para o recebimento da amônia, mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada. O destilado foi coletado até volume o final de 75 mL. Titulou-se então com solução de HCl 0,1 N até a mudança de coloração verde para rosa. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta total (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### **3.2.3.5. Umidade**

Para a determinação de umidade, foram pesados dois gramas da amostra em cadinho de alumínio, previamente tarado. A amostra foi então aquecida em estufa de

circulação de ar forçado (Nova Ética) a pressão atmosférica  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Após o período, resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até se obter peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### **3.2.3.6. Cinzas**

Para avaliação do resíduo mineral fixo dois gramas da amostra foram pesados em cadinhos de porcelana, aquecidos em mufla (Quimis<sup>®</sup>, modelo Q 318.24) a  $550^{\circ}\text{C}$ , por 4 horas, até as cinzas ficarem brancas. Após os cadinhos foram resfriados em dessecador até a temperatura ambiente e pesados. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até as amostras alcançarem peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### **3.2.3.7. Lipídios totais**

Para análise de lipídios totais foram utilizados dois métodos. Para amostras com umidade em torno de 30% foi utilizado o método de Soxhlet, onde dois gramas de amostra previamente seca, foram pesadas em papel filtro. O papel de filtro foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplando-se o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado e seco em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ . Adicionou éter de petróleo em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio, adaptando o mesmo a um refrigerador de bolas. Manteve-se, sob aquecimento em chapa elétrica o balão de fundo chato, à extração contínua durante 6 horas. O papel filtro foi retirado, e destilou-se o éter de petróleo e transferindo-se o balão com o resíduo extraído para estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ , mantendo por cerca de uma hora. O balão foi então resfriado em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se o balão, sendo repetida a operação de aquecimento (por 30 minutos na estufa) e resfriamento até peso constante (no máximo 2 h). Os resultados foram expressos em porcentagem de lipídios de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Já para amostras com elevado teor de umidade (molho, pastas e pimentas *in natura*) foi utilizado o método de método de Blich-Dyer. Três gramas de amostra foram pesadas em tubos falcon de 50 mL, adicionados de 8 mL de clorofórmio, 16 mL de metanol e 4,3 mL de água destilada e agitados durante 30 minutos em

homogeneizador de sangue (Phoenix, AP22). Posteriormente a agitação, foram adicionados mais 8 mL de clorofórmio e 8 mL de solução de carbonato de sódio anidro a 1,5% (m/v), agitados por mais dois minutos e deixados em repouso por cinco minutos. Uma alíquota da camada inferior ( $\pm 10$  mL) foi transferida para tubo falcon contendo 1g de sulfato de sódio anidro, a qual foi homogeneizada e filtrada em papel filtro. Cinco mL do filtrado foi transferido para cápsula de alumínio previamente tarada (após ser aquecida em estufa a 105°C por 1h). Transferida para estufa 105°C por 1h, resfriada e pesada. Os resultados foram expressos em porcentagem de lipídios de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### **3.2.3.8. Cor**

A cor foi avaliada através de método instrumental utilizando colorímetro (Minolta Chromometer, CR 300), com os resultados expressos em  $L^*a^*b^*$ , onde os valores de luminosidade  $L^*$  apresentam variações de luminosidade que varia claro (+) ao escuro (-); os de  $a^*$  representam a cromaticidade no eixo de cor vermelha (+) e verde (-) e os de  $b^*$  a cromaticidade no eixo de cor amarela (+) e azul (-). Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  foram usados 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). As medições foram de cor foram realizadas na região equatorial dos frutos.

### **3.2.3.9. Potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total titulável**

Para a averiguação do potencial hidrogeniônico, um grama de amostra previamente macerada em nitrogênio líquido foi homogeneizada em 25 mL de água destilada, realizando-se a leitura em potenciômetro (HI 221 Calibration check microprocessor pH meter). O homogeneizado obtido anteriormente foi utilizado para a determinação da acidez titulável total, utilizando-se para a titulação NaOH 0,1mol até pH 8,1. Os resultados de acidez total titulável foram expressos em mg de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### **3.2.3.10. Teor de sólidos solúveis (°Brix)**

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria utilizando refratômetro digital (Atago, PR-32α), suco dos frutos foi obtido através da maceração em almofariz e filtração em algodão para que partículas grosseiras de amostra não interferissem na leitura, uma alíquota do filtrado foi então vertida sobre a superfície do prisma do refratômetro. Os resultados foram expressos em graus °Brix.

### **3.2.3.11. Teor de compostos fenólicos totais**

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método baseado na reação com o reagente Folin-Ciocalteu conforme método adaptado de Singleton e Rossi, (1965). Para a extração, dois gramas de amostra fresca (pimenta sem semente) previamente macerada em moinho de bola (Marconi, MA 350) foi homogeneizada com 20 mL de metanol durante um minuto em Ultra Turrax® (IKA®, T18 digital), posteriormente centrifugada por 10 minutos à 7000 rpm em centrifuga (Eppendorf, 5430) refrigerada à 15°C. Para a reação, uma alíquota de 250 µL do sobrenadante foi diluída em 4 mL de água ultrapura e o controle preparado com 250 µL de metanol. Foram então adicionados 250 µL de Folin-Ciocalteu 0,25N homogeneizando-se em vortex (Phoenix, AP-56), após 3 minutos de reação foi adicionado 500 µL de carbonato de sódio 1N. Após duas horas de reação à temperatura ambiente foi efetuada a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Jenway, 6700) no comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico em 100g de amostra em base úmida.

### **3.2.3.12. Teor de carotenoides totais**

O teor de carotenoides totais foi quantificado utilizando método espectrofotométrico proposto por Rodriguez-Amaya (2001). Para extração dos pigmentos foram adicionados 10 mL de acetona a 4 °C a 2,5 gramas de polpa, provenientes de maceração com nitrogênio líquido em moinho de bola (Marconi, MA 350). A amostra foi homogeneizada durante 2 minutos em Ultra Turrax® (IKA®, T18 digital) a 5000 rpm. e posteriormente filtrada a vácuo. O resíduo foi lavado com acetona até que o mesmo ficasse incolor. Então, transferiu-se a solução para um funil

de separação onde foram acrescentados 15 mL de éter de petróleo. Sendo a amostra lavada com água destilada até remoção completa da acetona. Após a remoção do solvente a amostra foi transferida para um balão volumétrico de 25 mL e completando-se o volume com éter de petróleo. A leitura foi realizada a 450 nm e os resultados expressos em mg de  $\beta$ -caroteno por 100 de amostra em base úmida.

### **3.2.3.13. Antocianinas totais**

O teor de antocianinas totais foi determinado por espectrofotometria de acordo com Lees e Francis (1972). Para extração das antocianinas utilizou-se dois gramas de polpa proveniente da maceração, na qual foram adicionados 20 mL de etanol pH 1, permanecendo em ambiente protegido de luz, sob agitação por períodos de 15 minutos durante uma hora. Após este período, a solução foi centrifugada em centrífuga refrigerada (Eppendorf, 5430) por 10 minutos à 7000 rpm a uma temperatura de 15°C. Do sobrenadante foram realizadas as leituras em comprimento de onda de 520nm em espectrofotômetro (Jenway, 6700), os resultados foram expressos em mg Cianidina3-glicosídeo por 100g de amostra úmida.

### **3.2.3.14. Ácido L-ascórbico**

A extração do ácido ascórbico foi realizada a partir cinco gramas de polpa provenientes da maceração com nitrogênio líquido, a qual foi adicionado 15 mL de ácido metafosfórico 4,5% (m/v), que foi mantido no 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  $\mu$ L injetado no cromatógrafo. O ácido ascórbico dos frutos foi quantificado 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 elaborada ácido L-ascórbico e expressos de mg por 100 g de amostra fresca, através do método adaptado de Vinci et al. (1995).

### **3.2.3.15. Capsaicinoides**

A análise de capsaicinoides foi realizada através de método adaptado por Acunha, (2013). Trezentos miligramas de amostra liofilizada foram submetidos a extração com um mL de acetonitrila em banho de ultrassom (Unique Ultracleaner 1400 A) por 10 minutos por duas vezes consecutivas. Para cada uma das extrações as amostras foram centrifugados a 13000 rpm por cinco minutos em centrífuga (Eppendorf, Mini Spin) e o sobrenadante coletado. Os dois extratos foram centrifugados novamente por cinco minutos a 13000 rpm a temperatura ambiente. Dez µL do extrato foram injetados em cromatógrafo líquido (Thermo Scientific Ultimate 300) equipado com pré-coluna C18 (2,0 x 4 mm) e coluna Luna C18 (2,0 x 150 mm, 100 Å, 3 µ) Phenomenex (Torrance CA USA) para separação cromatográfica. Uma solução de ácido acético (0,1% v/v, em água ultrapura, eluente A) e acetonitrila (eluente B) foram usadas como fase móvel. A vazão da fase móvel foi de 0,2 mL/min utilizando eluição isocrática com 52% de B e temperatura de coluna de 40°C. Os capsaicinoides foram detectados por fluorescência (excitação 280nm e emissão 324nm) e quantificados em comparação com curva de calibração de capsaicinoides comerciais (capsaicina e dihidrocapsaicina) Sigma-Aldrich (St. Louis USA). Os resultados foram expressos em mg por 100g em base seca. Para se obter os valores de SHU dos capsaicinoides (capsaicina e diidrocapsaicina) multiplicou-se o teor em micrograma/g pelo fator 16,1 (GIUFFRIDA et al., 2013).

### **3.2.3.16. Atividade antioxidante pelo método do radical DPPH**

O potencial antioxidante foi determinado através do método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), utilizado o radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH). Para a reação foram utilizados 100 µL do mesmo extrato utilizado para a determinação de compostos fenólicos, ao qual foram adicionados 3,9 mL de solução de DPPH em metanol. A solução foi então homogeneizada e os frascos mantidos no escuro por 24h, quando foi realizada a leitura no comprimento de onda de 517nm em

espectrofotômetro (Jenway, 6700). Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH.

### **3.2.3.17. Atividade antioxidante pelo método do radical ABTS**

O potencial antioxidante utilizando o radical livre ABTS (2,2-azino-bis ácido 3-ethylbenzthiazolina-6-sulfônico) foi determinado através do método adaptado de Rufino et al. (2007). Primeiramente foi preparado o radical ABTS a partir da reação de cinco mL de solução de ABTS (7mM) com 88 µL de uma solução de persulfato de potássio 140 mM. A mistura foi mantida no escuro, à temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, diluiu-se um mL desta mistura em álcool etílico até obter uma absorbância de 0,700 nm  $\pm$  0,05 nm a 734 nm. (preparada e usada apenas no dia da análise). Transferiu-se uma alíquota de 30 µL do extrato (mesmo extrato obtido para a reação de fenóis totais) para tubos falcon com 3,0 mL do radical ABTS e homogeneizado em vortex (Phoenix, AP-56). A leitura foi realizada no comprimento de onda de 734 nm (Jenway, 6700) após seis minutos de reação. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical ABTS.

### **3.3.4. Determinações sensoriais**

#### **3.3.4.1. Teste de Aceitação**

O teste de aceitação foi realizado com 50 julgadores, não treinados, mas declarados consumidores assíduos de produtos de pimenta, utilizou-se para esta avaliação escala hedônica de 9 pontos, a mesma variou entre o desgostei muitíssimo (1) ao gostei muitíssimo (9).

Foi considerado como aceito o produto que obteve resultado acima de 70% de aceitabilidade calculado através da média das respostas (obtidas dos 50 julgadores) vezes 100, dividido pelo valor máximo da escala (9) (ver exemplo abaixo). Para a avaliação do teste de aceitação foi realizada análise de frequência e os resultados expressos graficamente em porcentagem de respostas (DUTCOSKY, 1996; GULARTE, 2009).

**Exemplo:**  $\frac{7,5 \text{ (média das respostas)} * 100}{9} = 83,33 \%$

9 (valor máximo da escala hedônica)

O teste de aceitação de atributos de qualidade foi realizado com 50 julgadores não treinados, mas declarados consumidores assíduos de produtos de pimenta, utilizou-se para esta avaliação escala hedônica de 5 pontos, a mesma variou entre (1) desgostei muito, (2) desgostei, (3) Não gostei nem desgostei, (4) gostei e (5) gostei muito. Foi considerado como aceito o produto que obteve resultado acima de 70% de aceitabilidade (calculado através do valor da media resposta (obtida dos 50 julgadores) x 100/pelo valor máximo da escala, que é 5). Para a obtenção das respostas medias dos julgadores foi realizada análise de frequência (DUTCOSKY, 1996; GULARTE, 2009).

**Exemplo:**  $\frac{3,5 \text{ (média de respostas)} * 100}{5} = 70 \%$

5 (valor máximo da escala)

### 3.3.4.2. Intenção de Compra

A intenção de compra dos produtos de pimenta foi realizada com consumidores declarados como frequentes consumidores de produtos de pimenta. Para tanto foi utilizada uma escala hedônica de 5 pontos, tendo como extremos da escala os itens certamente compraria e certamente não compraria este produto, totalizando 50 julgadores. Foi considerado como grau de certeza de compra o produto que obteve resultado acima de 70% (conforme exemplo abaixo). Para a intenção de compra dos julgadores foi realizada análise de frequência e os resultados expressos graficamente em porcentagem de respostas (DUTCOSKY, 1996; GULARTE, 2009).

**Exemplo:**  $\frac{3,5 \text{ (média de respostas)} * 100}{5} = 70 \%$

5 (valor máximo da escala)

### **3.4. Análise Estatística**

Os dados obtidos foram analisados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, a homocedasticidade pelo teste de Hartley e a independência dos resíduos foi verificada graficamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e em caso de significância estatística comparados pelos testes de Tukey e T, ambos a  $p \leq 0,05$  de significância utilizando os softwares SAS versão 9.2 (Cary, NC) e ESTATÍSTICA versão 10.0. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. Caracterização físico-química de acessos *in natura*

Para as 11 pimentas avaliadas os teores de sólidos solúveis totais variaram de 7,47 °Brix (pimenta Dedo de moça), a 14,50 °Brix (P134) (Tabela 2). Lannes et al. (2007), avaliando 49 acessos do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa- MG, encontraram uma variação 6,05 a 10,25 °Brix e Eggink et al. (2012) de 5,30 a 10,37 °Brix ao avaliarem 24 genótipos de pimentão.

A acidez variou de 0,12 g.100g<sup>-1</sup> (P27) a 0,64 g.100g<sup>-1</sup> de ácido cítrico (P302), já o pH, ficou em torno de 5 para todas as pimentas avaliadas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Rêgo et al. (2011), que avaliando 69 acessos de pimentas *Capsicum* spp. do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal de Roraima (UFRR), relataram valores que variaram de 4,36 a 6,23.

O valor do ângulo Hue apresenta dentro do diagrama de cores valores que vão do 0° ao 360°, o que significa que valores próximos ao 0° são vermelhos, ao 90° amarelos, 180° verdes e 360° azul. Observando os valores do ângulo Hue apresentados na Tabela 1, verifica-se, que as pimentas P38, P203, apresentam coloração vermelha escura. Enquanto que as pimentas Dedo de moça, P22, P115, P258, P134 uma coloração vermelha clara, já a pimenta P247 tende ao alaranjado e as pimentas P27 e P259 são amarelas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características físico-químicas de acessos de pimentas *Capsicum* spp. e de pimenta Dedo de moça (DM)

	SST <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	a*	b*	°Hue**
<b>DM</b>	7,47g	0,29ef	5,73a	40,66de	32,82b	19,71ed	30,98cd
<b>P22</b>	11,00c	0,55b	5,30cd	41,43d	37,90a	20,74d	28,68de
<b>P27</b>	9,13ef	0,12g	5,64ab	58,14b	2,90d	39,79b	85,80a
<b>P38</b>	14,63a	0,25f	5,47abcd	37,56fg	19,67c	7,93g	21,95ef
<b>P115</b>	10,93cd	0,34ed	5,50abcd	39,29ef	31,68b	20,60d	33,00cd
<b>P134</b>	14,60a	0,49bc	5,59abc	39,02ef	32,98b	25,54c	37,74c
<b>P203</b>	12,43b	0,49bc	5,39bcd	37,00g	30,52b	11,93fg	21,22f
<b>P247</b>	8,13ef	0,14g	5,56abc	58,49b	19,54c	41,48b	64,77b
<b>P258</b>	10,83cd	0,51b	5,52abc	43,90c	39,13a	26,34c	33,96cd
<b>P259</b>	9,63ed	0,42cd	5,17d	71,77a	-1,62d	68,63a	91,36a
<b>P302</b>	11,60bc	0,64a	5,60abc	38,20fg	29,86b	15,91ef	28,05def

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos e °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida. L luminosidade (branco ao preto); a\* cromaticidade (verde ao vermelho); b\* cromaticidade (azul ao amarelo). \*\*°Hue - tonalidade de cor.

O tamanho e peso variaram significativamente entre as pimentas analisadas. O tamanho dos frutos foi avaliado através dos parâmetros de comprimento e largura. Os frutos que apresentaram maior tamanho foram de frutos das pimentas Dedo de moça, P27, P258, P259, P247 e P203. As pimentas citadas anteriormente como sendo as de maior tamanho foram também as que apresentaram maior peso de fruto (g/fruto), que pode ser verificado na Tabela 2.

O rendimento de polpa é um dos parâmetros avaliados na indústria alimentícia para a escolha da melhor matéria-prima para a utilização durante o processamento. Tendo em vista que um maior rendimento de polpa do fruto influencia diretamente em um maior rendimento de produto final. Como pode ser observado na Tabela 2, o rendimento de polpa, oscilou de 94% para o acesso P27 a 70,89 % para o acesso P203.

**Tabela 2.** Análise biométrica e rendimento de polpa de acessos de pimenta *Capsicum* spp. e pimenta Dedo de moça (DM)

	<b>Comprimento (mm)</b>	<b>Largura (mm)</b>	<b>Peso (g/fruto)</b>	<b>Rendimento de polpa (%)</b>
<b>DM</b>	135,25a	17,46bc	21,12a	92,03ab
<b>P22</b>	32,64c	9,77d	1,22efg	80,83d
<b>P27</b>	35,97c	46,07a	15,51b	94,27a
<b>P38</b>	17,62f	10,97d	1,05efg	83,15cd
<b>P115</b>	24,36de	21,19b	5,18c	87,90bc
<b>P134</b>	17,71f	10,55d	0,96fg	75,56ef
<b>P203</b>	23,16edf	17,89bc	2,98de	70,89f
<b>P247</b>	25,55d	18,29bc	3,43cd	89,23ab
<b>P258</b>	21,47edf	17,27c	2,81def	78,70de
<b>P259</b>	41,92b	17,53bc	5,27c	87,76bc
<b>P302</b>	19,42ef	7,45d	0,49g	83,65cd

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Segundo Lannes et al. (2007) dois fatores devem ser levados em consideração para a utilização e escolha de pimentas para a secagem, que são o seu teor de umidade e o teor de sólidos solúveis, pois com um menor teor de água reduzem-se os custos de secagem, e um maior teor de sólidos solúveis aumenta-se o rendimento final do produto. O acesso P203 foi o acesso que apresentou a menor porcentagem de umidade, 77,23% (Tabela 3), e os teores mais elevados de SST dentre os acessos analisados, 12,43 °Brix (Tabela 1). Além disso, o mesmo apresentou os maiores valores de carboidratos totais, 18,47%, de proteínas (2,11%) e cinzas (1,35%) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Composição centesimal de acessos de pimenta *Capsicum* spp. e pimenta Dedo de moça

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)
<b>DM</b>	87,22bc	0,8c	0,28c	0,83bc	10,80c
<b>P22</b>	86,03c	2,24a	0,61b	1,22a	9,57cd
<b>P27</b>	90,64a	1,15cd	0,29c	0,57c	7,35de
<b>P38</b>	86,81bc	1,61b	0,75b	0,95b	9,88cd
<b>P115</b>	89,29ab	1,37bc	0,32c	0,88b	8,17de
<b>P134</b>	85,23c	2,32a	1,10a	1,54a	9,81cd
<b>P203</b>	77,27e	2,11a	0,81b	1,35a	18,47a
<b>P247</b>	91,71a	1,07bcd	0,33c	0,61c	6,28e
<b>P258</b>	82,11d	0,87d	0,78b	1,51a	14,80b
<b>P259</b>	86,84bc	1,14cd	0,21c	0,93b	10,88c
<b>P302</b>	84,71cd	2,05a	0,61b	1,52a	11,12c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O teor de compostos fenólicos totais nas pimentas avaliadas oscilou de 52,45 mg.100g<sup>-1</sup> para o acesso P259 a 21,20 mg.100g<sup>-1</sup> para o acesso P27. Valores estes superiores aos encontrados por Marín et al. (2004) que em pimentões encontraram uma variação de 20,24 a 2,54mg.100g<sup>-1</sup>, e inferiores aos encontrados por Zhuang et al. (2012) que avaliando nove cultivares de pimentas observaram teores entre 499,24 mg.100g<sup>-1</sup> a 107,82 mg.100g<sup>-1</sup>, e por Alvarez-Parrilla et al. (2011), que relataram teores de 121 mg.100g<sup>-1</sup>, 68 mg.100g<sup>-1</sup>, 122 mg.100g<sup>-1</sup> e 135 mg.100g<sup>-1</sup> para as pimentas cv. Ascención, Flores Magón, Meoqui e Serrano, respectivamente. O teor de compostos fenólicos em frutos e hortaliças varia conforme a variabilidade genética, modo de cultivo, condição do solo, época de colheita e condições de armazenamento (KALT, 2005).

