



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Felipe Rodrigues Nogueira Silva

**EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO EM SEPARADO DA POLPA E DO
SUCO SOBRE A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA,
ENZIMÁTICA E SENSORIAL DO SUCO DE LARANJA MANTIDO SOB
REFRIGERAÇÃO**

São José do Rio Preto/SP

2013

Felipe Rodrigues Nogueira Silva

**EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO EM SEPARADO DA POLPA E DO
SUCO SOBRE A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA,
ENZIMÁTICA E SENSORIAL DO SUCO DE LARANJA MANTIDO SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos - Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Roger Darros Barbosa

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti

São José do Rio Preto/SP

2013

Silva, Felipe Rodrigues Nogueira.

Efeitos do tratamento térmico em separado da polpa e do suco sobre a qualidade físico-química, microbiológica, enzimática e sensorial do suco de laranja mantido sob refrigeração / Felipe Rodrigues Nogueira Silva. -- São José do Rio Preto, 2013
101 f. : il., gráfs., tabs.

Orientador: Roger Darros Barbosa Co-orientador: Natália Soares Janzantti
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Suco de laranja – Pasteurização. 3. Alimentos - Avaliação sensorial. 4. Enzimas - Análise. I. Barbosa, Roger Darros. II. Janzantti, Natália Soares. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 663.81

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Campus de São José do Rio Preto

Felipe Rodrigues Nogueira Silva

**EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO EM SEPARADO DA POLPA E DO
SUCO SOBRE A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA,
ENZIMÁTICA E SENSORIAL DO SUCO DE LARANJA MANTIDO SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos - Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Roger Darros Barbosa
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP
Orientador

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP
Co-orientadora

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Conti e Silva
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP

Prof^a. Dr^a. Magali Monteiro da Silva
Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP

São José do Rio Preto/SP

2013

Dedico este trabalho

A minha mãe, minha família, amigos, todas as pessoas que me ajudaram nessa jornada e a Deus.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à meu orientador Prof. Dr. Roger Darros Barbosa pelo enorme apoio, incentivo e dedicação ao meu trabalho desde o início do programa. Em especial, ao imenso apoio durante o desenvolvimento da ideia do projeto e da realização deste, onde trabalhávamos em horários diferenciados para finalizar o texto e pela força de vontade de reunir tantas pessoas que pudessem me ajudar. Também não posso deixar de agradecer o apoio da minha Co-orientadora Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti pela paciência e pela boa vontade de me ajudar em vários momentos de dúvidas;

A minha mãe, que a pessoa que mais me apoia e acredita em mim nesse mundo;

A meus amigos, em especial a Aline, Fernanda, Lívia, Florence, Gabriela, que me ajudaram com grande empenho na realização das várias análises sensoriais. Sem a ajuda dessas pessoas esse trabalho não teria sido possível;

As pessoas especiais em minha vida, Marcella, Milena, Matheus, Erika e Carol. Que tiveram paciência e me ajudaram muito durante esse período;

À Prof^a. Dr^a. Mieko Kimura por me ensinar e deixar usar seu laboratório;

À UNESP, Ibilce pela oportunidade de realizar o mestrado, e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos pelos ensinamentos;

A todos os técnicos que me ajudaram durante esse tempo e em especial a Alana e a Tânia;

À CAPES pela bolsa de estudo cedida;

À indústria de processamento de suco de laranja BR Citrus.;

Enfim, a todos que de forma indireta ou direta contribuíram para a realização deste sonho e trabalho.

RESUMO

Pasteurização constitui-se numa das técnicas mais utilizadas para se aumentar a vida de prateleira de sucos de frutas, seguida da conservação sob refrigeração, por destruir microrganismos patogênicos por processo térmico adequado que minimize as perdas dos atributos de qualidade sensorial e nutricional. No caso da laranja, a enzima pectinesterase está presente em quase todas as partes do fruto, principalmente no flavedo, albedo, membranas e sementes e no suco quando as vesículas são rompidas; requerendo inativação, para manter atributos importantes de qualidade como a turvação. Neste sentido, o tratamento térmico do suco de laranja visa a inativação desta enzima, porém requer temperatura relativamente elevada, podendo interferir nas qualidades sensoriais em termos de sabor e aroma do suco. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade físico-química, enzimática, microbiológica e a aceitação sensorial do suco de laranja, mantido sob refrigeração, com diferentes teores de polpa, o qual foi termicamente tratado em separado e sob diferentes condições, polpa (94°C/15 s) e suco (80°C/15 s), e, em comparação com o suco convencional (94°C/15 s). Uma equipe de 69 consumidores não treinados avaliaram durante 21 dias os diferentes tipos de suco de laranja em relação a aparência, aceitação global, aroma, sabor e textura, e também em relação a quantidade de polpa presente nos sucos. A estabilidade físico-química, microbiológica (*Salmonella* sp., coliformes fecais, mesófilos totais e bolores e leveduras) e enzimática dos diferentes tipos de suco de laranja foram realizadas durante 28 dias. Os parâmetros físico-químicos para sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, polpa sedimentada e flutuante tiveram poucas alterações durante estocagem. O suco tratado de modo convencional teve a maior degradação de ácido ascórbico entre todos os sucos. Dos demais sucos tratados em separado, o suco de laranja com baixo teor de polpa sofreu a menor degradação de ácido ascórbico. O tratamento térmico em separado do suco e da polpa demonstrou ser eficiente para a inativação da enzima pectinesterase. Quanto à qualidade microbiológica, os tratamentos térmicos foram suficientes para destruição dos microrganismos patogênicos nos sucos de laranja. Na análise sensorial, os sucos de laranja com baixo e médio teor de polpa (tratados não convencionalmente) foram os mais aceitos pelos consumidores, recebendo as maiores médias para aceitação global, aparência e

textura entre os sucos avaliados. O tratamento térmico mais brando no suco de laranja em separado da polpa influenciou positivamente nas características sensoriais do suco final obtido. Com relação à presença de polpa, os consumidores mostraram-se favoráveis aos teores baixos e médios de polpa.