Em pimentas *Capsicum* os compostos antocianicos são pouco estudados, sendo raros os estudos com este tipo de pigmento, mesmo que haja relato de pimentas com pigmentação roxa, advinda da presença de antocianinas (AZA-GONZALEZ et al., 2011). Sadilova et al. (2006), avaliaram pimenta (*Capsicum annum* L.) de coloração violeta, sendo encontrado como pigmento mais representativo a delphinidina-3-trans-coumaroilrutinosídeo-5-glicosídeo (89%), seguido

de delphinidina-3-cis-coumaroilrutinosídeo-5-glicosídeo (4,6%), delphinidina-3-cafeoilrutinosídeo-5-glicosídeo (2,4%), como majoritários, apresentando um teor total de 32 mg.100g<sup>-1</sup>. Nas pimentas avaliadas neste estudo, o teor de antocianinas totais foi inferior ao referenciado anteriormente. Pode-se observar que o teor de antocianinas totais (Tabela 5) em pimentas de coloração amarelada e alaranjada P27 (0,16 mg.100g<sup>-1</sup>), P259 (0,34 mg.100g<sup>-1</sup>) e P247 (1,84 mg.100g<sup>-1</sup>), respectivamente, são significativamente inferiores aos encontrados em pimentas de coloração vermelha, sendo que o maior teor 19,32 mg.100g<sup>-1</sup>, foi encontrado no acesso P258.

Os carotenoides são os principais pigmentos encontrados em pimentas *Capsicum*, e também os principais responsáveis pela variabilidade de sua coloração que varia do verde, amarelo, marrom ao vermelho (DELI et al., 2001). O teor de carotenoides avaliados, oscilou de 0,64 mg.100g<sup>-1</sup> a 40,26 mg.100g<sup>-1</sup> de  $\beta$ -caroteno. Os teores de carotenoides variam em composição e conteúdo dependendo do genótipo, da espécie, grau de maturação, do armazenamento e das condições de cultivo (KALT, 2005). Zhuang et al. (2012), observaram variação de 8,53 mg.100g<sup>-1</sup> a 114,48 mg.100g<sup>-1</sup> de  $\beta$ -caroteno, avaliando nove tipos de pimentas. Já Marín et al. (2004) observaram variação na composição e no teor de carotenoides durante a maturação pimentas cv. Vergasa, onde no estágio verde imaturo houve uma maior presença de luteína, violaxantina e  $\beta$ -caroteno, entre outros num total de 5,07 mg.100g<sup>-1</sup> já para pimentas no estágio vermelho os carotenoides majoritários foram capsantina, cis-capsantina,  $\beta$ -caroteno, capsorubina, zeaxantina, entre outros totalizando 45,59 mg.100g<sup>-1</sup>. Os teores de totais de carotenoides equivalentes de  $\beta$ -caroteno encontrados neste estudo são superiores ao encontrado em muitas hortaliças comumente consumidas mundialmente, como tomates, cenoura, alface, espinafre e brócolis (REIF et al., 2013). Alguns dos carotenoides além da sua atividade de provitamina A, apresentam atividade antioxidante. Estas propriedades tornam os vegetais ricos em carotenoides uma fonte interessante de estudos, já que seu consumo está associado à diminuição das chances de desenvolvimento de diversos tipos de cânceres, doenças degenerativas e cardiovasculares. (QUIRÓS; COSTA, 2006).

O teor de vitamina C (L- ácido ascórbico) das pimentas avaliadas foi de 18,83 mg.100g<sup>-1</sup> (P115) a 158,38 mg.100g<sup>-1</sup> (P22) (Tabela 5). Para Zhuang et al. (2012), o teor variou de 93 mg.100g<sup>-1</sup> a 393 mg.100g<sup>-1</sup>, já para Eggink et al. (2012) tais valores foram de 137,9 a 247,1 mg.100g<sup>-1</sup>. Em pimentas o teor de vitamina C aumenta

conforme a grau de maturidade do fruto conforme mostrado por Marín et al. (2004) que em pimentas verdes encontraram  $31,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $90,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de ácido ascórbico para vermelhas.

A maior porcentagem de inibição pelo radical DPPH foi apresentada pelo acesso P259 (86,70%), possivelmente atribuído a seu teor elevado de fenois totais, para o qual apresenta correlação de  $R^2 = 0,85$ , porem o mesmo não apresenta correlação com seu maior teor do ácido L-ascórbico (Tabela 5). Já em relação ao radical ABTS, a maior porcentagem de inibição foi apresentada pelo acesso P134 (90,91%), teor que apresenta uma correlação positiva de  $R^2 = 0,94$  com teor de compostos fenólicos.

Na escala de Scoville a pungência das pimentas se dividem em: sem pungência de (0-700 SHU); levemente pungente (700-3.000 SHU); moderadamente pungente (3.000-25.000 SHU); alta pungência (25.000-70.000 SHU) e extremamente pungente (80.000 SHU). Já para Reifschneider (2000) cultivares com até 30.000 SHU são tidas como de baixa pungência, com 30.000 a 75.000 SHU, consideradas de média pungência. São classificados como de alta pungência se apresentam de 75.000 a 120.000 SHU, e de muito alta pungência se acima de 120.000 SHU.

**Tabela 4.** Fenois totais (FT), antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de acessos de pimentas *Capsicum* spp. e Dedo de moça

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C <sup>5</sup>
<b>DM</b>	44,30b	11,99e	29,35b	49,24de	35,05f	98,06cd
<b>P22</b>	36,38d	12,58d	25,81c	62,51c	71,64cd	158,38a
<b>P27</b>	21,20f	0,16i	4,85h	24,01g	25,44f	28,41h
<b>P38</b>	32,56e	8,67f	21,16d	43,91ef	62,91d	47,42g
<b>P115</b>	40,52c	7,77g	40,26a	37,74f	50,30e	18,86i
<b>P134</b>	35,20de	12,13de	29,91b	64,19c	90,91a	54,60f
<b>P203</b>	49,08a	13,82c	8,93f	51,60de	80,24bc	93,95d
<b>P247</b>	40,87c	1,84h	0,69i	38,42f	45,97e	67,42e
<b>P258</b>	51,18a	19,35a	15,71e	86,70a	86,16ab	93,89d
<b>P259</b>	51,45a	0,34i	0,64g	53,39d	65,09d	110,85b
<b>P302</b>	35,40de	15,00b	32,32b	73,15b	69,60d	101,00c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ -caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup>mg.  $100g^{-1}$  do ácido L-ascórbico de amostra em base úmida

O conteúdo de capsaicinoides totais encontrado variou consideravelmente entre os acessos avaliados de 1734 mg de capsaicinoides totais para a pimenta P247, o que corresponde a 279.174,27 SHU (extremamente pungente), a 0,024 mg de capsaicinoides totais no acesso P27 que corresponde a 3,93 SHU (sem pungência), como pode ser observado na Tabela 5. Os valores de capsaicinoides (capsaicina e diidrocapsaicina) do acesso P247 apresentam alta correlação ( $R^2 = 1,00$ ) com a porcentagem de inibição do radical DPPH. Entretanto a mesma apresenta correlação inversa para ABTS para ambos os capsaicinoides ( $R^2 = -0,81$ ). Valores contrastantes no teor de capsaicinoides foram encontrados também por Giuffrida et al., (2012) e Topuz e Ozdemir (2007).

**Tabela 5.** Capsaicinoides de acessos de pimentas *Capsicum* spp. e Dedo de moça

	Capsaicina <sup>a</sup>	Dihidrocapsaicina <sup>a</sup>	Capsaicinoides totais <sup>a</sup>	Pungência (SHU) <sup>b</sup>
<b>DM</b>	172,82f	42,56f	215,38g	34.675,75g
<b>P22</b>	418,96c	428,73a	847,69	136.478,69b
<b>P27</b>	0,02g	0,007g	0,024j	3,93j
<b>P38</b>	-	-	-	-
<b>P115</b>	62,50f	0,015g	62,52i	10.065,09i
<b>P134</b>	361,67d	192,17b	553,84d	89.167,65d
<b>P203</b>	639,12b	116,45c	755,57c	121.647,30c
<b>P247</b>	1603,38a	130,62c	1734,00a	279.174,27a
<b>P258</b>	235,77e	42,56f	278,32f	44.810,20f
<b>P259</b>	405,32c	93,57d	498,89e	80.321,63e
<b>P302</b>	60,34f	47,93e	108,27h	17.431,21h

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).<sup>a</sup> Concentração em mg/100g de matéria seca <sup>b</sup>SHU (*Scoville heat Units*). (-) Não determinado.

## 4.2. Caracterização físico-química e sensorial de produtos de pimentas (*Capsicum* spp.)

### 4.2.1. Conservas de pimenta

O teor de sólidos solúveis totais reduziu entre as conservas se comparados às pimentas *in natura* (10,93, 9,63 e 7,47 °Brix , para P115, P259 e DM, respectivamente), acompanhada da elevação da acidez (Tabela 6), fato esperado, pois a adição do ácido acético tem como uma das funções reduzir o pH do produto, com o objetivo de reduzir a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, além de conferir sabor característico (FELLOWS, 2006). Após o processamento de conservas foi observada perda de coloração para as conservas das pimentas DM e P259 em relação à fruta *in natura*, porem para a pimenta P115 houve uma intensificação da coloração avermelha (Tabela 6). Esta variação na coloração provavelmente é decorrente da isomerização do  $\beta$ -caroteno.

Carotenoides com todas as ligações na forma *trans* apresentam, geralmente, cor mais escura, conseqüentemente, o aumento de ligações *cis* resulta em um esmorecimento gradual da cor (que é potencializada por ácidos, luz e calor), sendo a forma *trans* a que apresenta maior atividade vitamínica (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). As conservas de pimenta podem ser visualizadas na Figura 7.

**Tabela 6.** Características físico-químicas de pimentas em conserva Dedo de moça (DM), P259 e P115

	SS <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	°Hue**
<b>DM</b>	7,13c	0,74a	4,27b	44,58b	42,38b
<b>P115</b>	8,9a	0,64b	4,63a	40,28c	22,63c
<b>P259</b>	8,03b	0,73a	4,33b	67,08a	96,81a

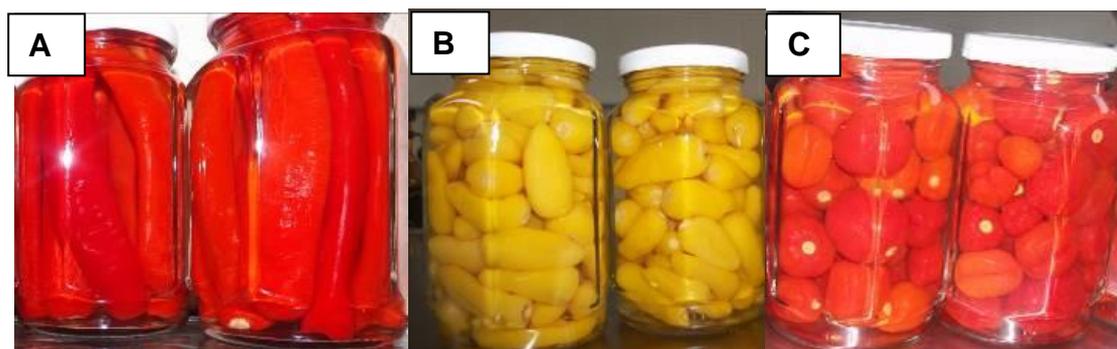
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida. \* L – luminosidade. \*\* °Hue - tonalidade de cor.

Os valores da composição físico-química de pimentas em conserva não foram muito distintos das pimentas *in natura* (Tabela 3). Sendo os valores encontrados próximos aos descritos na tabela TACO -Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para pimentão verde, amarelo e vermelho (*Capsicum annuum*) (NEPA, 2011).

**Tabela 7.** Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em conserva

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	kcal *
<b>DM</b>	87,52b	0,97c	0,24b	1,11b	10,15b	25,17b
<b>P115</b>	90,86a	0,18d	0,29b	1,07b	6,50c	19,29c
<b>P259</b>	86,85b	1,38a	0,36a	1,26ab	10,99ab	25,08b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* Valor energético correspondente a uma porção de 50g.



**Figura 7.** Conservas de pimentas Dedo de moça (A), P259 (B) e P115 (C).

De acordo com os dados da Tabela 8 os teores de compostos fenólicos variaram significativamente entre as amostras analisadas. Foi observada uma redução considerável se comparados com as frutas *in natura*. Para a conserva de Dedo de moça, o teor de compostos fenólicos totais reduziu quase pela metade, que quando comparado ao fruto *in natura* que possuía 44,30 e passou a 28,82  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  na conserva. O mesmo ocorreu para a conserva de P259 que no fruto *in natura* continha 51,45 e passou a 34,28  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Porém a redução mais acentuada no teor de compostos fenólicos foi observada para a conserva P115, que no fruto *in natura* era de 40,52 passou a 7,6  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  na conserva. Redução no teor de compostos fenólicos também foi observada por Alvarez-Parrilla et al. (2011) que em pimenta cv. Serrano *in natura* era de 135,42  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , passou a 81,88  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para a pimenta em conserva.

O teor de carotenoides em conserva de pimenta Dedo de moça foi superior ao encontrado no fruto *in natura* que passou de 29,35 para 31,84  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , o mesmo ocorreu para a conserva de P259 onde esse valor mais dobrou de 0,64 para 2,07  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Os carotenoides dentre os compostos fitoquímicos são os que apresentam maior estabilidade ao processamento térmico e dependendo das condições da matéria-prima e as condições do processamento podem sofrer concentração, aumentando seu teor no produto final (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Porém para a conserva P115, ocorreu exatamente o inverso, o valor que no fruto era de 40,21  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  reduziu para 21,85  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , que pode ser decorrente da oxidação enzimática ou não-enzimática aos quais os carotenoides são susceptíveis. Possivelmente influenciado pelo elevado teor de  $\beta$ -caroteno inicial no fruto *in natura*. O  $\beta$ -caroteno por conter um elevado número de insaturações na cadeia torna-se mais susceptível a alterações, ao contrário dos demais carotenoides menos insaturados, por isso mais estáveis (UENOJO et al. 2005; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

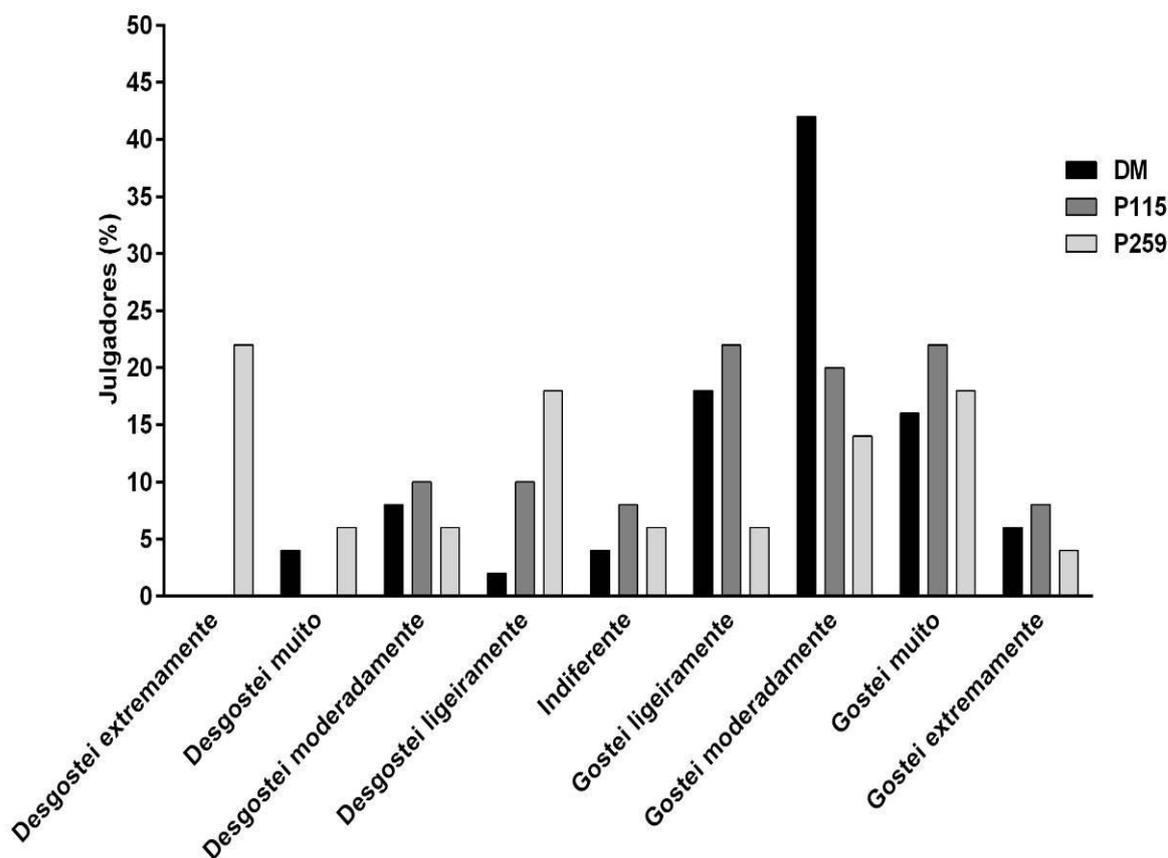
Perdas consideráveis também foram observadas para os teores de vitamina C (L-ascórbico). Em frutos de pimenta Dedo de moça *in natura* o teor do ácido L-ascórbico era de 98,06 e passou a 18,02 mg.100g<sup>-1</sup> na conserva, uma redução de 81,61%. O mesmo ocorreu para a conserva de P259 que no fruto o teor de ácido L-ascórbico era de 110,85 e passou a 20,89 mg.100g<sup>-1</sup> na conserva, uma redução de 81,16%. Já para a conserva de P115 as perdas foram menores 66,44%, no fruto *in natura* era 18,86 passou a 6,33 mg.100g<sup>-1</sup>. Durante processos que utilizam água a vitamina C degrada-se com muito mais facilidade, por causa da sua alta solubilidade em água. O processo de branqueamento é uma das formas que podem ajudar a minimizar perdas, por conseguir inativar a enzima ascorbato peroxidase, que utiliza o ácido ascórbico como substrato (KALT, 2005; ROSA et al., 2007).

**Tabela 8.** Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pimenta Dedo de moça P115 e P259 em conserva

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C <sup>5</sup>
<b>DM</b>	28,82a	11,99b	31,84a	31,76a	53,89c	18,02b
<b>P115</b>	7,6b	13,70a	21,85b	14,69b	36,50d	6,33d
<b>P259</b>	34,28a	0,30c	2,07c	32,76a	89,40a	20,89a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup>mg de ácido L-ascórbico 100g<sup>-1</sup> de amostra em base úmida.