Palavras chave: suco de laranja, pasteurização, pectinesterase, análise sensorial, teor de polpa.

ABSTRACT

Pasteurization is a common technique used to increase shelf life of fruit juices, followed by refrigeration, by destroying pathogenic microorganisms employing the appropriate thermal treatment that minimizes losses of sensory attributes and nutritional quality. Pectinesterase is an enzyme present in almost all parts of the orange fruit, mainly in the flavedo, albedo, seeds and membranes, and when the juice vesicles are ruptured, requiring inactivation to maintain important quality attributes such as turbidity. Accordingly, the heat treatment of orange juice must inactivate this enzyme; however, it requires relatively high temperatures, which may interfere with sensory attributes such as flavor and aroma. The aim of this study was to evaluate the quality and stability under refrigeration of the juice, containing different amounts of pulp, thermally treated separately and by different conditions the pulp (94°C/15 s) and the juice (80°C/15 s), and compared with the conventionally pasteurized juice (94°C/15 s), by physical-chemistry, enzymatic and microbiological methods, and by sensory acceptance of orange juice. A team of 69 untrained panelists evaluated during 21 days the different types of orange juice for appearance, global acceptance, aroma, flavor and texture, and also regarding the amount of pulp. The physical-chemical, microbiological (*Salmonella* sp., Fecal coliforms, total mesophilic and fungi and yeast), and enzyme activity of the different types of orange juice were evaluated for 28 days. The results for the physical-chemical parameters of soluble solids, titratable acidity, pH, sinking and floating pulp had few changes during cold storage. The Orange juice treated in the conventional way had the highest vitamin C degradation among all juices. For the remaining juices treated separately, the juice with low pulp content suffered less degradation of vitamin C. The heat treatment of the juice and the pulp separately proved to be efficient for the inactivation of the enzyme pectinesterase. Regarding the microbiological quality, all heat treatments assigned to the juices were sufficient for the destruction of pathogenic microorganisms. The sensory evaluation of the orange juices with low pulp content and medium (treated non-conventionally) were the most accepted by the consumers, getting the highest scores for global acceptance, appearance and texture among all juices evaluated. The results showed that less severe heat treatment of the orange juice separately from the pulp has influenced positively in the sensory characteristics of the final juice obtained.

Regarding the pulp content, the consumers were favorable to the low and medium pulp level.

Key words: orange juice, pasteurization, pectinesterase, sensory analysis, pulp content.

Lista de Figuras

Figura 1. Demonstrativo da ação da enzima pectinesterase sobre a molécula de pectina.	15
Figura 2. Estrutura química da vitamina C.....	15
Figura 3. Fluxograma da obtenção do suco de laranja pasteurizado.	22
Figura 4. Etapas reais do processamento do suco de laranja (A-B: Frutos sendo liberados nos silos e esteira transportadora, C-D: Lavagem e seleção dos frutos, E-F: Extração do suco, G: Turbofiltro, H: Pasteurizador Tubular).....	24
Figura 5. Ficha de recrutamento para a participação de voluntários nos testes sensoriais.....	28
Figura 6. Ficha utilizada na avaliação da aceitação sensorial dos diferentes tipos de sucos de laranja.	29
Figura 7. Imagens ilustrativas da avaliação sensorial dos diferentes tipos de sucos de laranja.	30
Figura 8. Variação da acidez total titulável dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.....	39
Figura 9. Variação do teor de ácido ascórbico dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.....	42
Figura 10. Variação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.	43
Figura 11. Variação do pH dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.	44
Figura 12. Variação do teor de polpa sedimentada dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.....	45
Figura 13. Variação do teor de polpa flutuante dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.....	46
Figura 14. Comportamento dos diferentes tipos de suco de laranja com relação à atividade da enzima pectinesterase durante a estocagem sob refrigeração	50
Figura 15. Características demográficas dos consumidores recrutados para participar dos testes sensoriais (n = 69), expressa em porcentagem.....	53
Figura 16. Distribuição da frequência de respostas atribuídas a gostar de suco de laranja.	53

Figura 17. Distribuição da frequência de consumo de suco de laranja.	54
Figura 18. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores aos atributos sensoriais aparência (a), aceitação global (b), aroma (c), sabor (d) e textura (e) dos sucos de laranja recém processados.	55
Figura 19. Frequência de respostas com relação à quantidade de polpa presente nos sucos de laranja recém processados.	57
Figura 20. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aparência dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.....	59
Figura 21. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aceitação global dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.	61
Figura 22. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aroma dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.....	62
Figura 23. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo sabor dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.....	63
Figura 24. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo textura dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.....	65
Figura 25. Frequências de respostas com relação ao teor de polpa dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.....	66
Figura 26. Intenção de compra dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração (1- certamente não compraria esta amostra, 2- provavelmente não compraria esta amostra, 3- Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra, 4- provavelmente compraria esta amostra, 5- certamente compraria.....	68
Figura 27. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aparência ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1º semana), 2 (2º semana) e 3 (3º semana).....	69
Figura 28. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aceitação global ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1º semana), 2 (2º semana) e 3 (3º semana).....	70

Figura 29. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aroma ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana)..... 71

Figura 30. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo sabor ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana)..... 72

Figura 31. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo textura ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana)..... 72