Na análise sensorial as conservas das pimentas Dedo de moça e P115 obtiveram aceitabilidade acima dos 70%, (72% e 70%, respectivamente) sendo consideradas aceitas. Já a conserva da pimenta P259, não apresentou boa aceitabilidade sensorial perante os julgadores ficando com uma porcentagem de aceitabilidade de 52%, que é provavelmente decorrente da pungência apresentada por este acesso (Tabela 5). Esta característica de elevada pungência foi também observada e descrita pelos julgadores durante a avaliação sensorial. Os valores de aceitabilidade das conservas podem ser observados na Figura 8.



**Figura 8.** Teste de aceitabilidade de conservas de pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.

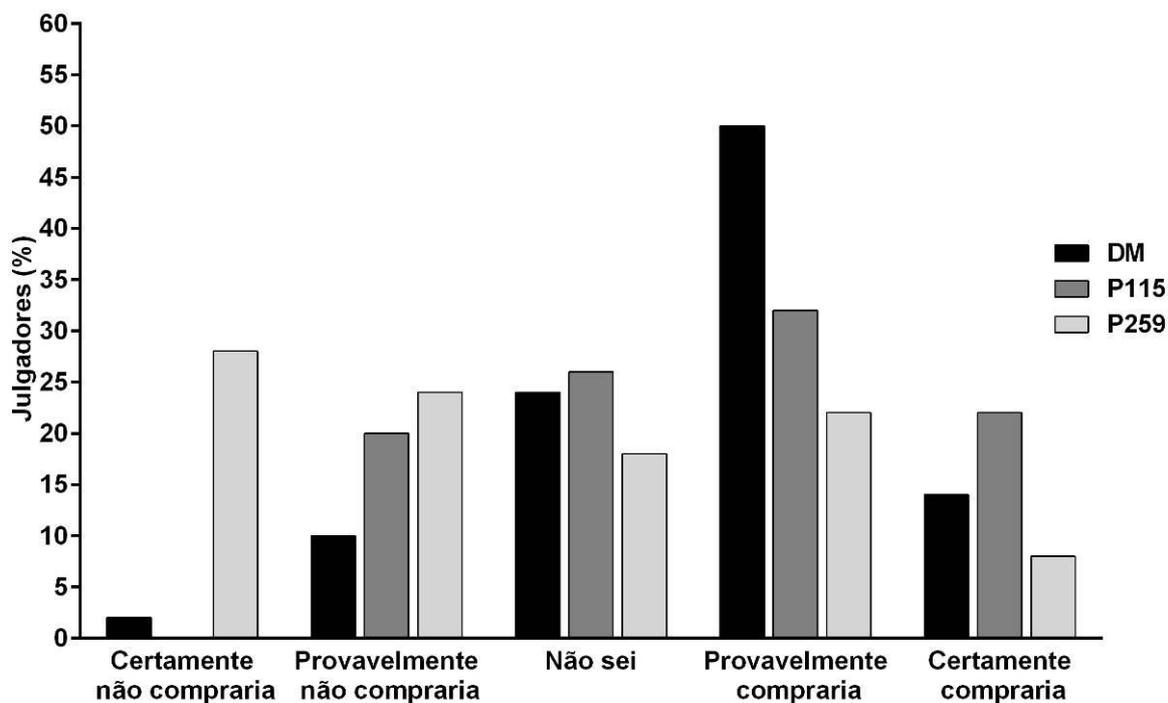
A aceitabilidade das conservas P115 e Dedo de moça podem ser justificadas pela análise sensorial de atributos, nos quais ambas obtiveram aceitação em todos os atributos avaliados: pungência, textura, cor, sabor aroma, respetivamente, para conserva de P115 foram de 75%, 75%, 85%, 73% e 73%, e Dedo de moça 72%, 74%, 82%, 76% e 73%. Já a conserva de P259 apenas obteve aceitabilidade para o atributo cor 73% (Tabela 9).

**Tabela 9.** Análise sensorial de atributos (pungência, textura, cor, sabor e aroma) de conserva de pimenta Dedo de moça, P115 e P259

	Pungência	Textura	Cor	Sabor	Aroma
<b>DM</b>	3,62a	3,71a	4,11ab	3,67a	3,80a
<b>P115</b>	3,76a	3,78a	4,24a	3,69a	3,67a
<b>P259</b>	3,00c	3,07b	3,64b	2,64b	3,04b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O resultado demonstrado pelos julgadores durante a análise de aceitabilidade e de atributos se refletiu na intenção de compra, na qual a conserva de P115 e de Dedo de moça receberam intenção de compra positiva, ou seja, acima de 70% de aceitabilidade, sendo de 71 e 73%, respectivamente. Já a conserva de P259 não obteve boa aceitabilidade ficando em 52%.



**Figura 9.** Intenção de compra de conservas de pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.

#### 4.2.2. Pastas de pimenta

Na tabela 10, estão expressos os resultados das características físico-químicas de pastas de pimenta. Observa-se que não houve grande disparidade entre os valores de sólidos solúveis totais, acidez e pH nas três pastas avaliadas. Diferença significativa foi observada apenas na coloração, onde o ângulo Hue foi de 48,05 para DM e 45,37 para P115, estando na faixa do vermelho enquanto que a pasta de P259 atingiu valor de 70,71° Hue, estando no sistema de cores na faixa do alaranjado, como pode ser observado na Figura10.

**Tabela 10.** Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em pasta

	SS <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	°Hue**
<b>DM</b>	13,17a	0,84a	4,28b	43,34b	48,05c
<b>P115</b>	12,57b	0,74b	4,71a	40,40c	45,37c
<b>P259</b>	12,73b	0,85a	4,49ab	54,43a	70,71a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida\* L – luminosidade. \*\* °Hue - tonalidade de cor.

A composição centesimal de pastas de pimentas pode ser observada na Tabela 11. Dentre as pastas avaliadas, o teor de lipídios foi o que apresentou maior diferença entre as amostras P115 e P259 (2,39 e 2,36%), para DM (1,94%). Valores estes distintos aos encontrados para molho de tomate conforme a tabela TACO (NEPA, 2011), que para lipídios foram encontrados (traços), umidade (90%), proteínas (1,4%), cinzas (1,0%) e carboidratos (7,9%).

**Figura 10.** Pastas de pimentas Dedo de moça (A), P259 (B) e P115 (C).**Tabela 11.** Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 em pasta

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	Kcal*
<b>DM</b>	84,61b	0,20b	1,94c	2,40a	10,85a	30,81b
<b>P115</b>	85,64a	0,26a	2,37b	2,39a	9,37b	29,86b
<b>P259</b>	84,41b	0,24a	2,67a	2,36a	10,30	33,13a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* Valor energético correspondente a uma porção de 50g.

O teor de compostos fenólicos totais das pastas de pimentas Dedo de moça e P259 foram similares e significativamente superiores ao encontrado na pasta da pimenta P115. Fato que pode ser explicado pelo teor superior de compostos fenólicos apresentados por tais, nos frutos *in natura*, valores que eram superiores a pimenta P115 (Tabela 12).

A pasta com menor teor de carotenoides foi a da pimenta P259, fato atribuído a menor concentração inicial de carotenoides totais no fruto que eram de  $0,64 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , porém apesar do menor teor, houve um incremento se comparado ao fruto *in natura*, visto que para a formulação/elaboração das pastas foram adicionados tomates, o que acabou contribuindo para a elevação do teor total de carotenoides na mesma, pois tomates são reconhecidos como fontes de carotenoides.

A atividade antioxidante em ambos os radicais avaliados (DPPH e ABTS) foram significativamente maiores em pasta da pimenta P259, 36,52% e 60,70%, respectivamente. Esta maior atividade antioxidante está correlacionada ao maior teor de fenóis totais e ácido ascórbico apresentado por este acesso no fruto *in natura*. A porcentagem de inibição do radical DPPH da pasta de pimenta P259 apresenta alta correlação com o teor de ácido L-ascórbico e de compostos fenólicos do fruto *in natura*, com valores de  $R^2 = 0,96$  e  $R^2 = 0,97$ , respectivamente. Entretanto para o radical ABTS, não houve correlação entre os compostos potencialmente antioxidantes avaliados e a porcentagem de inibição.

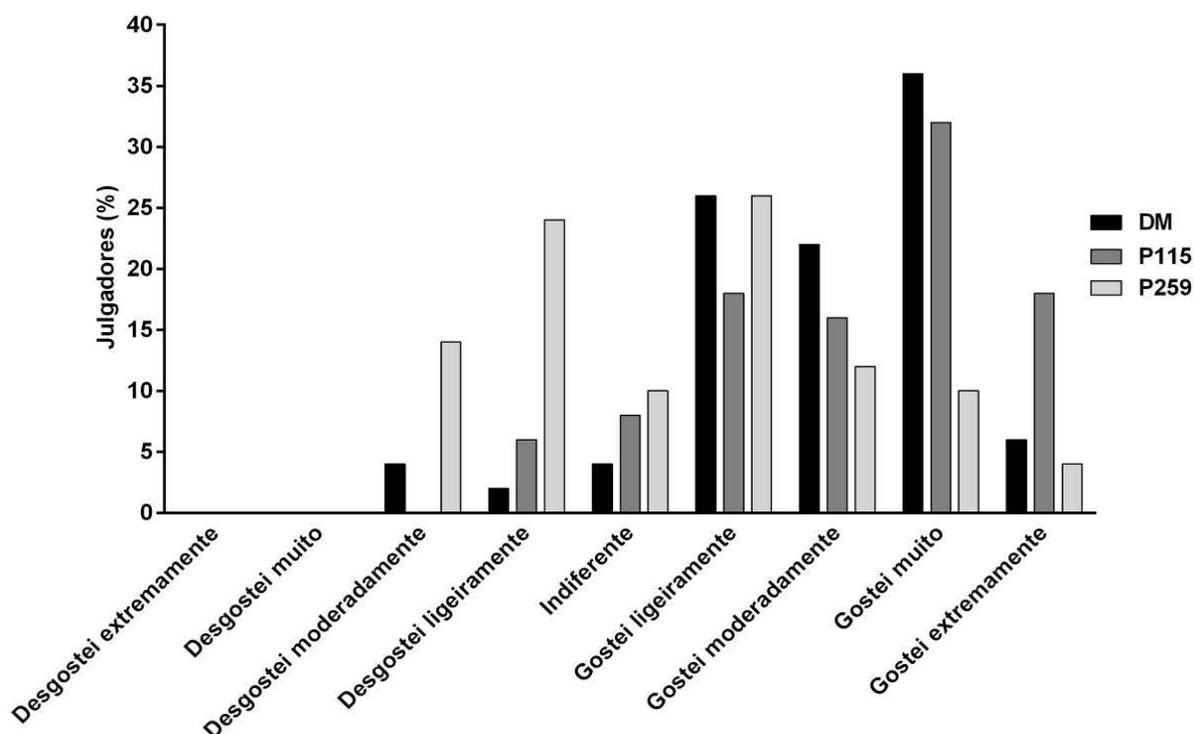
**Tabela 12.** Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pimenta Dedo de moça, P115 e P259 em pasta

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C
<b>DM</b>	38,06a	4,67b	30,23a	27,95b	40,67b	29,12a
<b>P115</b>	25,78b	7,08 <sup>a</sup>	22,75b	19,50c	45,40b	8,28c
<b>P259</b>	38,13a	0,51c	5,75c	36,52a	60,70a	24,80b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100\text{g}^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno  $100\text{g}^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup>mg de ácido L-ascórbico.  $100\text{g}^{-1}$  de amostra em base úmida

A aceitabilidade das pastas podem ser observadas na Figura 11. Por ela podemos observar que as pastas das pimentas P115 e DM foram as que obtiveram as melhores respostas perante os avaliadores, sendo suas porcentagens de

aceitabilidade de 79 e 77%, respectivamente, portanto sensorialmente aprovadas pelos avaliadores. Porém a pasta da pimenta P259 não obteve a mesma aprovação, estando com um índice de apenas 60%.



**Figura 11.** Teste de aceitabilidade de pastas das pimentas Dedo de moça (DM), P115 e P259.

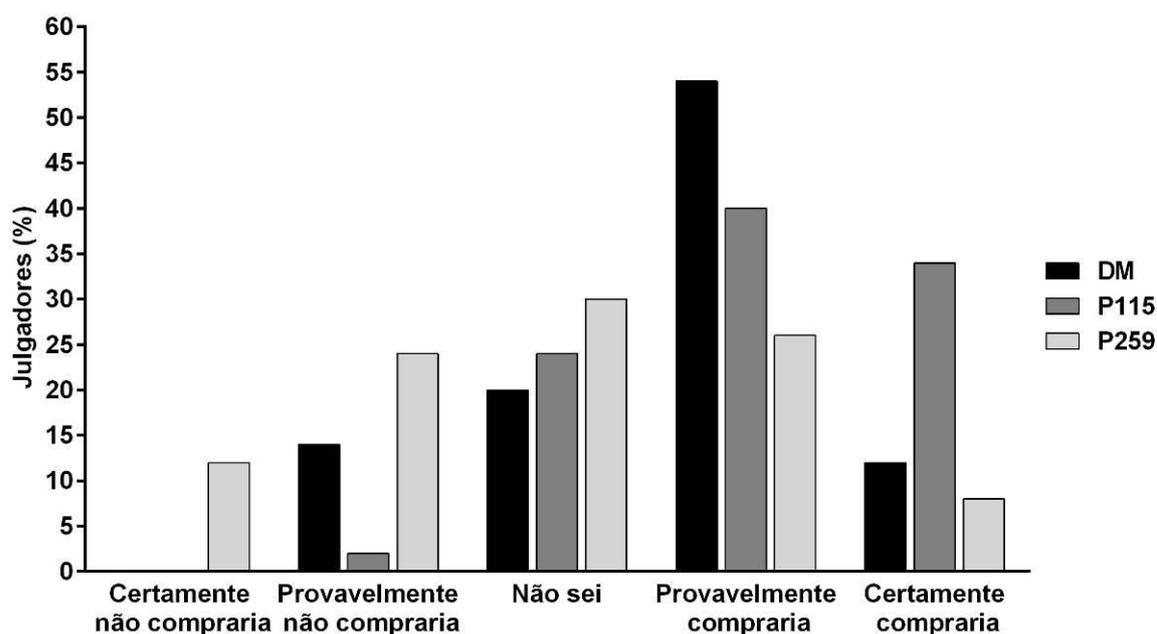
Ao analisar a tabela 13 que mostra a avaliação de atributos, a pungência e a cor são os principais parâmetros que diferem significativamente as amostras, P115 e DM de P259. Para o atributo pungência as pastas de P115 e DM obtiveram aceitabilidade de 77 e 73%, respectivamente, e a pasta da pimenta P259 obteve apenas 52% de aceitação. Em relação a cor, as pastas das pimentas vermelhas (P115 e DM), obtiveram uma aceitabilidade acima dos 80%, sendo de 89% para ambas, já a pasta da pimenta P259 que é amarelo-alaranjada obteve apenas aceitabilidade de 58% dos julgadores. Os demais atributos avaliados consistência, sabor e aroma, não obtiveram diferenças consideráveis, estando todos acima dos 70% de aceitabilidade para todas as pastas.

**Tabela 13.** Análise sensorial de atributos de qualidade (pungência, consistência, cor, sabor e aroma) de pasta de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259

	Pungência	Consistência	Cor	Sabor	Aroma
<b>DM</b>	3,62a	4,08ab	4,44a	3,56a	4,12a
<b>P115</b>	3,86a	4,18a	4,44a	3,86a	3,98ab
<b>P259</b>	2,58b	3,84b	2,88b	3,50a	3,60b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A intenção de compra dos julgadores pode ser observada graficamente através da Figura 12. Como era de se esperar, a pasta da pimenta P115, foi a que apresentou melhor intenção de compra, 81%, fato que pode ser explicado pela sua maior aceitabilidade (Figura 11), e sua aprovação perante os julgadores em todos os atributos de qualidade avaliados (Tabela 13). A pasta de pimenta Dedo de moça também foi aceita, com 73% de aprovação. Já a pasta da pimenta P259, obteve uma porcentagem intenção de compra abaixo dos 70%, (59%), provavelmente pela sua baixa aceitabilidade nos atributos pungência e cor (Tabela 13).