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição obrigatória do suco de laranja integral.	9
Tabela 2. Média dos parâmetros físico-químicos nos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.	35
Tabela 3. Médias e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos nos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.	32
Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas dos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.	37
Tabela 5. Atividade da Enzima Pectinesterase (PE) para os diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.	37
Tabela 6. Médias e desvios padrão (entre parênteses) dos parâmetros físico-químicos dos sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa ao longo do tempo de estocagem sob refrigeração.....	41
Tabela 7. Resultados das análises microbiológicas dos diferentes tipos de suco de laranja ao longo do período de estocagem sob refrigeração.....	48
Tabela 8. Atividade da pectinesterase (nanokatal/mL) nos diferentes tipos de sucos de laranja ao longo do período de estocagem sob refrigeração.....	49
Tabela 9. Médias e desvios padrão (entre parênteses) dos atributos sensoriais avaliados nos sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa durante o período de estocagem sob refrigeração.	60

Sumário

1.	Introdução	1
2.	Objetivos	4
2.1.	Objetivos gerais.....	4
2.2.	Objetivos específicos.....	4
2.3.	Hipóteses.....	4
3.	Revisão Bibliográfica	5
3.1.	Laranja.....	5
3.2.	Mercado de Suco de Laranja	7
3.3.	Suco de Laranja Pasteurizado	8
3.4.	Pectina em Suco de Laranja	12
3.5.	Enzimas Pectinolíticas e Pectinesterase.....	13
3.6.	Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	15
3.7.	Aspectos Sensoriais em Sucos Cítricos.....	17
4.	Materiais e Métodos	20
4.1.	Matéria Prima.....	20
4.2.	Obtenção do Suco e Polpa	20
4.3.	Tratamento Térmico	20
4.4.	Mistura, Envase e Estocagem.....	21
4.5.	Caracterização dos Sucos de Laranja Recém Processados.....	21
4.5.1	Determinação do Conteúdo de Hesperidina.....	21
4.5.2	Determinação do Conteúdo de Limoneno	21
4.5.3	Determinação do Conteúdo de Óleo Essencial	23
4.5.4	Determinação do Conteúdo de Pectina Solúvel em Água.....	23
4.5.5	Determinação da Viscosidade Aparente	23
4.6.	Análise da Estabilidade Físico-química, Enzimática e Microbiológica dos Sucos de Laranja	23
4.6.1	Determinação da Acidez Total Titulável.....	23
4.6.2	Determinação do Conteúdo de Ácido Ascórbico	25
4.6.3	Determinação do Conteúdo de Sólidos Solúveis Totais	25
4.6.4	Determinação do pH.....	25
4.6.5	Determinação do Conteúdo de Polpa Sedimentada e Polpa Flutuante.....	25
4.6.6	Determinação da Atividade da Pectinesterase (PE)	25
4.6.7	Análises Microbiológicas	26
4.7.	Avaliação Sensorial.....	26

4.8	Análise Estatística	27
5.	Resultados e Discussão	31
5.1.	Matéria Prima.....	31
5.2.	Caracterização dos Sucos de Laranja Recém Processados.....	32
5.3.	Avaliação Físico-química, Microbiológica e Enzimática dos Sucos de Laranja Recém Processados.....	34
5.4.	Estabilidade Físico Química dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração	38
5.4.1.	Acidez Total Titulável	38
5.4.2.	Ácido Ascórbico (Vitamina C).....	39
5.4.3.	Sólidos Solúveis Totais (°Brix).....	42
5.4.4.	pH	43
5.4.5.	Polpa Sedimentada	44
5.4.6.	Polpa Flutuante	45
5.5.	Estabilidade Microbiológica dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração	46
5.6.	Atividade da Enzima Pectinesterase dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração	49
5.7.	Avaliação Sensorial.....	52
5.7.1.	Perfil dos consumidores.....	52
5.7.2.	Avaliação Sensorial dos Sucos de Laranja Recém Processados	54
5.7.3.	Avaliação Sensorial dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração	58
5.7.4.	Teor de Polpa dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração	65
5.7.5.	Atitude de Compra dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração	66
5.8.	Mapa Interno de Preferência dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração	68
6.	Conclusões.....	74
7.	Referências Bibliográficas	75
	Anexo I- Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.	85
	Anexo II- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.....	87

1. Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas cítricas, com grande destaque na produção de laranja para obtenção de suco concentrado e congelado (RAIMUNDO et al., 2007); o país é o maior produtor de laranja no mundo com produção estimada de 16,2 milhões de toneladas em 2013 (IBGE, 2013), sendo que 70% do total dos frutos produzidos são destinados para a produção de suco, com 85% do suco consumido no mundo de origem brasileira (NEVES et al., 2011).

O crescimento do consumo de sucos prontos para beber no Brasil acompanha a tendência mundial de consumo de alimentos saudáveis que oferecem saúde, conveniência, inovação, sabor e prazer (DE MARCHI, 2001). Devido aos novos hábitos do consumidor e o aumento do consumo de bebidas naturais, o suco de laranja passou a ser mais consumido e surgiram novas formas de comercialização do produto. Existem basicamente três formas de comercialização do suco de laranja: suco concentrado e congelado (FCOJ); suco reconstituído (a partir do concentrado) e suco integral pasteurizado. Na sua forma integral, o suco de laranja é definido como a bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível da laranja (*Citrus sinensis*), por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). Ao suco denominado "suco adoçado" pode ser adicionado açúcar, observado o percentual máximo de dez por cento em peso (BRASIL, 2000). Quando o suco for parcialmente desidratado é denominado de suco concentrado (BRASIL, 1997).

Apesar de altamente consumido no mercado internacional, o FCOJ não é um produto que apresenta consumo acentuado no mercado nacional. O suco reconstituído nada mais é do que o suco congelado e concentrado adicionado de água, podendo ser adicionado de açúcar e outros aditivos, comercializado pronto para beber, geralmente em embalagens cartonadas do tipo longa vida e sem necessidade de refrigeração no seu armazenamento. O suco integral pasteurizado também é comercializado pronto para beber, porém necessita de refrigeração.