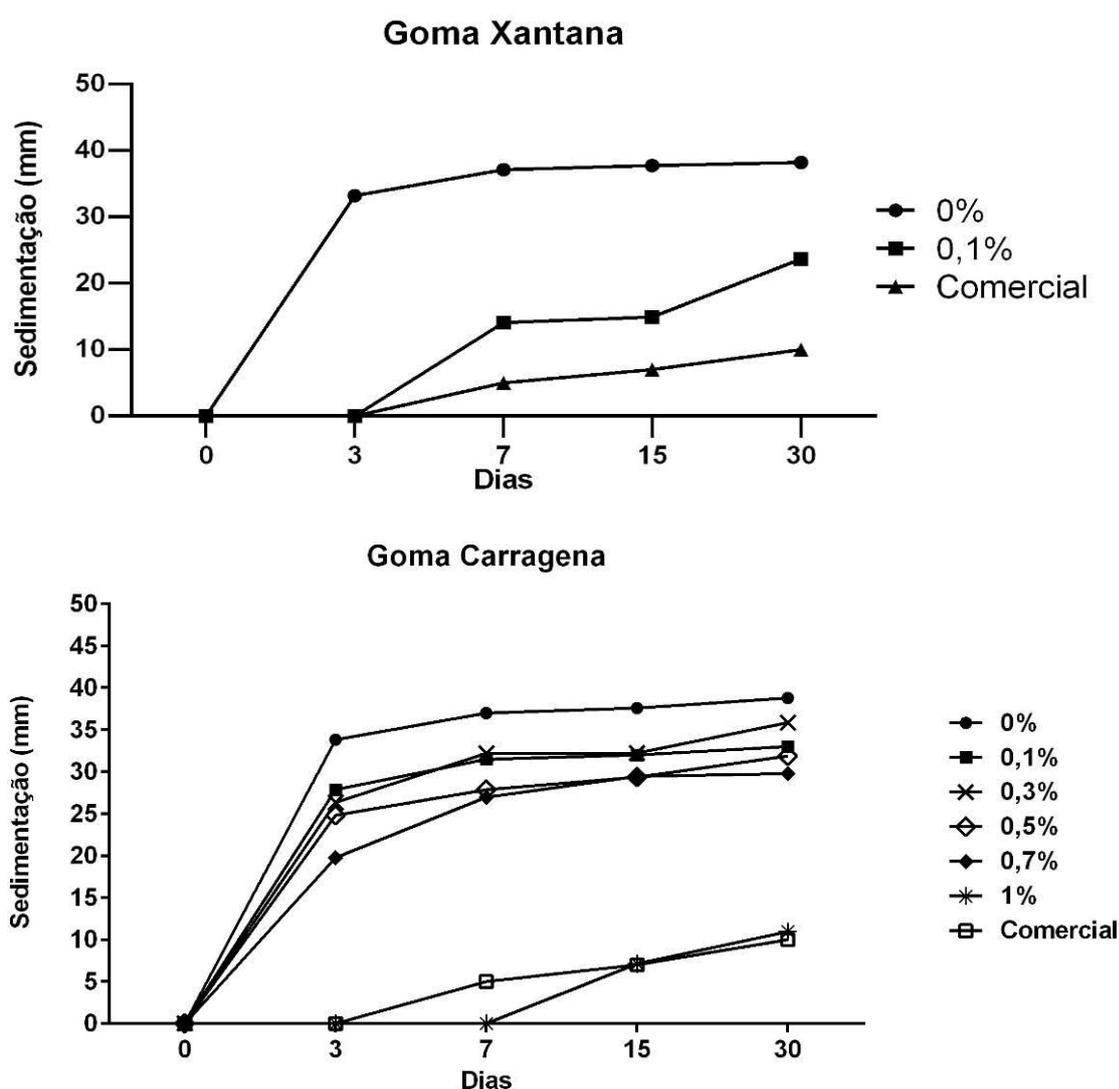


**Figura 12.** Intenção de compra de pastas das pimentas Dedo de moça (DM), P259 e P115.

#### 4.2.3. Molhos de pimenta

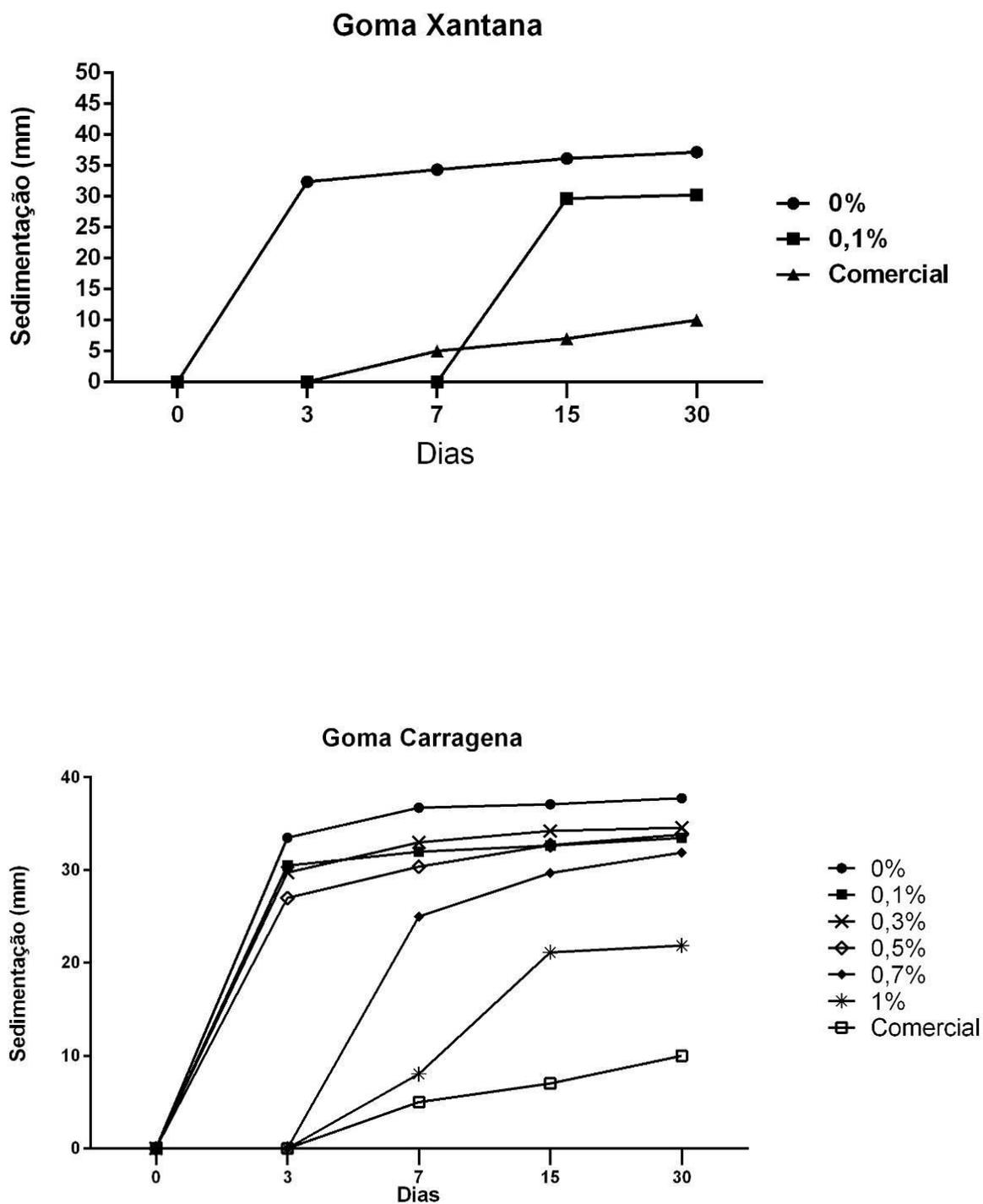
A análise de sedimentação dos molhos com diferentes concentrações de goma xantana e goma carragena das pimentas P115, P259 e Dedo de moça pode ser

observado através das Figuras 13, 14 e 15, respectivamente. Após a avaliação de sedimentação observou-se que as melhores concentrações de goma xantana e goma carragena que mantiveram a suspensão dos molhos por um período mais longo, sem afetar a viscosidade observada pelas análises reológicas (Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21) foram as concentrações de 1% (m/v) de goma carragena e 0,1% (m/v) de goma xantana. Apesar das concentrações maiores de goma xantana não apresentarem sedimentação depois de 30 dias, elas alteraram substancialmente a viscosidade de todos os molhos se comparadas ao molho comercial, tendendo a consistência semi pastosa em concentrações nas porções de 0,7% e 1%.



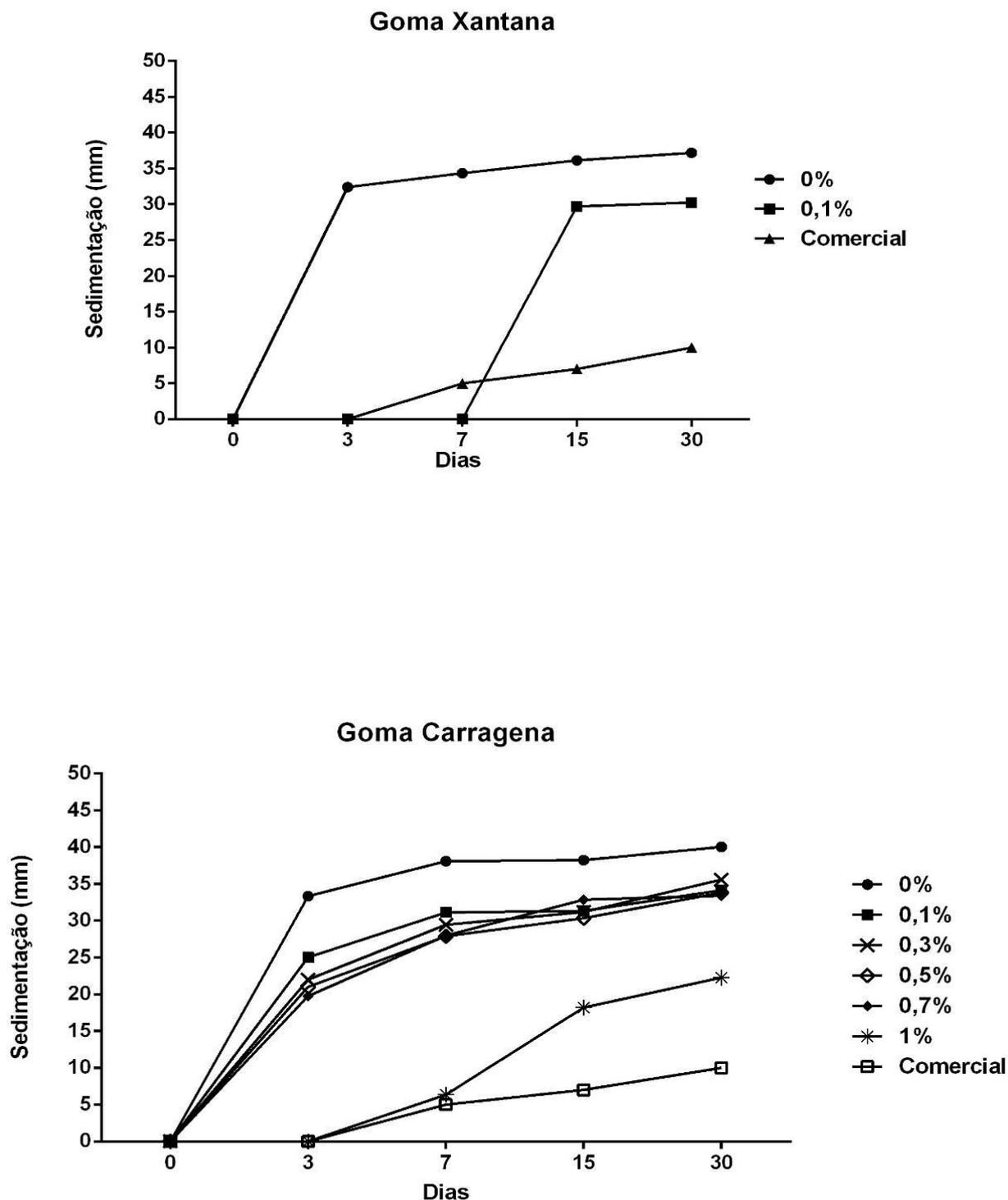
**Figura 13.** Sedimentação de molho da pimenta P115, com diferentes concentrações<sup>1</sup> goma xantana de goma carragena armazenados por 30 dias.

<sup>1</sup> Concentrações de 0,3 %, 0,5%, 0,7% e 1% não apresentaram sedimentação durante o período de armazenamento.



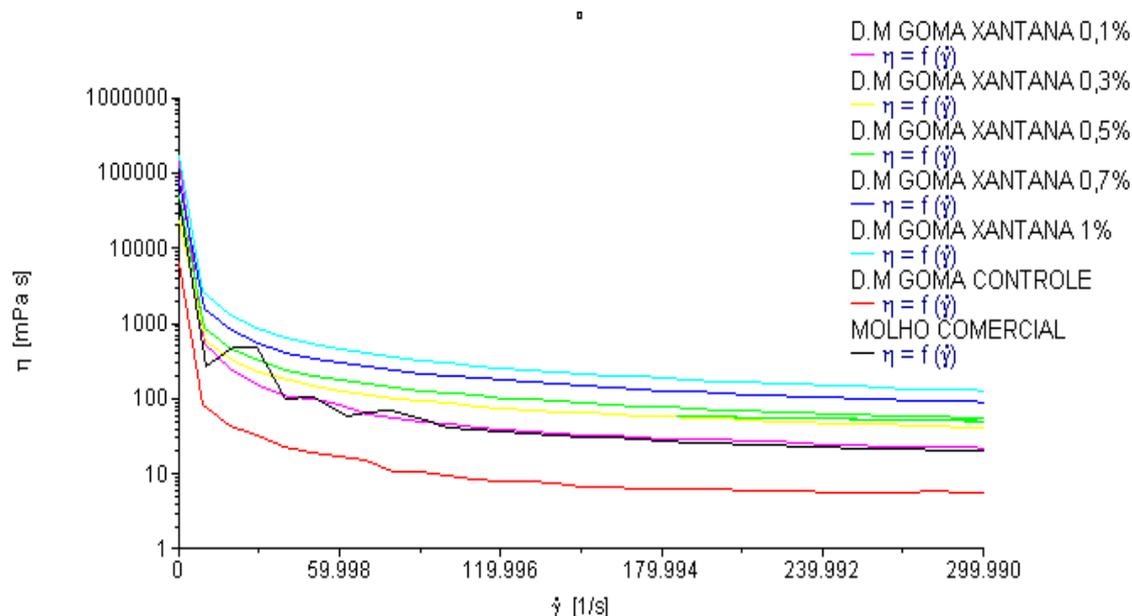
**Figura 14.** Sedimentação de molho da pimenta P259, com diferentes concentrações de <sup>2</sup>goma xantana e goma carragena, armazenados por 30 dias.

<sup>2</sup> Concentrações de 0,3 %, 0,5%, 0,7% e 1% não apresentaram sedimentação durante o período de armazenamento.

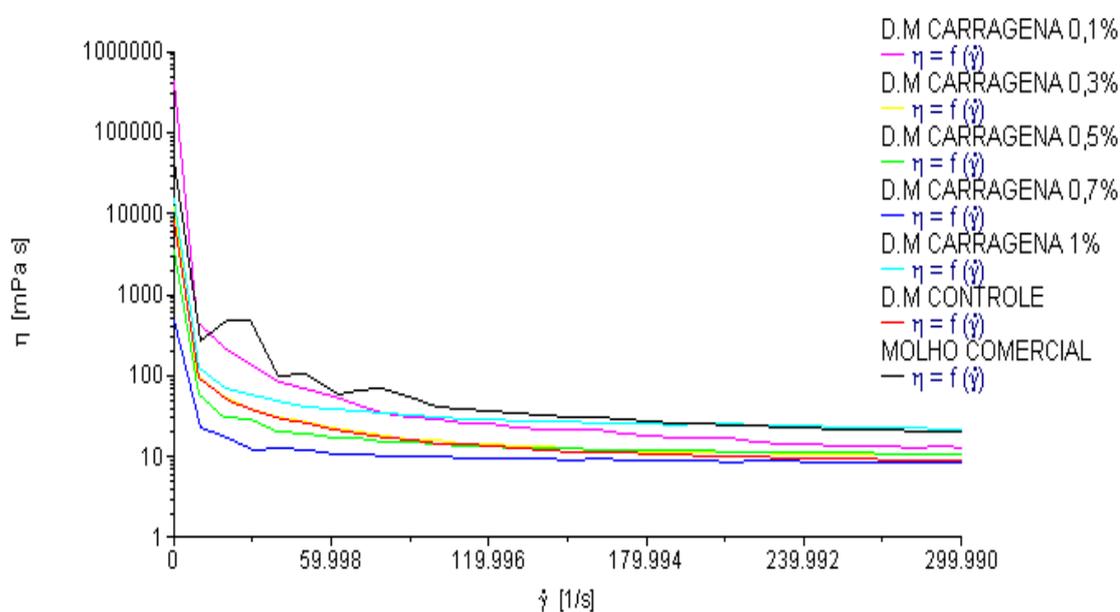


**Figura 15.** Sedimentação de molho da pimenta Dedo de moça, com diferentes concentrações de <sup>3</sup>goma xantana e goma carragena, armazenados por 30 dias.

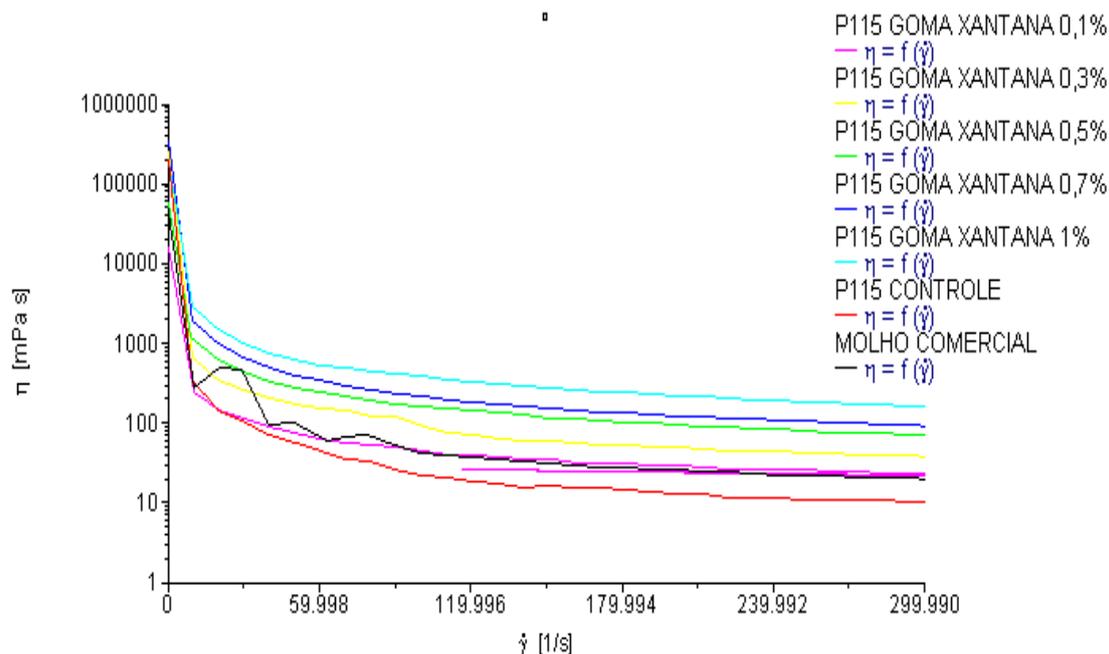
<sup>3</sup> Concentrações de 0,3 %, 0,5%, 0,7% e 1% não apresentaram sedimentação durante o período de armazenamento.



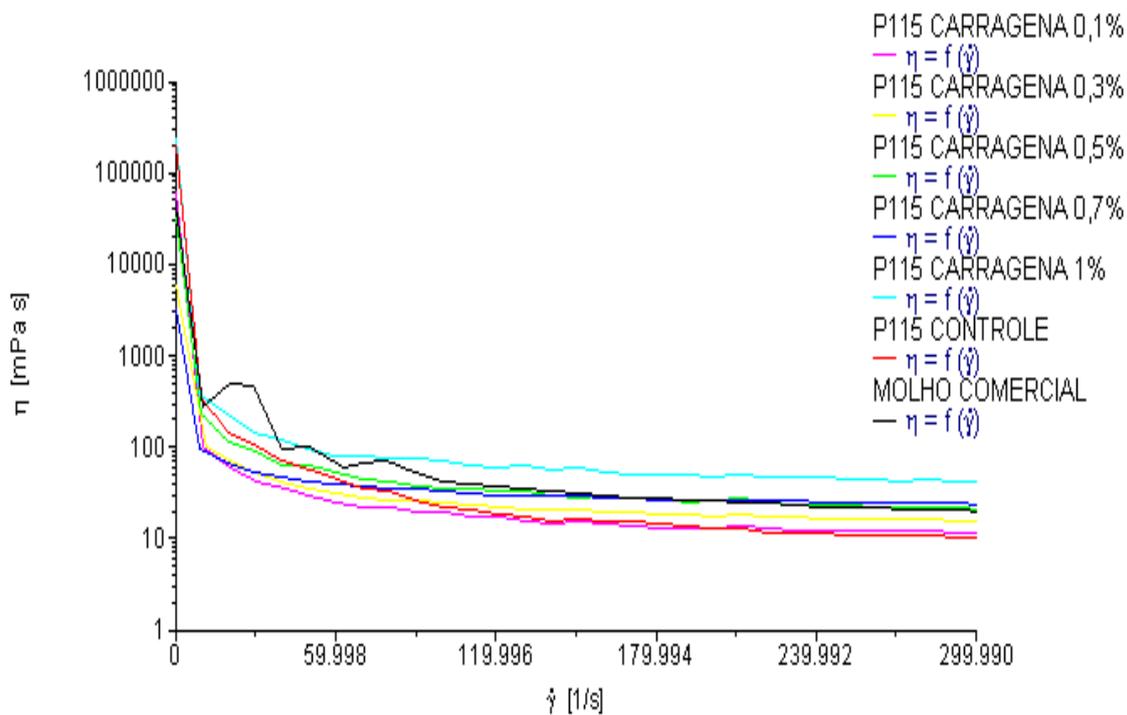
**Figura 16.** Análise reológica de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de diferentes concentrações de goma xantana.



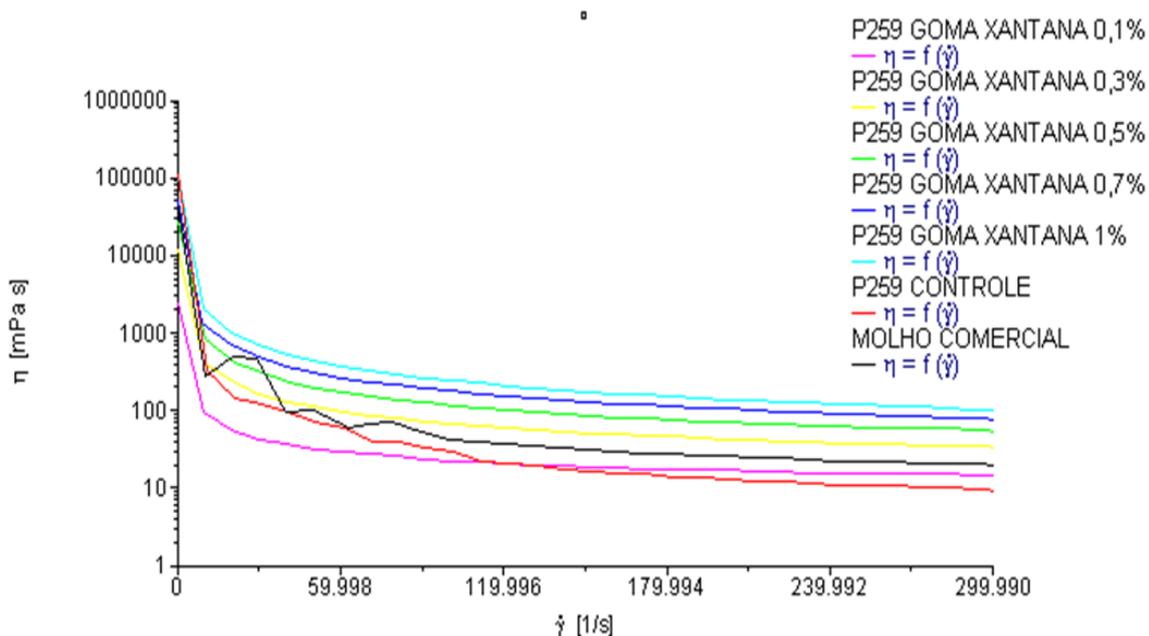
**Figura 17.** Análise reologia de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de diferentes concentrações de goma carragena.