Com relação ao processamento industrial de sucos, a pasteurização é o método de conservação mais empregado, apresentando duas funções básicas: reduzir a carga microbiana inicial a níveis aceitáveis (microbiologicamente seguro) e inativar complexos enzimáticos existentes que possam causar alterações sensoriais do produto

(QUEIROZ; MENEZES, 2010). Este tratamento térmico busca principalmente aumentar a vida útil deste produto para o consumidor, contudo, é muito importante estudos envolvendo as condições do tratamento e do binômio tempo-temperatura do processo de modo a promover menores alterações nas características sensoriais e nutricionais do produto. Considera-se ainda a busca pelos consumidores por produtos com características mais frescas/naturais, que mantenham o sabor e os nutrientes semelhantes ao produto sem processamento industrial (QUEIROZ; MENEZES, 2010).

Um fator muito importante no tratamento térmico em sucos cítricos é a inativação da enzima pectinesterase. Esta enzima é responsável pela perda da qualidade do suco não processado termicamente, devido à sua atuação catalítica nos grupos metoxila, presentes na pectina, gerando grupos carboxílicos livres (CHRISTENSEN et al., 1998; PRETEL et al., 1997). A enzima pectinesterase está presente em quase todas as partes dos frutos cítricos no flavedo, albedo, membranas e sementes e no suco quando as vesículas do fruto são rompidas. A inativação desta enzima é de grande importância para o suco, pois quando ativa, qualidades sensoriais importantes do suco como a turvação é afetada. O tratamento térmico a que o suco é submetido tem que ser eficiente para a inativação desta enzima, porém as temperaturas que são usadas para este fim muitas vezes são excessivas e podem interferir na qualidade sensorial e nutricional do produto (COLLET et al., 2005).

As análises físico-químicas (acidez total titulável, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, pH entre outras) que são realizadas pelas indústrias processadoras de sucos são parâmetros importantes para controlar a qualidade do produto, porém essas análises não fornecem informações suficientes para avaliar as alterações que afetam a aceitação do suco pelo consumidor, conseqüentemente a realização de testes sensoriais proporciona informações relevantes para definir melhor as expectativas do consumidor.

O mercado de suco industrializado brasileiro constitui-se basicamente na produção e comercialização de sucos reconstituídos (néctares, refrescos e bebidas mistas) e um mercado bastante restrito para sucos integrais, que são sucos com melhores qualidades nutricionais e sensoriais. Devido a grande importância do consumo de produtos naturais e com benefícios à saúde, o consumo de sucos integrais e sem adição de aditivos é uma opção para o consumidor satisfazer esse desejo. Pela

importância da indústria de sucos do Brasil, para que essa possa dispor de novas formas para processamento e manutenção das qualidades sensoriais, e usando a laranja, que constitui a fruta com maior produção e tradição de utilização para o processamento de suco, o presente trabalho propõe avaliar a qualidade do suco integral pasteurizado de forma não tradicional, tratando em separado suco e polpa, e para obtenção de sucos com diferentes teores de polpa, visando a obtenção de produtos com melhores características sensoriais e estáveis microbiológica e físico-quimicamente.

2. Objetivos

2.1. Objetivos gerais

Avaliar os efeitos do tratamento térmico em separado da polpa e do suco sobre a qualidade físico-química, enzimática, microbiológica e sensorial dos sucos de laranja com diferentes teores de polpa, mantido sob refrigeração, em comparação com o suco termicamente tratado de forma convencional.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da pasteurização em separado do suco e da polpa em relação à atividade da enzima pectinesterase e à estabilidade microbiológica;
- Avaliar o efeito da pasteurização em separado do suco e da polpa em relação às características físico-químicas: pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ácido ascórbico;
- Avaliar a aceitação sensorial do consumidor dos sucos de laranja com diferentes teores de polpa.

2.3. Hipóteses

- A atividade da enzima pectinesterase se concentra na polpa presente no suco extraído da laranja, portanto o tratamento térmico da polpa deve ser mais severo para a sua inativação;
- O tratamento térmico mais brando no suco influencia positivamente nas características sensoriais do suco final obtido;
- A estabilidade do suco de laranja durante a estocagem sob refrigeração é influenciada pelo tratamento térmico em separado da polpa e do suco;
- O teor de polpa do suco pasteurizado influencia na aceitação do consumidor.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Laranja

A laranja é um fruto cítrico, do tipo baga, denominado hesperídio, resultante de ovário sincárpico e pluriovulado. É composto por epicarpo, mesocarpo, endocarpo, columela e sementes. No epicarpo ou flavedo, estão presentes os carotenóides que são responsáveis pela coloração alaranjada do fruto maduro, além de limoneno e os óleos essenciais que proporcionam aroma e sabor característicos da laranja (QUEIROZ ; MENEZES, 2005). O mesocarpo ou albedo é caracterizado por uma camada branca e esponjosa contendo flavanonas que são responsáveis pelo gosto amargo, pectina que possui propriedade espessante e de turvação no suco, e fibras à base de celulose (QUEIROZ E MENEZES, 2005). Imediatamente abaixo do mesocarpo, são encontrados os gomos do fruto, contendo as vesículas de suco, separadas por um material membranoso, que constitui o endocarpo (BRADDOCK, 1999). A columela é a porção central branca da laranja onde se encontram as sementes. As sementes possuem limonina que, durante o processo de extração, é levado para o suco contribuindo para o amargor do produto final (MACEDO, 2002). As membranas que recobrem os gomos e parte da columela e do albedo fornecem as polpas adicionais que podem ser extraídas juntamente com o suco (DARROS-BARBOSA, 2006). À medida que o fruto amadurece aumentam a participação do flavedo e das 25 vesículas de suco na composição do fruto, enquanto que o albedo e a membrana diminuem (TING, 1983).

Citrus sinensis (L.) Osbeck é a espécie mais importante comercialmente, sendo que dois terços da produção mundial são constituídos desta espécie de laranja, usualmente denominada de laranja doce para diferenciar de outras espécies de cítricos. Algumas variedades de laranja doce são bastante consumidas como fruto fresco, mas no Brasil e nos Estados Unidos são principalmente usadas pelas indústrias processadoras de suco de laranja (DONADIO et al., 1999; KIMBALL, 1999). As principais variedades de laranjas doces cultivadas no Brasil para fins comerciais são a laranja Pêra-Rio, Natal, Valência e Hamlin. A variedade Pêra-Rio é considerada a mais importante para a indústria de sucos, porque seu fruto possui alta resistência durante o transporte e processamento, e ainda, oferece elevado rendimento em suco. O fruto maduro apresenta rendimento médio de 52% em suco, com teor de sólidos solúveis

totais de 11,8 °Brix, acidez titulável de 0,95 g ácido cítrico/100 mL e *ratio* 12,5. A principal época de colheita é julho, sendo considerada de meia estação (DONADIO; FIGUEIREDO; PIO, 1995). A variedade de laranja Natal tem sua colheita considerada tardia. O fruto maduro tem cerca de 50% do peso em suco, teor de sólidos solúveis totais de 12,0 °Brix, acidez titulável de 1,00 g ácido cítrico/100 mL e *ratio* 12,0. A variedade Valência, de maturação tardia, também é uma variedade de laranja muito indicada para a produção de suco, pois quando madura apresenta elevado rendimento em suco, cerca de 50%. Tal variedade possui em média teor de sólidos solúveis totais de 11,8°Brix, acidez titulável de 1,05 g ácido cítrico/100 mL e *ratio* 11,2. A variedade de laranja Hamlin, com frutos menores fornece em média 41% de suco, com sólidos solúveis totais de 12,0 °Brix, acidez titulável de 0,96 g ácido cítrico/100 ml e *ratio* 12,5. A Hamlin, por ser variedade precoce, permite às fábricas reduzir a ociosidade na entressafra (FAVERET; LIMA; PAULA, 1996).

O Brasil é o maior produtor de laranjas do mundo, com aproximadamente 25% da produção mundial, com produção estimada de 16 toneladas para o ano de 2013 (IBGE, 2013), seguido por EUA, China, Índia, México, Egito e Espanha. Estes sete países produzem 68% de toda a laranja disponível, contudo cada país utiliza esse fruto de maneira diferente. O Brasil e os Estados Unidos utilizam mais de 70% das laranjas que produzem para a fabricação de sucos, México e China, na maioria vendem para o consumo in natura. Na Espanha, mais da metade das laranjas tem como destino a exportação. O Estado de São Paulo é responsável por aproximadamente 80% da produção de laranjas no país, sendo que a maior parte desta produção é destinada para a indústria processadora de suco (FAO, 2012; NEVES et al.,2011).

Com relação à importância funcional e nutricional do suco de laranja, pode-se destacar a presença de carotenoides e do ácido ascórbico (vitamina C). Os carotenoides são pigmentos naturais produzidos por plantas e microrganismos. O consumo de alimentos com alto teor de carotenoides tem apresentado uma relação inversa com o risco de desenvolvimento de câncer (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003). Esse composto pode funcionar como um antioxidante natural e possui a capacidade de proteger as membranas celulares, DNA e outros constituintes celulares contra danos oxidativos (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003). O ácido ascórbico está envolvido na síntese do colágeno e na síntese de importantes

neurotransmissores. A vitamina C é essencial para o organismo, pois facilita a absorção de minerais como ferro e zinco e auxilia na eliminação de metais como chumbo e níquel. Além disso, promove resistência a infecções e possui capacidade de ceder e receber elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006).

No processo de extração do suco de laranja, tem-se como objetivo a retirada da quantidade máxima de suco da fruta, sem incluir nenhuma parte da casca. Em peso, o rendimento pode variar de 40 a 60% de suco, dependendo da variedade da fruta processada, dos tratamentos culturais dos pomares e das condições edafoclimáticas onde são plantados (NEVES; LOPES, 2005). O processo de produção do suco de laranja concentrado congelado (*frozen concentrate orange juice*, FCOJ) constitui-se basicamente dos seguintes estágios: seleção das frutas, lavagem (com aspersão de água clorada e escovação com escovas rotativas), inspeção, classificação por tamanho, extração (onde são separados o suco contendo polpa, o bagacilho contendo emulsão e o bagaço), filtração do suco (por meio de prensagem), centrifugação (para eliminar resíduos e ajustar o teor de polpa), evaporação (remoção da água e pasteurização), resfriamento, homogeneização (adição de compostos responsáveis pelo sabor e aroma), envase, armazenamento (em câmara fria) e expedição. Apesar do suco de laranja concentrado e congelado ser o principal produto da laranja, vários subprodutos com valor comercial são obtidos durante o processamento. Entre esses estão óleos essenciais, d-limoneno, terpenos, líquidos aromáticos e farelo de polpa cítrica.

3.2. Mercado de Suco de Laranja

O consumo de suco industrializado no Brasil é pequeno quando comparado com as demais bebidas de importância comercial, considerando que somente a partir da década de 1990 a indústria de sucos passou a dar importância ao potencial do mercado nacional, em virtude da estabilidade econômica gerada a partir desta época e das dificuldades no comércio internacional de suco concentrado e congelado (QUEIROZ; MENEZES, 2010).