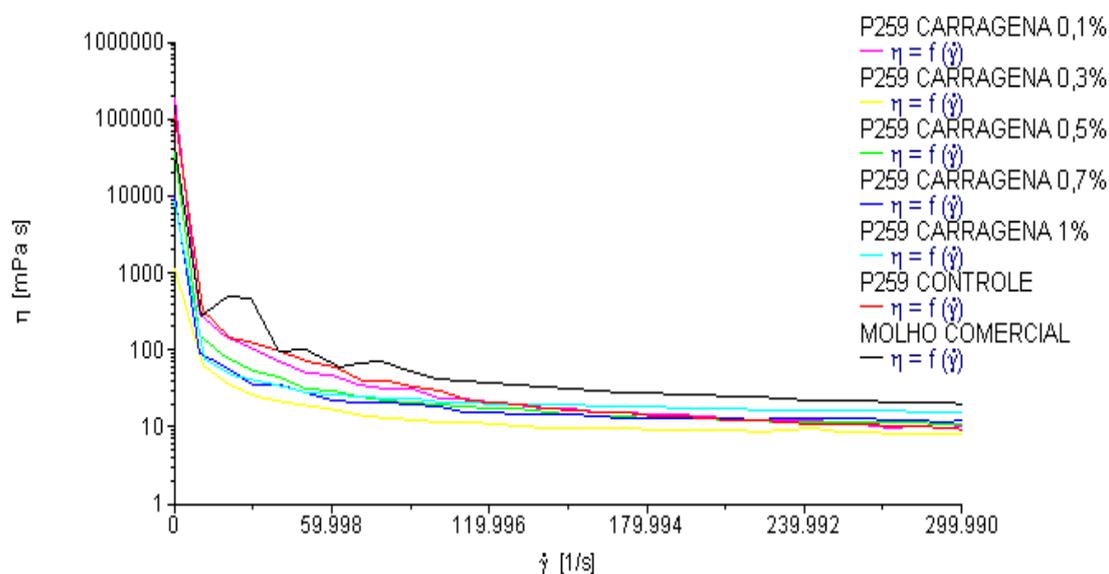
**Figura 18.** Análise reológica de molhos de pimenta P115 adicionados de diferentes concentrações de goma xantana.



**Figura 19.** Análise reológica de molhos de pimenta P115 adicionados de diferentes concentrações de goma carragena.



**Figura 20.** Análise reológica de molhos de pimenta P259 adicionados de diferentes concentrações de goma xantana.



**Figura 21.** Análise reológica de molhos de pimenta P259 adicionados de diferentes concentrações de goma carragena.



**Figura 22.** Molhos de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.

As características físico-químicas dos molhos encontram-se na Tabela 14. Observa-se que a adição da goma carragena alterou o teor de sólidos solúveis totais em relação à goma xantana, sendo significativamente mais elevado nos seus respectivos molhos, o qual pode ter sido influenciado pela maior concentração de goma adicionada aos molhos 1%, enquanto que para a xantana foi de apenas 0,1%.

Os molhos das três pimentas avaliadas (DM, P115 e P259) mantiveram uma coloração mais intensa quando adicionados de goma carragena, os molhos P115 e DM com ângulos Hue próximos ao 0° (vermelho) e P259 próximo ao 90° (amarelo) mantendo-os com uma coloração mais próxima à coloração do fruto *in natura* (Tabela 2). Na indústria, principalmente na farmaquímica, a goma carragena vem sendo aplicada em processos de encapsulação de compostos que são perecíveis a mudanças do meio. Provavelmente nos molhos adicionados dessa goma também tenham sofrido algum tipo de encapsulação, possivelmente de carotenoides, que os manteve mais estáveis aos processos degradativos, o que colaborou para a preservação da cor.

**Tabela 14.** Características físico-químicas de molhos de pimentas adicionados de carragena (GC) e goma xantana (GX) de pimentas Dedo de moça (DM), P115 e P259

	SST <sup>1</sup>		Acidez <sup>2</sup>		pH		L*		°Hue**	
	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC
<b>DM</b>	3,57*	4,27	1,51*	1,28	3,72 <sup>ns</sup>	3,67	40,86*	40,22	37,37*	34,61
<b>P115</b>	3,97*	4,47	1,23 <sup>ns</sup>	1,29	3,72 <sup>ns</sup>	3,77	3,72*	37,36	28,37*	27,82
<b>P259</b>	4,10*	4,67	1,32*	1,49	3,82 <sup>ns</sup>	3,77	47,72*	44,79	105,92*	101,73

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida. \* L – luminosidade. \*\* °Hue - tonalidade de cor.

Os dados de composição centesimal dos molhos adicionados de goma xantana e goma carragena estão apresentados na Tabela 15. Observa-se que a adição das gomas não interfere de forma considerável nos parâmetros avaliados.

**Tabela 15.** Composição centesimal de molho de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 adicionados de goma xantana (GX) e goma carragena (GC)

	Umidade (%)		Proteínas (%)		Cinzas (%)		Lipídios (%)		Carboidratos (%)		Kcal*	
	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC
<b>DM</b>	96,53*	96,27	0,019*	0,023	0,85 <sup>ns</sup>	0,86	0,20 <sup>ns</sup>	0,26	2,40*	2,58	1,15 <sup>ns</sup>	1,28
<b>P115</b>	96,43*	96,04	0,018*	0,020	0,68 <sup>ns</sup>	0,67	0,13 <sup>ns</sup>	0,12	2,74*	3,21	1,22*	1,35
<b>P259</b>	96,50*	95,42	0,027*	0,031	0,60*	0,69	0,16 <sup>ns</sup>	0,19	2,79*	3,40	1,29*	1,52

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). \* Valor energético correspondente a uma porção de 25g.

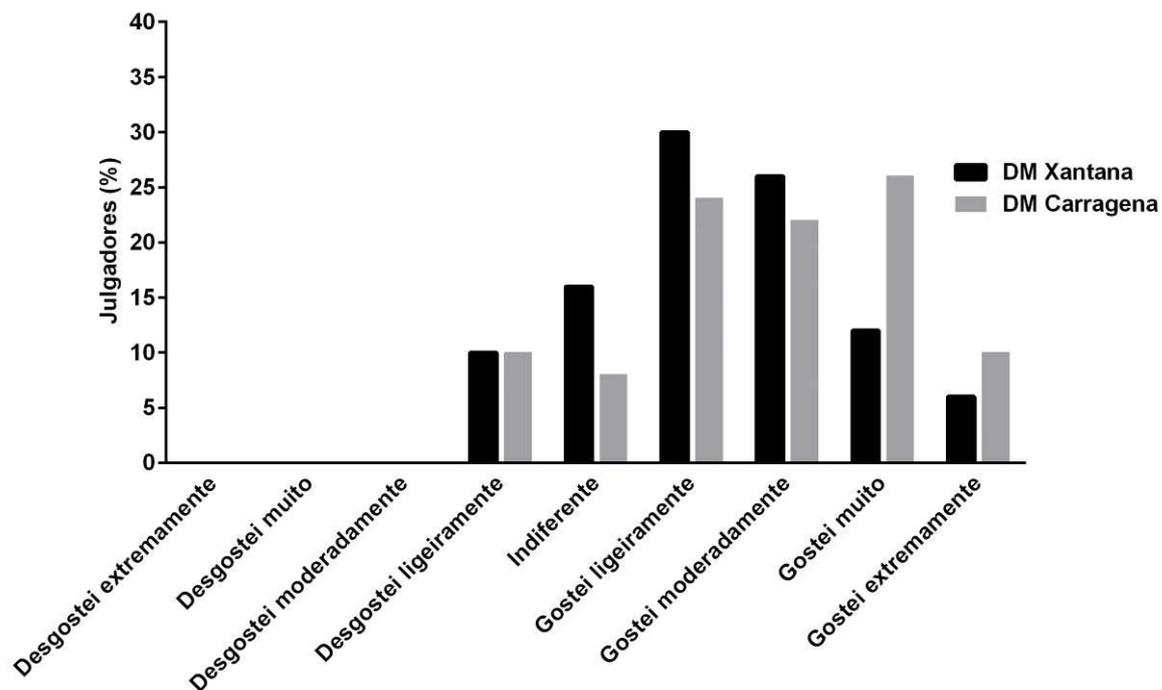
O teor de carotenoides foi significativamente maior para os molhos adicionados de goma carragena para os molhos das pimentas P115 e P259 (Tabela 16). Colaborando com os dados de coloração, onde os molhos com adição de goma xantana mantiveram uma intensificação de cor, quando comparados aos adicionados de goma xantana (Tabela 14). Para os molhos DM e P115 adicionados de goma xantana os valores de porcentagem de inibição do radical DPPH foram maiores, 14,87% e de 9,06%, e de 11,41 e 6,44%, quando comparados com goma xantana. Em relação ao radical ABTS essa relação foi inversa, no qual os molhos de DM e P115, contendo carragena apresentaram uma maior porcentagem de inibição (Tabela 16).

**Tabela 16.** Fenóis totais, antocianinas totais, carotenoides totais, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) de molho de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionado de goma xantana (GX) e goma carragena (GC)

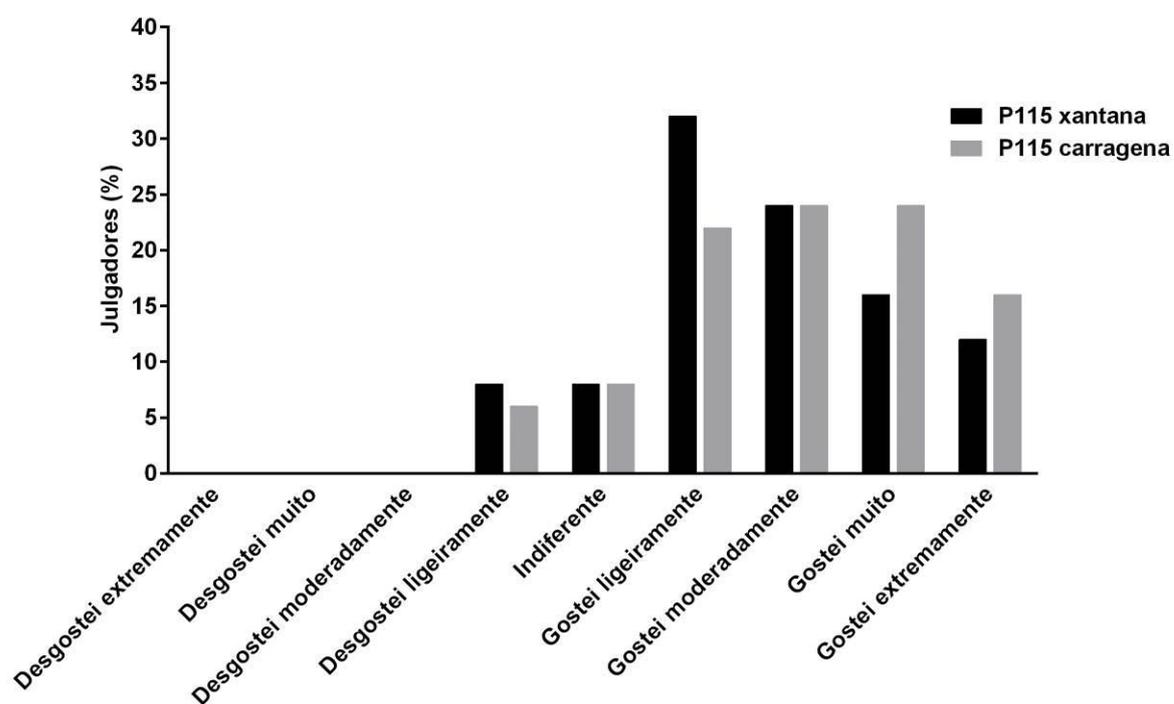
	Fenóis		Antocianinas		Carotenoides		DPPH		ABTS	
	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC	GX	GC
<b>DM</b>	7,64*	7,33	4,05 <sup>ns</sup>	4,01	8,95 <sup>ns</sup>	9,35	14,87*	9,06	9,39*	12,29
<b>P115</b>	4,45*	4,37	3,85 <sup>ns</sup>	4,14	7,50*	8,54	11,41*	6,99	4,46*	7,46
<b>P259</b>	7,25*	7,90	0,31 <sup>ns</sup>	0,22	0,123*	0,74	1,05*	4,21	17,02*	9,61

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida.

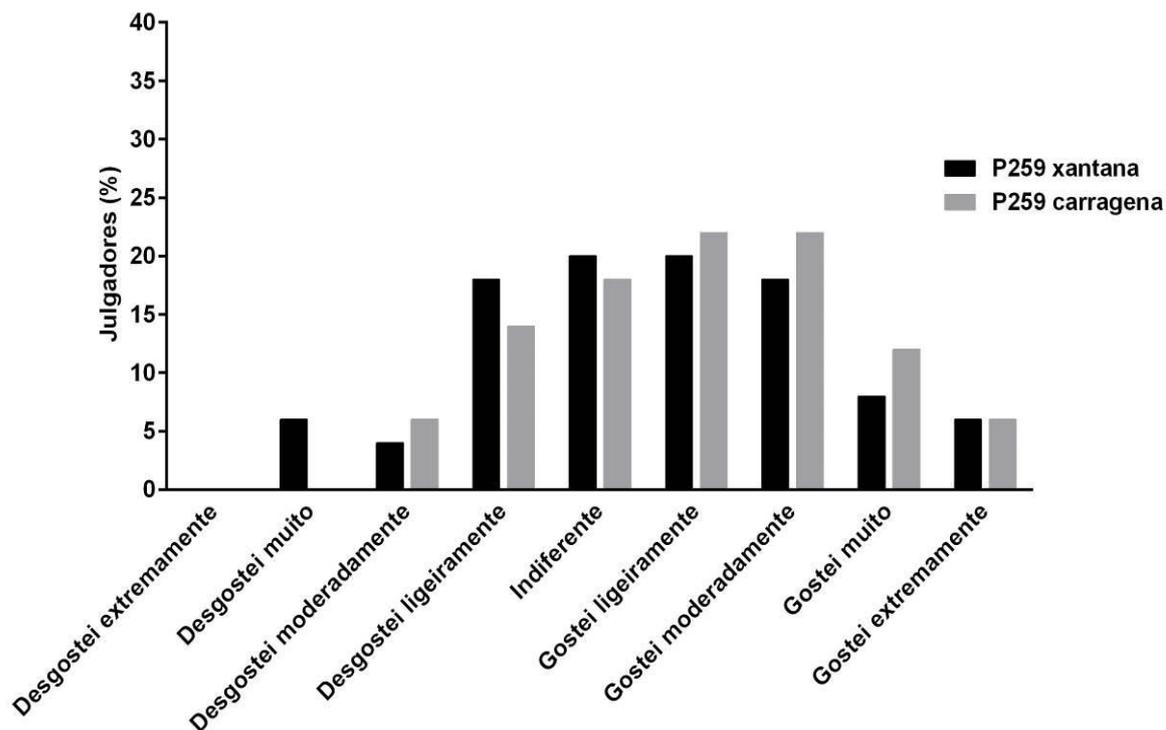
A aceitabilidade dos molhos das pimentas Dedo de moça, P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena, podem ser observadas na Figura 23, 24 e 25. A aceitabilidade para todas as pimentas foi maior para os molhos adicionados de goma carragena se comparados aos com goma xantana, (DM para carragena 75% e para xantana 70%, para a pimenta P115 77% para carragena e 74% para goma xantana). Já o molho da pimenta P259 não foi bem aceito para ambas as gomas, entretanto, o molho adicionado de goma carragena apresentou uma aceitabilidade maior quando comparado a goma xantana de 66% e 62%, respectivamente.



**Figura 23.** Escala hedônica de molhos de pimenta Dedo de moça (DM) adicionados de goma xantana e goma carragena.



**Figura 24.** Escala hedônica de molhos de pimenta P115 adicionados de goma xantana e goma carragena.



**Figura 25.** Escala hedônica de molhos de pimenta P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.

Na análise de atributos não houve diferença significativa entre a adição de goma xantana e goma carragena, para os molhos avaliados nos três tipos de pimentas (Tabela 17). Os molhos da pimenta Dedo de moça foram aceitos em todos os atributos avaliados, ficando todos acima dos 70%. Já os molhos da pimenta P115 obtiveram rejeição no atributo pungência, ficando com 68% para carragena e 66% para xantana. Ainda o molho da pimenta P115 com adição de xantana, no atributo sabor, não atingiu os 70%, ficando com 69% de aceitabilidade.

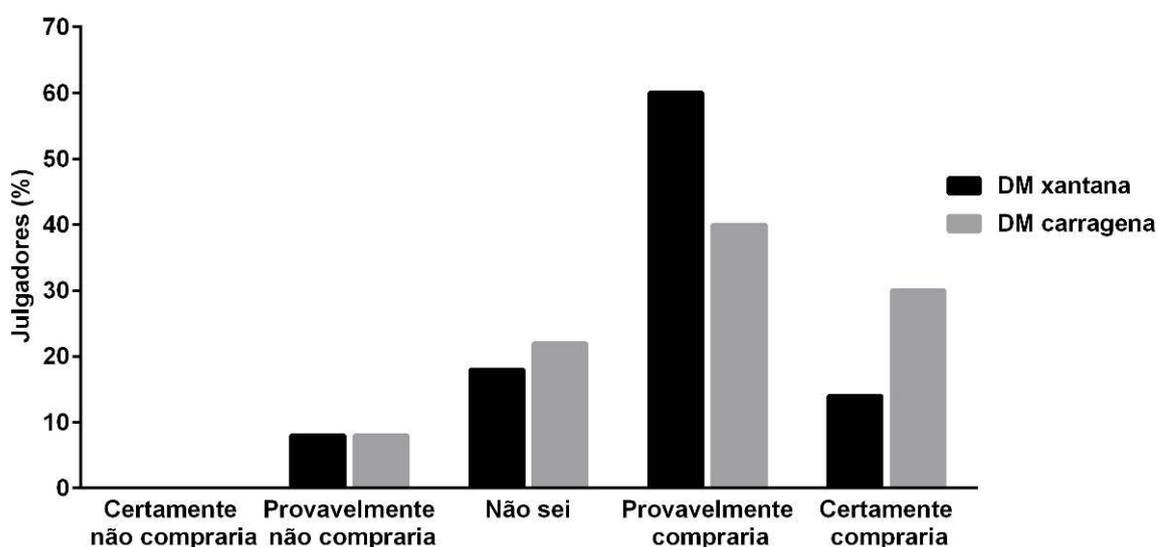
Deve-se destacar no atributo cor tanto os molhos de DM e P115 obtiveram aceitabilidade superior aos 80%. Os molhos da pimenta P259 obtiveram aceitabilidade apenas para o atributo viscosidade, de 73% para xantana e 70% para carragena.

**Tabela 17.** Análise de atributos de qualidade (pungência, viscosidade, cor, sabor e aroma) em molhos de pimenta Dedo de moça (DM), P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena

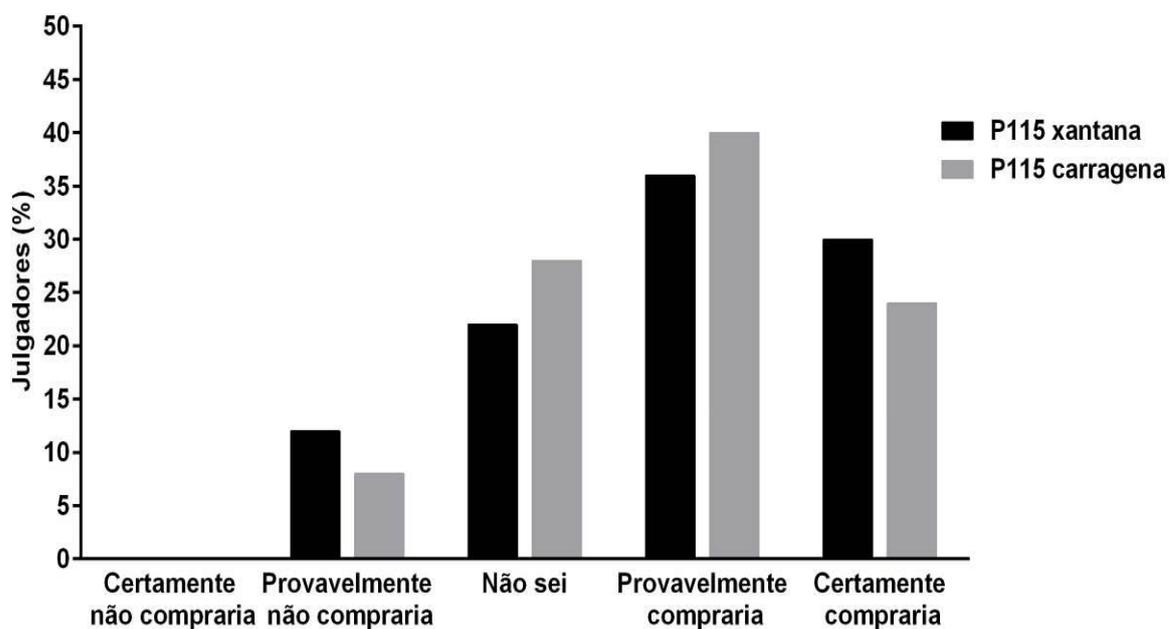
	Pungência		Viscosidade		Cor		Sabor		Aroma	
	XT	CG								
<b>DM</b>	3,56 <sup>ns</sup>	3,54	3,52 <sup>ns</sup>	3,56	4,08 <sup>ns</sup>	4,08	3,58 <sup>ns</sup>	3,66	3,56 <sup>ns</sup>	3,68
<b>P115</b>	3,40 <sup>ns</sup>	3,28	3,74 <sup>ns</sup>	3,50	4,06 <sup>ns</sup>	4,08	3,44 <sup>ns</sup>	3,38	3,54 <sup>ns</sup>	3,66
<b>P259</b>	3,04 <sup>ns</sup>	2,75	3,66 <sup>ns</sup>	3,51	3,22 <sup>ns</sup>	3,00	3,14 <sup>ns</sup>	2,98	3,30 <sup>ns</sup>	3,04

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ).

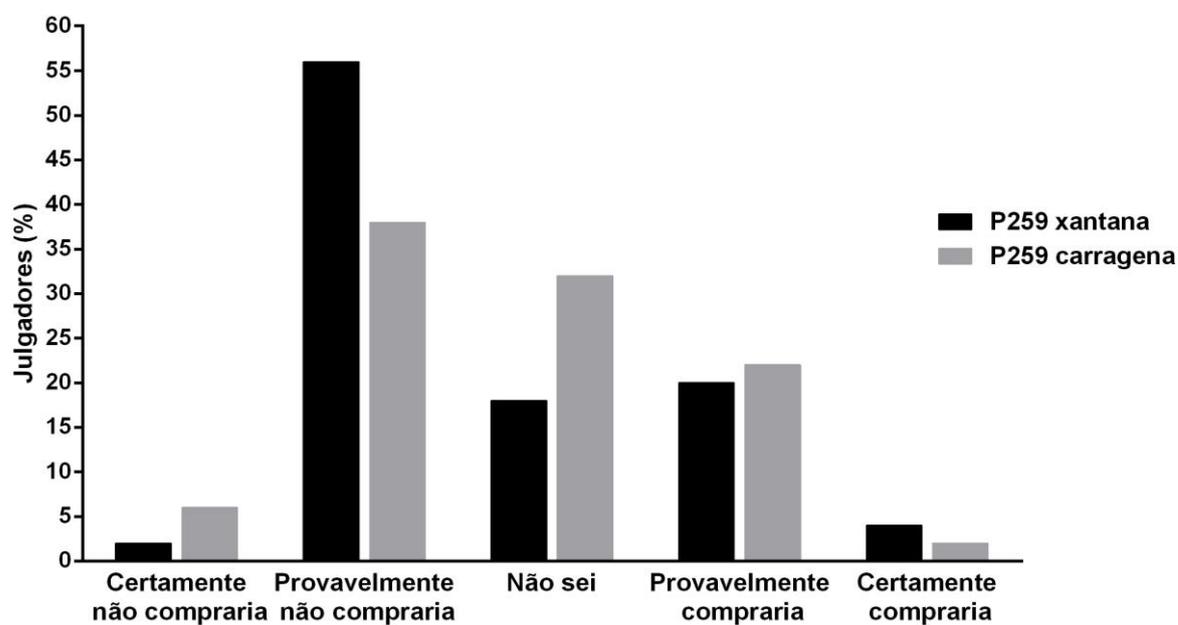
A intenção de compra dos molhos está disposta na Figura 26, 27 e 28. Verifica-se que os molhos tanto das pimentas Dedo de moça e P115, para ambas as gomas, obtiveram uma resposta positiva perante os julgadores, estando todos acima dos 75% de aceitabilidade. Entretanto ambos os molhos da pimenta P259, não obtiveram uma boa intenção de compra, ficando em 54% para xantana e 55% pra carragena, o que se atribui a pungência, a qual foi descrita pelos julgadores como “muito alta” durante a análise sensorial.



**Figura 26.** Intenção de compra de molhos de pimenta Dedo de moça adicionados de goma xantana e goma carragena.



**Figura 27.** Intenção de compra de molhos de pimenta P115 adicionados de goma xantana e goma carragena.



**Figura 28.** Intenção de compra de molhos de pimenta Dedo de moça, P115 e P259 adicionados de goma xantana e goma carragena.

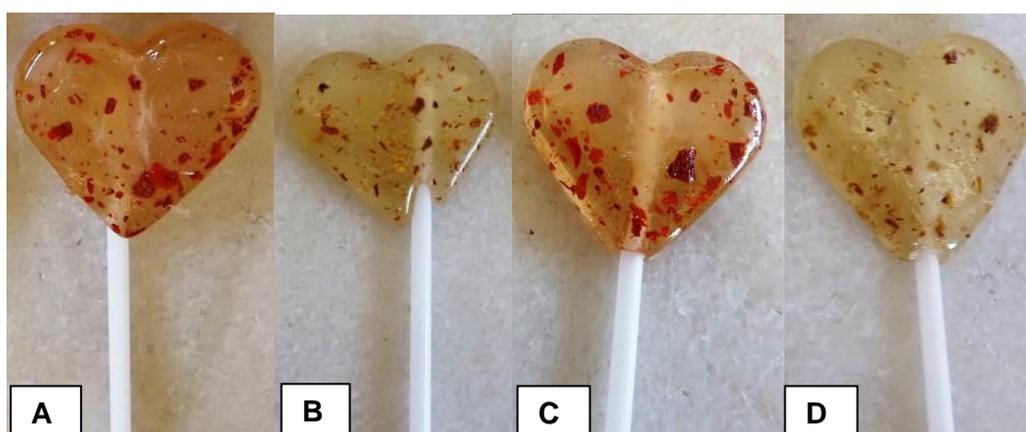
## 2.4. Pirulitos de pimenta

As características físico-químicas dos pirulitos não variaram significativamente entre as amostras (Tabela 18). Apenas uma variação significativa no pH foi observada, onde o pirulito da pimenta P259 apresentou valor mais baixo, possivelmente atribuído ao menor pH apresentado pela pimenta desidratada utilizada para o seu preparo (Tabela 26). Os valores do °Hue na faixa do amarelo (90°) se dão ao fato da reação de caramelização do açúcar conforme pode ser visualizado na Figura 29.

**Tabela 18.** Características físico-químicas de pirulitos de pimentas Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259

	SST <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	°Hue**
<b>DM</b>	89,27a	0,03a	6,50ab	51,82a	70,55b
<b>P27</b>	89,67a	0,03a	6,83a	53,13a	83,28a
<b>P115</b>	90,00a	0,03a	7,31a	37,45c	76,74ab
<b>P259</b>	90,33a	0,03a	5,82b	42,27b	77,99ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida. \* L – luminosidade. \*\* °Hue - tonalidade de cor.



**Figura 29.** Pirulito de pimentas Dedo de moça (A), P27 (B), P115 (C) e P259 (D).

Para os pirulitos das pimentas avaliadas foram encontrados valores irrelevantes de proteínas, lipídios e cinzas. Apenas valores relevantes de carboidratos foram observados, os quais são atribuídos à formulação do produto que

consiste basicamente de sacarose e glicose (Tabela 19). Segundo Vissotto (1999), o teor de umidade para balas duras deve estar entre 2 a 3%, valores superiores favorecem a cristalização da sacarose, tornando o produto com aspecto opaco e de coloração esbranquiçada. Os pirulitos das pimentas Dedo de moça e P115 apresentaram um teor de umidade elevado de 4,45 e 4,53, o que pode facilitar sua cristalização. Vissotto (1999) afirma também que a umidade relativa do ar acima de 30% favorece a cristalização.

**Tabela 19.** Composição centesimal de pirulito de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259

	<b>Umidade</b> (%)	<b>Proteínas</b> (%)	<b>Lipídios</b> (%)	<b>Cinzas</b> (%)	<b>Carboidratos</b> <b>totais (%)</b>	<b>kcal*</b>
<b>DM</b>	4,45a	0,26b	0,32a	0,04b	95,05b	95,76c
<b>P27</b>	3,10c	0,51a	0,20a	0,02b	96,10a	97,18a
<b>P115</b>	4,53a	0,34ab	0,30a	0,13a	95,76b	95,74c
<b>P259</b>	3,53b	0,26b	0,24a	0,02b	96,10a	96,83b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Valor energético correspondente a uma porção de 25g.

O teor de compostos bioativos encontrado nos pirulitos de pimenta foram superiores para os pirulitos onde a matéria-prima continha os teores mais elevados destes compostos (compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides), influenciando o teor final destes produtos (Tabela 4). Os pirulitos com maior porcentagem de inibição para radical ABTS foram os pirulitos das pimentas Dedo de moça e P115 (12,61% e 13,57%, respectivamente), por apresentarem valores superiores de antocianinas, carotenoides e fenois totais, para os quais todos apresentam correlação com o fruto *in natura* de  $R^2 = 1,00$  e  $R^2 = 0,98$ , respectivamente.

Teores baixos em todos os compostos avaliados e na atividade antioxidante dos pirulitos é consequência da baixa concentração de pimenta adicionada na formulação (0,5%). Além disso, as pimentas usadas para o preparo dos mesmos haviam sido secas, fato este que também agrega perdas, visto que compostos bioativos são sensíveis e degradam-se com facilidade às condições de

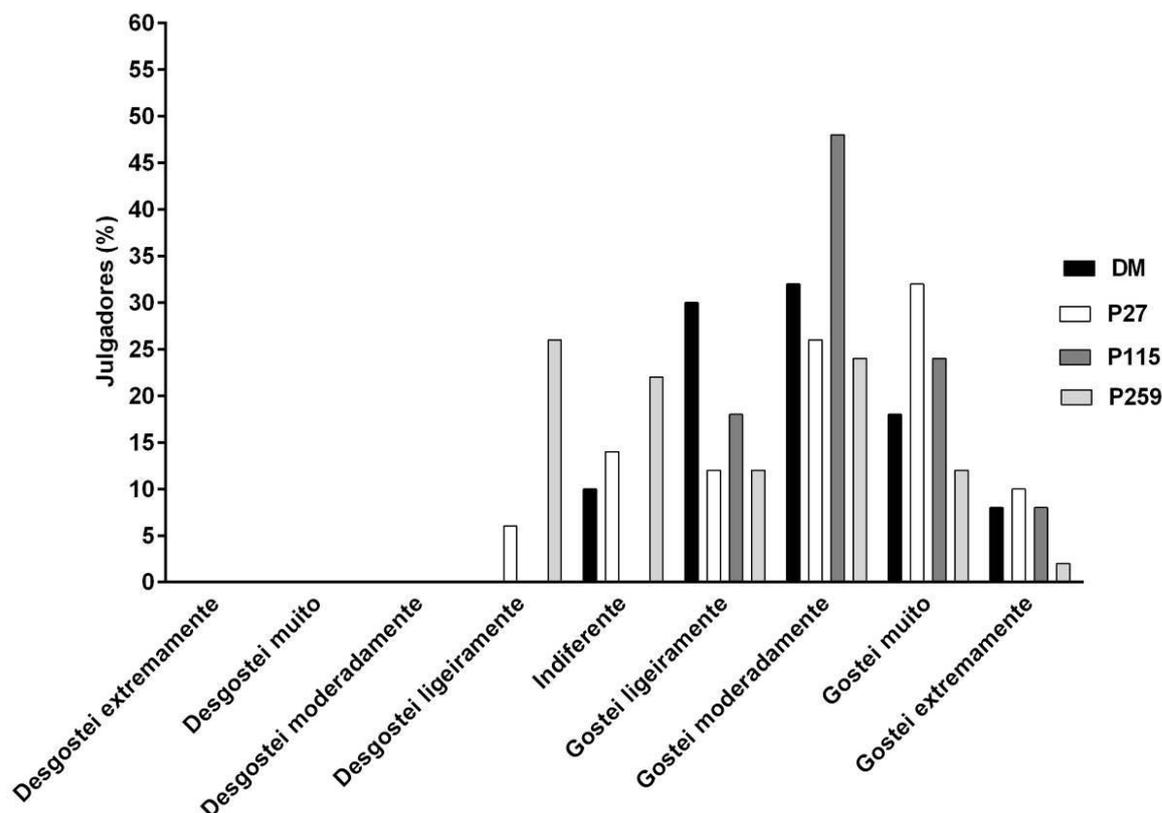
processamento, principalmente de temperatura e presença de oxigênio a qual foram expostos (KALT, 2005).

**Tabela 20.** Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de pirulito de pimentas Dedo de moça, P27, P115 e P259

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C <sup>5</sup>
<b>DM</b>	0,47b	0,34b	0,96a	7,35ab	12,61a	0,02a
<b>P27</b>	1,99a	0,15c	0,09c	5,99b	1,85b	0,04b
<b>P115</b>	0,82b	0,50a	0,42b	6,78ab	13,57a	0,04b
<b>P259</b>	2,49a	0,23c	0,09c	8,20a	9,51a	0,51a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup> mg de ácido L-ascórbico.

Na Figura 30 estão dispostos os valores de aceitabilidade dos julgadores perante os pirulitos de pimentas desenvolvidos. Verifica-se que a maior aceitabilidade foi atribuída ao pirulito da pimenta a pimenta P115 com 80% de aceitabilidade, seguido pelo P27 77%, DM 76%, considerados aceitos, por estarem acima dos 70% de aceitabilidade. Já o pirulito elaborado com a pimenta P259, não foi aceito, não atingindo o valor mínimo (70%), para o qual, apenas 65% dos julgadores o aprovaram. A rejeição do pirulito de pimenta P259 é decorrente da sua alta pungência, como descreveram os julgadores, durante a realização da análise.



**Figura 30.** Escala hedônica de pirulito de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.

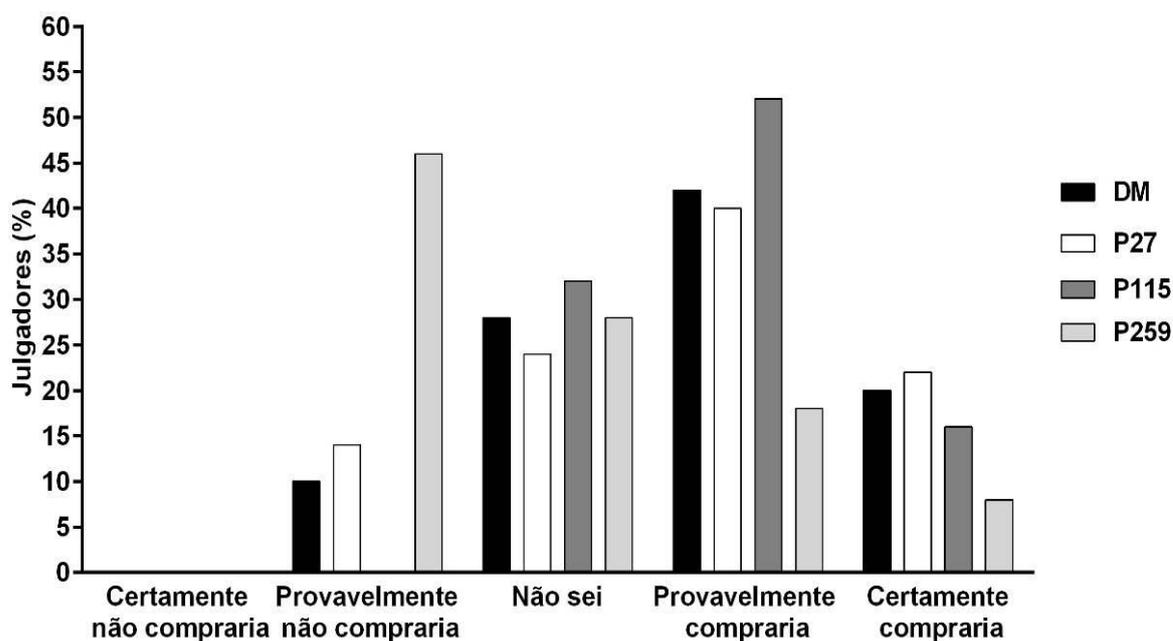
Na Tabela 20, estão dispostos os valores de aceitabilidade dos atributos de qualidade avaliados nos pirulitos de pimenta. Observa-se que os pirulitos das pimentas P27, DM e P115 tiveram aceitabilidade acima de 70% em todos os atributos avaliados, a qual se correlaciona com a aceitabilidade apresentada por estes (Figura 30). O pirulito da pimenta P259 não apresentou aceitabilidade acima dos 70% para nenhum dos atribuídos avaliados, sendo a pungência o atributo menos aceito, 58%.

**Tabela 21.** Análise sensorial de atributos de qualidade (pungência, textura, cor, sabor e aroma) em pirulito de pimenta P27, Dedo de moça (DM), P115 e P259

	Pungência	Textura	Cor	Sabor	Aroma
<b>P27</b>	3,55a	3,69a	3,67a	4,10 <sup>a</sup>	3,78a
<b>DM</b>	3,57a	3,63a	3,55a	3,59a	3,65ab
<b>P115</b>	3,51ab	3,55a	3,65	3,59a	3,67ab
<b>P259</b>	2,92b	3,41a	3,18a	3,00b	3,29b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A porcentagem de intenção de compra dos julgadores pode ser verificada graficamente na Figura 32. Como era de se esperar, os pirulitos das pimentas que obtiveram aceitabilidade e aprovação nos atributos de qualidade (acima dos 70%), foram confirmados com intenção de compra positiva. Os quais foram os pirulitos das pimentas P27, DM e P115, com valores de porcentagem de intenção de compra de 74%, 73% e 73%, respectivamente. Já o pirulito da pimenta P259 foi o que apresentou a menor intenção de compra, apenas 57%.