Mesmo com a pequena participação no mercado interno do Brasil, o suco de frutas industrializado pronto para o consumo, saltou de 30 milhões de litros em 1993 para 230 milhões em 2000; e segundo as estimativas do Instituto Brasileiro de Frutas

(IBRAF, 2011) o mercado brasileiro de sucos prontos para beber apresentou, até 2007, um crescimento na produção, em volume, de 12% ao ano, quando foram produzidos 508 milhões de litros. Menos de 10% deste total foram para exportação. O consumo foi praticamente equivalente à produção, com crescimento de 11,8% ao ano, o equivalente a 470 milhões de litros, sendo que o consumo per capita anual de suco pronto, que era de 1,5 litros por habitante brasileiro em 2002, subiu para 2,5 litros em 2007 (IBRAF, 2011).

A maior parte da produção brasileira de laranja destina-se à indústria do suco, que está concentrada no Estado de São Paulo. O setor emprega diretamente cerca de 400 mil pessoas, é a atividade econômica essencial de 322 municípios paulistas e 11 mineiros; gera PIB (produto interno bruto) equivalente a US\$ 5 bilhões. As exportações de suco de laranja concentrado se mantêm, desde 1994, entre 1,1 e 1,4 milhões de toneladas (ABECITRUS, 2013). Como os Estados Unidos se dedicam ao abastecimento do seu mercado interno, o Brasil transformou-se no maior exportador mundial de suco de laranja, atendendo hoje cerca de 50% da demanda e 75% das transações internacionais (ABECITRUS, 2013). Esse crescimento teve uma base tecnológica permanente, tanto nas técnicas de plantio e de defesa sanitária, como no processamento e na logística de transporte. O Brasil é o único país do mundo a dispor de uma frota de navios graneleiros operando exclusivamente com suco de laranja. Comparativamente, cada um desses navios transporta a carga de 600 caminhões. É uma operação de vulto que exige tecnologia de ponta, investimentos e, principalmente, volume de produto a ser exportado (ABECITRUS, 2013).

3.3. Suco de Laranja Pasteurizado

O processo de pasteurização de sucos cítricos tem como objetivo principal estender a vida de prateleira do produto, porém suas qualidades sensoriais podem ser afetadas quando se compara com o produto fresco, diretamente relacionado com a redução da flora bacteriana e com a estabilidade da turbidez característica do suco, atingida pela inativação da pectinesterase. Segundo Kimball (1999), o suco de laranja não pasteurizado pode apresentar 10^3 a 10^4 bactérias por mililitro, que resultarão uma alta deterioração do produto, caso o mesmo permaneça por poucas horas sem pasteurização ou refrigeração. No Brasil os padrões microbiológicos de suco integral de

laranja pasteurizado, devem seguir a portaria RDC nº 12/01 da ANVISA (BRASIL, 2001) para sucos integrais pasteurizados e refrigerados que são:

- *Salmonella* sp.: ausência em 25 mL;
- Bactérias do grupo coliforme de origem fecal: NMP máximo, 10/mL;

Segundo a RDC nº 12/01 da ANVISA (BRASIL, 2001) para sucos e refrescos que receberam tratamento térmico adequado, o produto: "Após 10 (dez) dias de incubação a 35°C não devem existir sinais de alteração das embalagens, nem quaisquer modificações físicas, químicas ou sensoriais do produto, que evidenciem deterioração. Quando necessário será verificada a esterilidade comercial conforme metodologia específica".

A legislação brasileira define suco de laranja como a bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível da laranja (*Citrus sinensis*), por meio de processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). Ao suco pode ser adicionado açúcar, observado o percentual máximo de dez por cento em peso, passando a exigir a denominação de "suco adoçado". A composição deve obedecer os níveis estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA (Tabela 1).

Tabela 1. Composição obrigatória do suco de laranja integral.

Parâmetro	Mín	Máx
Sólidos solúveis em °Brix à 20°C	10,5	-
Ratio (°Brix/ g ácido cítrico/100 mL)	7	-
Açúcares totais g/100 g	-	13
Ácido ascórbico mg/100 g	25	-
Óleo essencial % (V/V)	-	0,035

Fonte: BRASIL (2000).

Quando o suco for parcialmente desidratado é denominado de suco concentrado (BRASIL, 1997). Suco reconstituído é aquele obtido pela diluição do concentrado ou desidratado até a concentração original do suco integral; ou até se

obter o mínimo teor de sólidos solúveis totais estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco integral. É opcional o uso da expressão: "reconstituído" (BRASIL, 1997).

O néctar de frutas, que é nova corrente do mercado brasileiro de sucos, é definida como a bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível da fruta e açúcares; ou de extrato vegetais e açúcares. Admite ainda a adição de ácidos e é destinado ao consumo direto (BRASIL, 1997). O néctar, enquanto não possuir Regulamento Técnico específico, deve conter no mínimo 30% (m/m) de polpa, ressalvado as exceções: fruta com acidez, sabor muito forte, conteúdo de polpa muito elevado, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m) (BRASIL, 2003).

As características físico-químicas dos sucos de fruta influenciam sua qualidade e estão relacionadas ao tratamento térmico utilizado, às condições de estocagem (tempo e temperatura), ao tipo de embalagem, à presença de oxigênio, de luz, entre outros fatores (TEIXEIRA, 2006). No caso de suco de laranja reconstituído, aliado a esses fatores, o tipo e qualidade dos ingredientes utilizados na formulação dos produtos também influenciam as características físico-químicas, que devem atender às exigências da legislação (FERRAREZI, 2008).

O suco de laranja recém extraído possui vida útil muito limitada e o processamento térmico busca aumentar sua vida de prateleira e garantir a saúde do consumidor. A qualidade dos sucos tratados termicamente e refrigerados é melhor do que sucos concentrados comercializados a temperatura ambiente, porém sua vida útil é menor (CORRÊA-NETO; FARIA, 1999; SILVA et al., 2003). Para se produzir suco durante todo o ano, necessita-se padronizar a qualidade com misturas de matérias-primas, visando compensar as diferenças que ocorrem em relação aos parâmetros de cor, doçura e acidez (SENTANDREU et al., 2005). Entretanto, este tratamento deve ser realizado de maneira que mantenha as características sensoriais mais próximas possíveis do suco de laranja fresco não processado.