**Figura 31.** Intenção de compra de pirulitos de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.

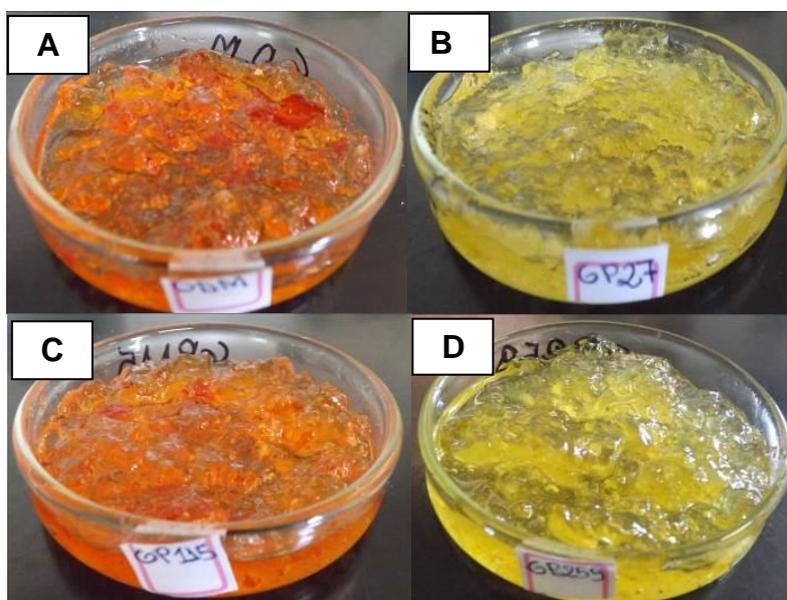
#### 4.2.5. Geleias de pimenta

O teor de sólidos solúveis (Tabela 22) para as geleias de pimenta estão de acordo com o que preconiza a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (BRASIL, 1978), onde o teor mínimo de sólidos solúveis em geleias convencionais deve ser de 62 °Brix. A cor das geleias das pimentas DM e P115 estão na escala do vermelho, com destaque para a DM que apresentou uma coloração vermelha intensa (7,69 °Hue), como pode ser visualizado na Figura 34, o que pode ser atribuído ao valor de °Hue do fruto *in natura* (30,98).

**Tabela 22.** Características físico-químicas de geleia de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259

	SST <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	°Hue**
<b>DM</b>	63,00c	0,21a	4,22a	23,38d	7,69d
<b>P27</b>	63,83bc	0,23a	4,27a	57,26a	96,49a
<b>P115</b>	64,17b	0,19a	4,08a	30,07b	16,53c
<b>P259</b>	65,67a	0,25a	4,00a	25,54c	78,15b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida. \* L – luminosidade. \*\* °Hue - tonalidade de cor.



**Figura 32.** Geleia de pimenta Dedo de moça (A), P27 (B), P115 (C) e P259 (D).

O valor de umidade (Tabela 23) foi significativamente menor para geleia de pimenta P259, possivelmente pelo tempo de cocção ter sido mais prolongado que as demais formulações, o que pode ter favorecido uma maior perda de água, o valor de umidade, correlaciona-se com o maior teor de sólidos solúveis apresentados por esta. (Tabela 22) Entretanto os valores encontrados para as geleias estão próximos aos valores encontrados por Nachtigall et al. (2004) que encontraram para a geleia de amora convencional 34,85%, e também por Leão et al. (2012), que para diferentes formulações de geleia extra de mamão obtiveram valores de sólidos solúveis totais que variaram de 33,94 a 35,97%. Valores

significativos de proteínas e lipídios foram encontrados em geleia da pimenta P27, porém sem correlação com a composição centesimal da fruta *in natura* (Tabela 3).

Pela maior concentração de sólidos solúveis (Tabela 22), a geleia da pimenta P259 apresentou uma porcentagem de carboidratos 70,75%, diferindo-se das demais, o que influenciou diretamente no valor maior valor energético total.

**Tabela 23.** Composição centesimal de geleia pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	Carboidratos totais (%)	kcal*
<b>DM</b>	31,33b	0,25b	0,28b	0,06a	67,83b	69,28b
<b>P27</b>	34,11a	0,48a	0,53a	0,04a	65,18c	69,20b
<b>P115</b>	31,09b	0,25b	0,13c	0,07a	68,31b	66,11c
<b>P259</b>	28,78c	0,26b	0,20bc	0,08a	70,75a	71,31a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Valor energético correspondente a uma porção de 25g.

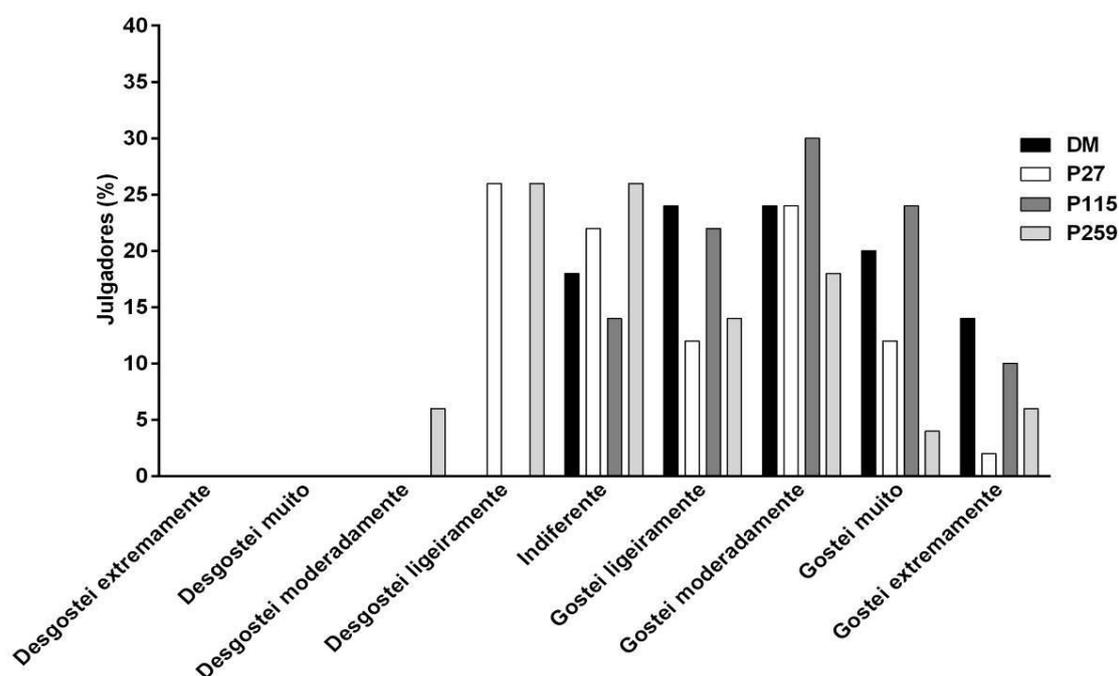
O teor de compostos bioativos (Tabela 24) das geleias está diretamente correlacionado ao teor inicial desses compostos na fruta *in natura* (Tabela 4). Ou seja, valores de fenois totais foram superiores nas geleias das pimentas DM e P259, de carotenoides nas pimentas DM e P115, e L- ácido ascórbico nas geleias de DM e P259. Pelo teor mais significativo de fenois totais e L- ácido ascórbico a geleia da pimenta P259, foi a que apresentou as maiores porcentagens de inibição tanto do radical DPPH 3,24% ( $R^2 = 1,00$  para fenois e  $R^2 = 0,99$  para ácido L-ascórbico, quando correlacionado com o fruto *in natura*), quanto do radical ABTS 11,28% ( $R^2 = 1,00$  para fenois e  $R^2 = 1,00$  para vitamina C, quando correlacionado com o fruto *in natura*), respectivamente.

**Tabela 24.** Fenóis totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C de geleia pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C <sup>5</sup>
<b>DM</b>	3,24a	0,20a	0,76b	1,30bc	1,60c	4,30b
<b>P27</b>	1,56b	0,07c	0,041c	1,64bc	10,51a	1,77c
<b>P115</b>	1,96b	0,15b	1,02a	2,17b	7,76b	1,18d
<b>P259</b>	3,19a	0,15b	0,11c	3,24a	11,28a	4,50a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup> mg de ácido L-ascórbico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida.

A análise sensorial das geleias de pimentas mostrou que a geleia de P259, não foi aceita pelos julgadores ficando com apenas com 61% da aprovação, enquanto que as demais formulações apresentaram-se acima da nota mínima para serem aceitas neste teste, com valores de 72%, 76% e 77%, para as geleias de pimentas P27, DM e P115, respectivamente. As porcentagens das respostas da análise de aceitabilidade da escala hedônica podem ser observadas na Figura 35.



**Figura 33.** Escala hedônica de geleias de pimenta Dedo de moça, P27, P115 e P259.

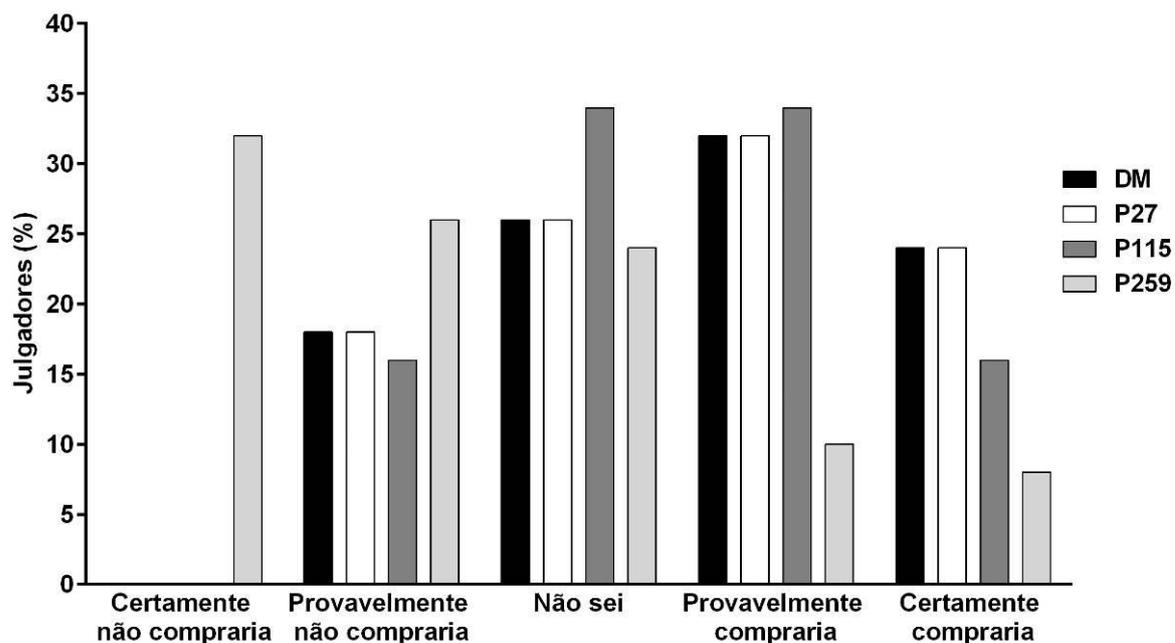
Através da análise sensorial de atributos de qualidade (Tabela 25), observa-se que todas as geleias obtiveram aprovação nos atributos textura e aroma, ficando todas acima dos 75% de aprovação. No atributo pungência as amostras das geleias de P27 e P259, obtiveram reprovação ficando com valores de 67% e 65%, respectivamente. Para textura apenas a amostra de geleia da pimenta P259, não foi aceita (64%), o que pode ter sido influenciado pelo maior teor de sólidos solúveis e pela menor umidade apresentada por esta amostra, tornando-a com uma consistência mais sólida quando comparado às demais. A geleia de P259, também não obteve aprovação no atributo sabor (66%).

**Tabela 25.** Análise de atributos de qualidade (pungência, textura, cor, sabor e aroma) de geleia de pimenta P27, Dedo de moça (DM), P115 e P259

	<b>Pungência</b>	<b>Textura</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>
<b>P27</b>	3,52ab	3,82a	3,36b	3,76a	3,70ab
<b>DM</b>	3,76ab	3,78a	4,18a	3,66a	3,78ab
<b>P115</b>	3,92a	3,76a	4,24a	3,76a	3,94a
<b>P259</b>	3,92b	3,75a	3,24b	3,24b	3,53b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados de intenção de compra demonstram que as geleias das pimentas P27, DM e P115 obtiveram as melhores porcentagens de intenção de compra, com 72%, 72% e 70%, respectivamente, enquanto que a geleia da pimenta P259 foi extremamente reprovada quanto a compra, não atingindo nem a metade da porcentagem de julgadores, ficando com apenas 47% (Figura 34).



**Figura 34.** Intenção de compra de geleias de pimenta Dedo de moça (DM), P27, P115 e P259.

#### 4.2.6. Pimenta desidratada artificialmente em estufa e naturalmente ao sol

O método de secagem ao sol (natural) influenciou na redução de sólidos solúveis totais para as amostras de pimenta Dedo de moça (DM) e P115, no aumento da acidez para pimentas DM e P259, bem como significativa redução do pH para todas as amostras (Tabela 26). O maior tempo transcorrido durante a secagem na natural pode ter favorecido o extravasamento os sólidos solúveis. O elevado tempo de secagem juntamente com a não uniformidade e a temperatura durante a secagem natural pode explicar o aumento da acidez, pois estes são fatores/condições que favorecem processos fermentativos, o que aumentaria o teor de ácidos aumentando a acidez do produto.

A secagem natural diminuiu a luminosidade das amostras (brilho), como também observado por Peter (2007), que em pimentas Dedo de moça secas em secador de leito móvel (até uma temperatura máxima de 55°C) mantinham uma luminosidade maior se comparadas às secas ao sol (natural). A cor final também foi influenciada pela secagem, sendo a secagem em estufa a 50°C a melhor para a preservação da cor (°Hue) para as pimentas DM e P259, já para P115 a coloração vermelha foi mais bem preservada quando seca ao sol (como pode ser visualizado na Figura 35). A retenção de cor de pimenta seca ao sol ou em secadores é afetada

por apresentarem um tempo de secagem consideravelmente longo, promovendo reações de escurecimento (PETER, 2007).

**Tabela 26.** Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (ES) e naturalmente ao sol

	SST <sup>1</sup>		Acidez <sup>2</sup>		pH		L*		a*		b*		°Hue**	
	ES	Sol	ES	Sol	ES	Sol	ES	Sol	ES	Sol	ES	Sol	ES	Sol
<b>DM</b>	5,90*	4,47	1,51*	2,34	5,29*	4,78	51,49*	40,41	26,78*	20,78	33,66 <sup>ns</sup>	34,46	51,49*	59,76
<b>P115</b>	5,50*	3,87	1,94 <sup>ns</sup>	2,02	5,17*	4,99	57,15*	54,13	25,06*	20,16	38,40*	28,75	56,88*	54,96
<b>P259</b>	5,23 <sup>ns</sup>	4,97	2,78*	2,41	5,02*	5,00	65,85*	58,62	6,05*	7,13	37,66*	29,08	80,87*	76,23

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida. L luminosidade (branco ao preto); a\* cromaticidade (verde ao vermelho); b\* cromaticidade (azul ao amarelo). \*\*°Hue - tonalidade de cor.



**Figura 35.** Pimentas Dedo de moça, P115 e P259 desidratadas em estufa (superior) e ao sol (inferior).

Diferença na umidade entre os métodos de secagens só foi observada para a pimenta DM (Tabela 27). Observa-se que a secas naturalmente apresentaram teor maior de proteínas, para as pimentas P115 e P259, valores estes próximos aos encontrado por Peter (2007), para seca polpa de pimenta. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi maior nas pimentas secas em estufa, principalmente, para as pimentas DM e P259 onde este valor foi significativamente maior. Nas pimentas DM e P259 secas naturalmente a porcentagem de lipídios foi maior, possivelmente pela temperatura de secagem artificial ser maior (50°C) que a da secagem natural (30°C) o que pode ter influenciado a degradação/oxidação lipídica.

**Tabela 27.** Composição centesimal de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratada artificialmente em estufa (Es) e ao sol

	Umidade (%)		Proteínas (%)		Cinzas (%)		Lipídios (%)		Carboidratos (%)		Kcal*	
	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol
<b>DM</b>	14,33*	13,34	8,20 <sup>ns</sup>	7,95	7,05*	4,86	5,46*	6,63	64,97*	67,22	89,03*	86,11
<b>P115</b>	13,17 <sup>ns</sup>	12,84	8,34*	9,21	4,32 <sup>ns</sup>	4,24	5,49 <sup>ns</sup>	5,45	68,68 <sup>ns</sup>	68,25	86,75 <sup>ns</sup>	87,00
<b>P259</b>	13,10 <sup>ns</sup>	13,68	10,35*	11,38	6,60*	5,82	5,85*	6,40	64,02*	62,72	89,44*	87,19

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ).). \* Valor energético correspondente a uma porção de 25g.

A secagem natural preservou significativamente o teor de compostos fenólicos em todas as pimentas avaliadas (Tabela 28). Entretanto a secagem em estufa (artificial) preservou mais o teor de carotenoides, antocianinas e ácido L-ascórbico em todas as pimentas avaliadas. Sob a influência da luz principalmente carotenoides e vitamina C, sofrem rápida degradação através de reações de oxidação, enquanto que compostos fenólicos aumentam sua síntese quando expostos à radiação UV (UENOJO et al. 2005; KALT, 2005).

**Tabela 28.** Fenóis totais, antocianinas totais, carotenoides totais, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e ácido ascórbico de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (Es) e naturalmente ao sol

	Fenóis <sup>1</sup>		Antocianinas <sup>2</sup>		Carotenoides <sup>3</sup>		Vit. C	
	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol
<b>DM</b>	35,72*	54,65	85,70*	34,17	268,48*	157,41	16,24*	0,18
<b>P115</b>	35,39*	56,09	72,38*	26,02	96,63*	58,38	2,31*	1,19
<b>P259</b>	39,22*	55,72	2,31*	1,19	38,65*	6,49	86,05*	12,07

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup> $\mu g$  de  $\beta$ - caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida.

A atividade antioxidante medida pelo método do radical DPPH foi significativamente maior para as pimentas DM e P259 secas ao sol, enquanto que para atividade antioxidante utilizando método do radical ABTS foi significativamente maior para as pimentas DM e P115 secas em estufa. Houve para todas as pimentas quedas consideráveis no teor de vitamina C, se comparadas aos frutos *in natura* (Tabela 5), para ambas as secagens, sendo um pouco menos rigorosa nas pimentas secas em estufa (Tabela 29).

**Tabela 29.** Atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e ácido ascórbico de pimenta Dedo de moça (DM), P115, e P259 desidratadas artificialmente em estufa (Es) e naturalmente (ao sol)

	DPPH <sup>1</sup>		ABTS <sup>1</sup>	
	Estufa	Sol	Estufa	Sol
<b>DM</b>	71,20*	92,69	92,47*	77,97
<b>P115</b>	68,48 <sup>ns</sup>	69,17	99,38*	70,09
<b>P259</b>	72,45*	96,03	99,84 <sup>ns</sup>	99,64

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ).<sup>1</sup> Porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida.

#### 4.2.7. Pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol provenientes do município de Turuçu-RS

Ao comparar os dois métodos de secagem, a principal diferença entre eles está na coloração, pimentas secas em secador de leito fluidizado preservaram melhor a cor como pode ser observado na Tabela 30 e na Figura 36. O escurecimento não enzimático e a perda dos carotenoides são os maiores causadores da perda de cor vermelha da pimenta durante a secagem. A secagem prolongada resulta em produtos de baixa qualidade devido à caramelização, reações de Maillard, reações enzimáticas, degradação dos pigmentos e oxidação ácida do ácido ascórbico (PETER, 2007).

**Tabela 30.** Características físico-químicas de pimenta Dedo de moça seca artificialmente em secador e naturalmente ao sol

	SST <sup>1</sup>	Acidez <sup>2</sup>	pH	L*	a*	b*	°Hue**
<b>Artificial</b>	4,37*	0,91 <sup>ns</sup>	5,62*	43,88*	30,56*	44,55 <sup>ns</sup>	55,53*
<b>Ao sol</b>	3,47	0,91	5,26	42,53	24,35	40,65	59,08

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ).<sup>1</sup> Sólidos solúveis totais expressos em °Brix. <sup>2</sup> Acidez titulável expressa em g de ácido cítrico por 100g de amostra em base úmida. . L luminosidade (branco ao preto); a\* cromaticidade (verde ao vermelho); b\* cromaticidade (azul ao amarelo). \*\*°Hue - tonalidade de cor.

Os tipos de secagem da pimenta Dedo de moça, não interferiam de forma considerável nos valores da composição centesimal, permanecendo em todos os atributos avaliados com próximos para ambas as formas secagem (Tabela 31).

**Tabela 31.** Composição centesimal de pimenta Dedo de moça seca artificialmente em secador e naturalmente ao sol

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos totais (%)	Kcal*
<b>Artificial</b>	17,96 <sup>ns</sup>	6,94*	3,76*	9,76*	60,70 <sup>ns</sup>	<b>90,48*</b>
<b>Ao sol</b>	17,96	7,82	4,97	8,66	61,47	<b>87,90</b>

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ). Valor energético correspondente a uma porção de 25g.



**Figura 36.** Pimentas Dedo de moça desidratada artificialmente em secador (A) e naturalmente ao sol (B) provenientes do município de Turuçu-RS

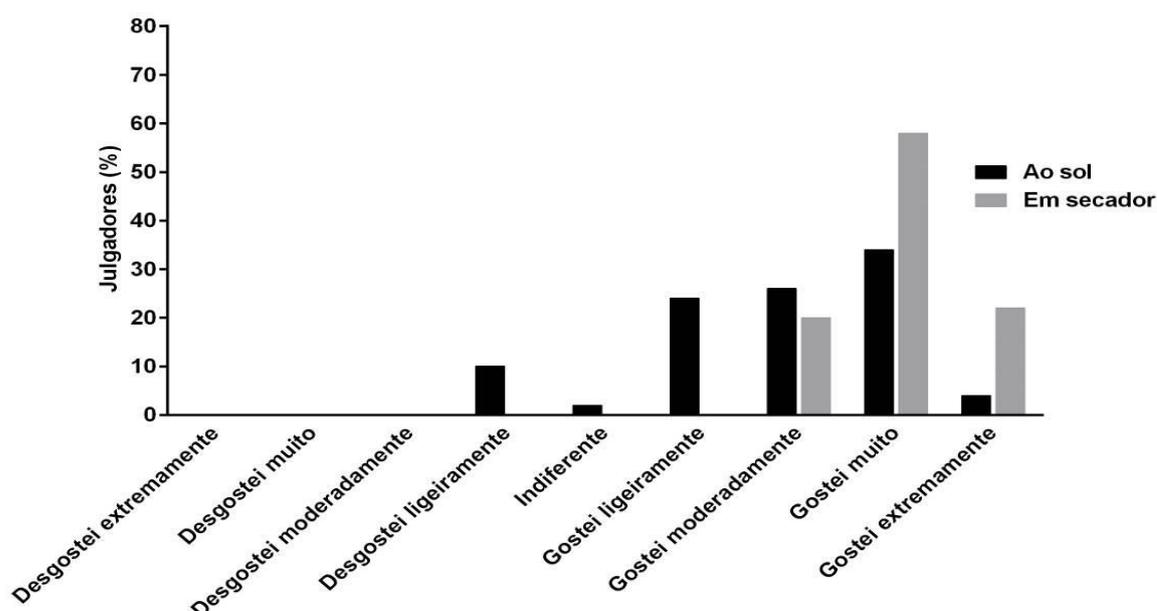
Ao separarem-se as porções das pimentas, em semente e polpa, percebe-se que a polpa para ambas as secagens é a que contém os maiores teores de compostos fitoquímicos e de atividade antioxidante, enquanto a semente é a porção que apresenta os menores (Tabela 32).

**Tabela 32.** Fenois totais (FT) antocianinas totais (AT), carotenoides totais (CT), atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e vitamina C (Vit. C) de pimenta Dedo de moça, seca artificialmente normal (A. normal), seca artificialmente polpa (A. Polpa), seca artificialmente (A. Semente) e seca ao sol normal (S. Normal), seca ao sol polpa (S. Polpa) e seca ao sol semente (S. Semente)

	FT <sup>1</sup>	AT <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	DPPH <sup>4</sup>	ABTS <sup>4</sup>	Vit. C <sup>5</sup>
<b>A. Normal</b>	37,12c*	26,07c <sup>ns</sup>	20,01c*	68,30a*	65,16c <sup>ns</sup>	4,42a*
<b>A. Polpa</b>	50,27a	39,13a	24,10a	69,04a	90,28a	3,02b
<b>A. Semente</b>	25,89d	2,93d	4,41d	29,46c	30,90d	nd
<b>S. Normal</b>	43,01b	26,12c	22,01b	57,98b	69,57c	1,52c
<b>S. Polpa</b>	48,15a	34,80b	24,05a	71,58a	81,65b	0,30d
<b>S. Semente</b>	17,81d	2,80d	35,51e	22,31d	13,25e	nd

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ) para NA (seca artificialmente normal, polpa seca + semente) e SN (seca ao sol normal polpa seca + semente). nd não detectado. <sup>1</sup>mg de ácido gálico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>2</sup>mg de cianidina 3-glicosídeo  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>3</sup>mg de  $\beta$ - caroteno  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida. <sup>4</sup>porcentagem de inibição do radical DPPH e ABTS em base úmida. <sup>5</sup> mg de ácido L-ascórbico  $100g^{-1}$  de amostra em base úmida.

A análise sensorial demonstrou que ambas as pimentas obtiveram aceitabilidade. Porém a pimenta seca naturalmente foi a que obteve a menor porcentagem 76% de aceitabilidade, enquanto que a seca artificialmente apresentou 89%, portanto mais aceita (Figura 37).



**Figura 37.** Escala hedônica de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol.

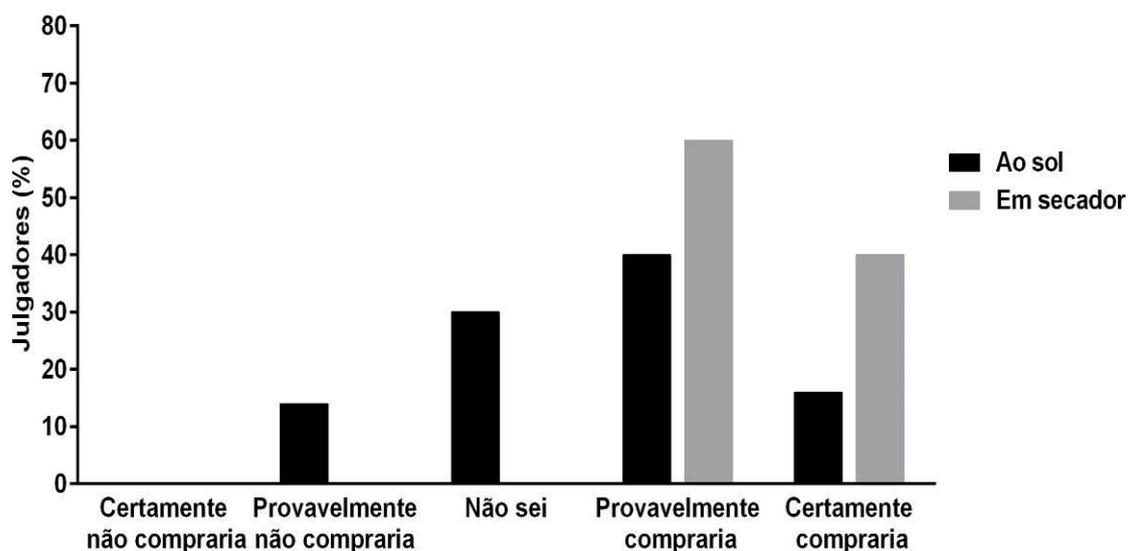
Na análise de atributos a pimenta seca em secador (artificial) apresentou valores maiores para todos os atributos de qualidade avaliados, sendo para textura 96%, para cor 92% e para o aroma 84%, enquanto que a pimenta Dedo de moça seca ao sol apresentou para os atributos textura, cor e aroma 85%, 88% e 90%, respectivamente (Tabela 33).

**Tabela 33.** Análise de atributos de qualidade de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol

	Textura	Cor	Aroma
<b>Artificial</b>	4,26*	4,62*	3,59*
<b>Ao sol</b>	3,84	3,52	4,18

Médias seguidas por asterisco (\*) ou (ns) na mesma coluna diferem ou não entre si pelo teste de T ( $p \leq 0,05$ ).

A aceitabilidade das pimentas e a avaliação dos atributos de qualidade refletiram-se na intenção de compra. Para a qual 88% comprariam a pimenta seca artificialmente e 72% dos julgadores comprariam o produto obtido pela secagem natural, enquanto que (Figura 38).



**Figura 38.** Intenção de compra de pimenta Dedo de moça desidratada artificialmente em secador e naturalmente ao sol.

## 5. Conclusão

Os dados obtidos mostram que há uma grande variabilidade de cores, tamanhos, características físico-químicas e de metabolitos especializados em frutos de pimentas *Capsicum* spp. provenientes do Banco ativo de Germoplasma de *Capsicum* spp. da Embrapa Clima Temperado-Pelotas/RS.

Dentre as pimentas *in natura* avaliadas, os frutos de maior tamanho foram, além da cultivar Dedo de moça, dos acessos P27, P258, P259, P247 e P203, os quais também apresentam os maiores valores de rendimento de polpa, propiciando seus usos para o processamento. O acesso P203 apresenta características desejáveis para o processamento de pimenta desidratada, visto que o mesmo apresenta alto teor de sólidos solúveis totais e baixa umidade. O teor de compostos fenólicos variou de 52,45 mg.100g<sup>-1</sup>(P259) a 21,20 mg.g<sup>-1</sup> (P27) equivalente de ácido gálico. Os teor de carotenoides totais de 0,64 mg.100g<sup>-1</sup> (P259) a 40,26 mg.100g<sup>-1</sup> (P115) de β-caroteno. E o teor de ácido L-ascórbico de 158,38 mg.100g<sup>-1</sup> (P22) a 18,86 mg.100g<sup>-1</sup> (P115). E os capsaicinoides totais de 270.982,52 SHU (P247) a 4,49 SHU (P27)

Em relação aos produtos houve perdas e incrementos nos teores de compostos bioativos, o quais foram influenciados pelo tipo de processamento e pelas características iniciais do fruto *in natura*. Em conservas a redução do teor de vitamina C (ácido L- ascórbico), chegou a 81,62%, e o teor de compostos fenólicos totais em conservas DM e P259 reduziram-se quase pela metade sendo que para a conserva de P115 as perdas chegaram a 5 vezes, quando comparado com o fruto *in natura*. Já para a conserva e pasta de pimenta P259 houve incremento no teor de carotenoides totais, assim como para pimentas desidratadas.

Através da análise sensorial dos produtos, observou-se que os consumidores de pimenta da região de Pelotas/RS, preferem produtos com pungência não muito elevada e de coloração vermelha, pois os produtos desenvolvidos a partir da pimenta P259, que é amarela e pungente, não obtiveram bons índices de aceitabilidade e de intenção de compra. Entretanto a o acesso P115 torna-se um possível candidato à implementação em sistemas de cultivo de pimentas *Capsicum*, visto que os produtos elaborados a partir do mesmo apresentaram boa aceitabilidade perante os consumidores em todos os produtos elaborados.

## 6. Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: análise sensorial dos alimentos e bebidas - Terminologia. Rio de Janeiro, 1993.

ACUNHA, T. S. **Variabilidade metabólica em pimentas (*Capsicum* spp.): destaque para capsaicínoides por CLAE/FL/EM/EM**. 2013. 72f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

ALVAREZ-PARRILLA, E.; DE LA ROSA, L.; AMAROWICZ, R.; SHAHIDI, F. Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeño and Serrano peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 163-173, 2011.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.

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

AZA-GONZÁLEZ, C.; NÚÑEZ-PALENIUS, H. G.; OCHOA-ALEJO, N. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.). **Plant Cell Rep.**, v.30, p. 695-706, 2011.

AZA-GONZÁLEZ, C.; NÚÑEZ-PALENIUS, H. G.; OCHOA-ALEJO, N. Molecular Biology of Chili Pepper Anthocyanin Biosynthesis. **Journal of Mexican Chemical Society**, v. 56, n. 1, p. 93-98, 2012.

BAE, H.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JIFON, J.; PATIL, B. S. Extraction efficiency and validation of an HPLC method for flavonoid analysis in peppers. **Food Chemistry**, v. 130, p. 751-758, 2012.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. Springer: Berlin, 4<sup>th</sup> revised and extend ed. 1070 p. 2009.

BIANCHETTI, L. D. B. Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de *Capsicum* (solanácea) ocorrentes no Brasil. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 1996.

BLUM, E.; LIU, K.; MAZOUREK, M.; YOO, E. Y. Molecular mapping of the C locus for presence of pungency in *Capsicum*. **Genome**, v. 45, p. 702-705, 2002.

BOBBIO, P. A. e BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. Varela. São Paulo, 2003.

BORSATTI, C. F.; GODOY I. W.; FARINÁCIO, D.; FUNGUETTO, F. R.; SIMONETTI, D. Avaliações químicas de dez cultivares de morangueiro produzidos em sistema orgânico na região sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, 2009.

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. Portaria N<sup>o</sup> 204, de 4 de maio de 1978. Define termos sobre geléia de frutas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n.15-E, 1978. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/09\\_78\\_doces.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/09_78_doces.htm).

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

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p. 83-95, 2008.

DAMODARAN, S.; PARKIN, L. K.; FENNEMA, O. R. **Química dos alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 900 p. 2010.

DEGÁSPARI, C. H. & WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p. 33-40. 2004.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis,

Processing, and Stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 40, p. 173–289, 2000.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, n. 3, p. 173–289, 2000.

DELI, J.; MOLNÁR, P.; MATUS, Z.; TÓTH, G. Carotenoid composition in the fruits of red paprika (*Capsicum annuum* var. *lycopersiciforme rubrum*) during ripening; biosynthesis of carotenoids in red paprika. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 1517-1523, 2001.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat. 123 p. 1996.

EGGINK, P. M.; MALIEPAARD, C.; TIKUNOV, Y.; HAANSTRA, J. P. W.; BOVY, A.G.; VISSER, R. G. F. A taste of sweet pepper: Volatile and non-volatile chemical composition of fresh sweet pepper (*Capsicum annuum*) in relation to sensory evaluation of taste. **Food Chemistry**, v. 132, p. 301-310, 2012.

ESTRADA, B.; POMAR, F.; DÍAZ, J.; MERINO, F.; BERNAL, M. A. Pungency level in fruits of the Padrón pepper with different water supply. **Scientia Horticulturae**, v. 81, p. 385-396, 1999.

FARIA, J. P. Composição de carotenóides em coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Becc. Variedade capitata). **Dissertação**. (Mestre em nutrição humana). Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. (Tradução). 2. Ed. Porto Alegre: Artmed. 602 p. 2005.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Nobel. 284 p. 1984.

GIUFFRIDA, D.; DUGO, P.; TORRE, G.; BIGNARDI, C.; CAVAZZA, A.; CORRADINI, C.; DUGO, G. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v. 140, p. 794-802, 2013.

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

HA, S. H.; KIM, J. B.; PARK, J. S.; LEE, S. W.; CHO, K. J. A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 12, p. 3135–3144, 2007.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 13, 572–584, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. IV edição. 1ª Edição Digital. São Paulo. 2008.

KALT, W. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 1, p. 11-19, 2005.

KUMAR, O. A.; TATA, S. S. Ascorbic acid contents in chili peppers (*Capsicum* L.). **Notulae Scientia Biologicae**, v. 145, p. 50-52, 2009.

LANNES, S. D.; FINGER, F. L.; SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D.; Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 266-270, 2007.

LEÃO, K. M. M.; BOUDOU, F. S. T.; CASTRO, A. A.; FIGUEIREDO, A. V. D. Formulação e avaliação físico-química de geleia de mamão (*Carica papaya* L.). **Scientia Plena**, v.8, n.3, 2012.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207–220, 2000.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analyses in Cranberries. **Hort. Science**, v. 7, p. 83 - 84, 1972.

LUO, X.-J.; PENG, J.; LI, Y.-J. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. **European Journal of Pharmacology**, vol. 650 p. 1–7, 2011.

MADAIL, J. C. M.; SCHNEID, L. F.; SIMA, L. F.; WEDT, N. A. Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS. Embrapa Clima Temperado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n. 19, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 27p. 2005.

MARÍN, A.; FERRERES, F.; TOMAÁS-BARBERAÁN, F. A.; GIL, M. I. Characterization and Quantitation of Antioxidant Constituents of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 3861-3869, 2004.

MASI, L.; SIVIERO, P.; CASTALDO, D.; CAUTELA, D.; ESPOSITO, C.; LARATTA, B. Agronomic, chemical and genetic profiles of hot peppers (*Capsicum annuum* ssp.). **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 51, p. 1053-1062, 2007.

NACHTIGALL, A. M.; DE SOUZA, E. L.; MALGARIM, M. B.; ZAMBIAZI, R. C. Geléias light de amora-preta, **B. CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 337-354, 2004.

NEPA. Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos** .UNICAMP.4. ed. Campinas: Book Editora, 161 p. 2011.

NEVES, M. M. V. Beta - caroteno e câncer. **Revista de Nutrição**, v. 11, n. 2, p. 99-115, 1998.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: Componentes dos alimentos e processos**. (Tradução). Porto Alegre: Artmed. 294 p. 2005.

PETTER, M. Z. **Efeitos de temperatura de secagem sobre fitoquímicos de pimenta (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*)**. 2007. 74 f. Tese (Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PRASAD, B. C. N. KUMAR, V.; GURURAJ, H.B.; PARIMALAN, R.; GIRIDHAR, P.; RAVISHANKAR, G. A. Characterization of capsaicin synthase and identification of its gene (*csy1*) for pungency factor capsaicin in pepper (*Capsicum* sp.). **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, p. 13315-13320, 2006.

QUIRÓS, A. R.; COSTA, H. S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 97–111, 2006.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; MATOS, I. W. F.; BARBOSA, L. A. Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. **Horti-cultura Brasileira**, v. 29, p. 364-371, 2011.

REIF, C.; ARRIGONI, E.; SCHÄRER, H.; NYSTRÖMB, L.; HURRELL, R. F. Carotenoid database of commonly eaten Swiss vegetables and their estimated contribution to carotenoid intake. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, p. 64–72, 2013.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.) **Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000.113p.

REYES-ESCOGIDO, M. L.; GONZALES-MONDRAGON, E. G.; VASQUEZ-TZOMPANTZI, E. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. **Molecules**. v.16, p.1253-1270. 2011.

RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas Capsicum**, Brasilia: Embrapa Hortaliças. 2008. 153 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI PRESS, 2001. 64 p.

ROSA, S.; GODOY, J R. L. DE O.; OIANO NETO, J.; CAMPOS, R. DA S.; DA MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; DA SILVA, A. S.; DE SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

RUFINO, M. DO S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; DE MORAIS, S. M.; SAMPAIO, DE G. C.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS**. Fortaleza: Embrapa, Comunicado Técnico 128, 2007. 4p.

SADILOVA, E.; STINTZING, F. C. e CARLE, R. Anthocyanins, colour and antioxidant properties of eggplant (*Solanum melongena* L.) and violet pepper (*Capsicum annuum* L.) peel extracts. **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 61, p. 527-535, 2006.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Varela. 227 p. 2000.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. R. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p. 144-158, 1965.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. v. 15, n.1, p. 71-81, 2002.

STEWART JR, C.; MAZOUREK, M.; STELLARI, G. M. O'CONNELL, M. JAHN, M. Genetic control of pungency in *C. chinense* via the Pun1 locus. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 5, p. 979-991, 2007.

TOPUZ, A.; OZDEMIR, F. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 596–602, 2007.

UENOJO, M.; JUNIOR, M. R. M.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VINCI, G.; ROT, F.; MELE, G. Ascorbic acid in fruits a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, p. 211-214, 1995.

VISSOTO, Z. F.; LUCCAS, V. **Tecnologia de fabricação de balas**. Campinas: ITAL, 100 p., 1999. (Manual Técnico, 17).

WAGNER, C. M. **Variabilidade e base genética de pungência e caracteres do fruto: implicações no melhoramento de uma população de *Capsicum annuum* L.** Tese. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

WHITING, S.; DERBYSHIRE E.; TIWARI, B. K.; Capsaicinoids and capsinoids. A potential role for weight management? A systematic review of the evidence. **Appetite**, v. 59, p. 341–348, 2012.

ZHUANG, Y.; CHEN, L.; SUN, L.; CAO, J. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. **Journal of Functional Foods**, v. 4, p. 333-338, 2012.