A grande vantagem do suco integral pasteurizado, em comparação com o suco reconstituído a partir do concentrado, é seu sabor que, se bem processado e conservado (sob refrigeração), assemelha-se muito ao suco fresco recém extraído da fruta. Por possuir uma atividade de água muito alta em relação aos sucos

concentrados esse tipo de suco que é normalmente denominado “not from concentrate - NFC”, necessita de maiores cuidados na sua produção e estocagem, visando prevenir contaminações microbiológicas e reações deteriorativas do sabor e aroma (DARROS-BARBOSA, 2010). A pasteurização do suco integral deve empregar condições que forneçam estabilidade físico-química e microbiológica, através da inativação da pectinesterase e destruição de praticamente todos os microrganismos do suco, permitindo sua estocagem em condições assépticas sob temperaturas próximas do congelamento ou pouco acima (-1 a 0 °C).

O cálculo das condições de processo para inativação da pectinesterase pode ser realizado pelo que se convencionou denominar de "Método Genérico", aplicado para especificar os equivalentes de tempos à uma determinada temperatura de tratamento para a redução da carga microbiana de alimentos, conforme descreve Gonçalves et al. (1992). Na aplicação para o cálculo do binômio tempo/temperatura de inativação da pectinesterase, são medidos os valores de redução da atividade da enzima. Para isto são definidos alguns parâmetros essenciais para o cálculo deste binômio, os valores D e z. O valor D é definido como o tempo, a uma determinada temperatura, em minutos, necessário para redução de 90%, ou um ciclo logarítmico, da atividade da enzima. O valor z pode ser definido como o número de graus centígrados necessário para aumentar ou diminuir a temperatura a fim de que o valor de D diminua ou aumente em 10 vezes. A deterioração microbiana de sucos cítricos limita-se aos microrganismos tolerantes ao meio ácido, com predomínio de bactérias lácticas, leveduras e fungos. As bactérias produtoras do ácido láctico, como as do gênero *Lactobacillus* e *Leuconostoc*, são microaerófilas, toleram baixo pH e apresentam resistência térmica muito baixa, sendo geralmente destruídas quando submetidas ao tratamento térmico. Estas bactérias produzem CO₂, ácido láctico e derivados de diacetila, que induzem um forte odor e um gosto desagradável ao suco (CORRÊA-NETO; FARIA, 1999). Segundo esses autores, a vida de prateleira do suco de laranja pasteurizado e refrigerado pode ser considerada encerrada quando a contagem de mesófilos totais alcança níveis próximos à 10⁴ UFC/mL.

A temperatura normalmente aplicada neste tipo de suco situa-se entre 90 e 99 °C, com o tempo de retenção entre 5 e 60 s, dependendo das condições operacionais. Essas temperaturas relativamente altas são aplicadas devido à

necessidade de inativação da enzima pectinesterase que só ocorre nessa faixa de temperatura. Os sucos integrais pasteurizados em geral são acondicionados em embalagens cartonadas compostas (polietileno externo, papel branco/Kraft, polietileno, alumínio, adesivo e polietileno interno) ou em embalagens plásticas especiais tipo PET (polietileno tereftalato) (DARROS-BARBOSA, 2010).

3.4. Pectina em Suco de Laranja

A estrutura da parede celular dos vegetais é formada por polissacarídeos, que podem ser divididos de acordo com suas propriedades físico-químicas em: substâncias pécticas, celulósicas e hemicelulose. A pectina é classificada como agente estabilizante, auxiliando a manter a suspensão do suco de laranja e desta forma proporciona a sua turbidez (KIMBALL, 1999). Como as hemiceluloses, as pectinas constituem um grupo heterogêneo de polissacarídeos, caracteristicamente contendo açúcares ácidos, como ácido galacturônico, e açúcares neutros, tais como ramnose, galactose e arabinose. Na parede do tecido vegetal, as pectinas são moléculas grandes e complexas, compostas de diferentes tipos de polissacarídeos pécticos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As substâncias pécticas são constituídas pela pectina, ácido péctico, ácido pectínico e protopectinas. A pectina é um polímero hidrofílico pertencente ao grupo dos hidrocoloides. Apresenta uma variedade de moléculas de carboidratos, contendo blocos de galacturose parcialmente esterificados com grupos metoxilas e blocos com outras moléculas de açúcares, como a arabinogalactose, galactose e arabinose, em uma estrutura altamente ramificada. O ácido péctico é resultado da desmetoxilação da pectina (IPPA, 2012).

Segundo nomenclatura adotada pela American Chemical Society (ALKORTA et al., 1998), “pectina ou ácidos pectínicos” são designados por ácidos poligalacturônicos de variados teores de ésteres metílicos e diferentes graus de neutralização que apresentam propriedades coloidais e são capazes de formar, sob certas condições, gel quando em presença de açúcar ou ácido. “Ácidos Pécticos” são ácidos poligalacturônicos de natureza coloidal, mas necessariamente livres dos grupos de ésteres metílicos. A “protopectina” é uma substância insolúvel em água, parente de

substâncias pécnicas que ocorrem em plantas, que sob hidrólise ácida parcial produzem pectinas de vários tipos.

A medida da proporção de grupos carboxílicos que estão na forma esterificada em relação ao total de grupos carboxílicos presentes na estrutura da molécula de pectina é denominada de grau de metoxilação (do inglês: *Degree of Methylation*, DM). As pectinas consideradas com alto grau de metoxilação têm DM maior do que 0,43, ou seja, indica 43% de esterificação. As pectinas presentes nas frutas apresentam, normalmente, mais de 50% das suas unidades de carboidratos esterificados, portanto fazem parte do grupo das pectinas com alto grau de metoxilação (SCHILLIND; LEONHARDT, 2003; TRIBESS, 2003).

3.5. Enzimas Pectinolíticas e Pectinesterase

As “pectinases” ou “enzimas pectinolíticas” são enzimas que hidrolisam substâncias pécnicas (JAYANI, 2005). Os substratos para enzimas pécnicas podem ser: pectinas ou ácidos pectínicos, ácidos pectínicos ou protopectinas.

As enzimas pectinolíticas podem ser divididas em vários grupos, podendo ser classificadas pelo modo de ação. Desta forma, são classificadas em: desesterificantes ou desmetoxilantes (pectinesterase), despolimerizantes (hidrolases e liases) e protopectinases (UENOJO; PASTORE, 2007).

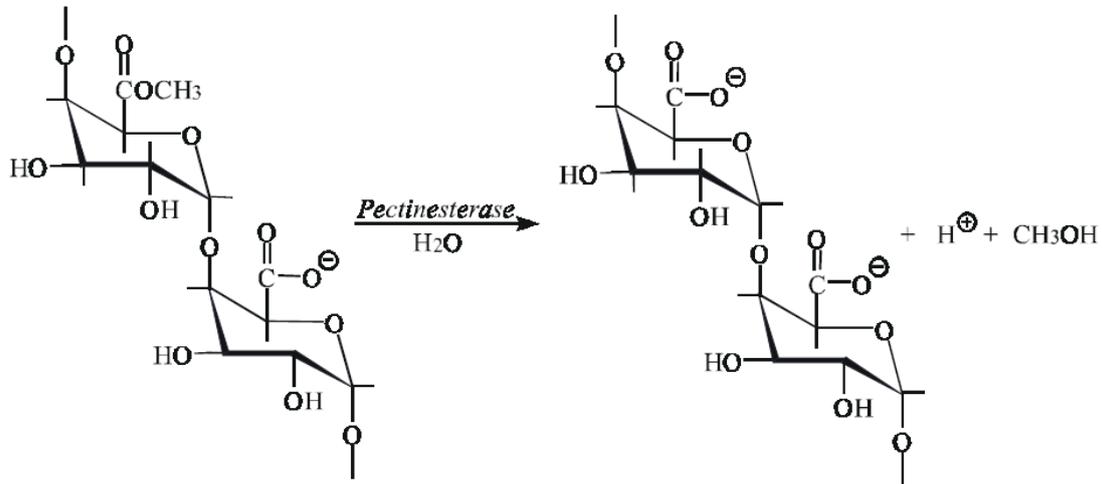
A classificação das pectinases ainda pode ser baseada na preferência pelo substrato, como ácido pectínico ou pectato, que são ácidos poligalacturônicos que não apresentam metoxilação e o ácido pectínico ou pectina, que são os ácidos poligalacturônicos que contêm quantidades variáveis de grupos metoxilas (ALKORTA et al., 1998).

A pectinesterase ou pectina metil esterase (PE) é uma enzima altamente específica e age unicamente no grupo químico metil éster. Com relação às frutas cítricas age sobre a pectina. O mecanismo catalítico se dá na presença de água, por isso a PE é considerada uma enzima hidrolítica. Na reação, a enzima catalisa a desesterificação de ésteres metílicos das ligações galacturônicas de substâncias pécnicas, resultando em ácido pectínico e metanol (KIMBALL, 1999). A Figura 1 ilustra uma molécula de pectina sofrendo a ação da pectinesterase (remoção dos grupos metoxilas).

Segundo Klavons; Bennett e Vannier (1994), a turbidez do suco se deve à associação da pectina extraída do fruto da laranja no processo de extração com pequenas partículas em suspensão. A perda da turbidez está relacionada com a ação da enzima pectinesterase, presente naturalmente nos frutos cítricos, que atua diretamente na pectina, desencadeando um processo que resulta em diminuição da viscosidade do suco e formação de duas fases que é caracterizada pela parte superior clarificada. Estudos foram realizados sobre o comportamento reológico e sobre as propriedades físicas de suco de laranja, em função de sua composição e/ou temperatura (VIEIRA, 1995; RAMOS; IBARTZ, 1998). Outros estudos foram realizados no intuito de inativar a pectinesterase presente nos sucos cítricos, através de tratamentos térmicos (TRIBESS, 2003; CAMERON et al., 2005; CARBONELL et al., 2006), e também por outros métodos como aplicação de ondas ultrassônicas (VERCET; LOPEZ; BURGOS, 1999) e pela aplicação de alta pressão (BASAK; RAMASWAMY, 1996).

Em suco de laranja, é conhecido que a enzima pectinesterase apresenta diferentes isoformas sendo que cada uma pode ter uma termorresistência diferente. Para o estudo da inativação térmica da pectinesterase pode-se considerar a existência de dois grupos de isoformas (TRIBESS, 2003). O primeiro grupo seria representado pelas isoformas de resistência térmica intermediária, que Han; Nielsen e Nelson (1998) ainda subdivide em distintas formas, uma delas correspondente a porção inicial representada pela cinética de inativação térmica da pectinesterase (gráfico da atividade da enzima versus tempo), ou seja, a parte linear inicial com maior inclinação. E o segundo grupo, contemplaria as isoformas mais termorresistentes, correspondendo à porção final do gráfico da cinética de inativação da enzima, com menor coeficiente angular. O grupo de isoformas mais termoresistentes representam apenas 5% da atividade total de pectinesterase (CAMERON; BAKER; GROHMAN, 1998).

Figura 1. Demonstrativo da ação da enzima pectinesterase sobre a molécula de pectina.

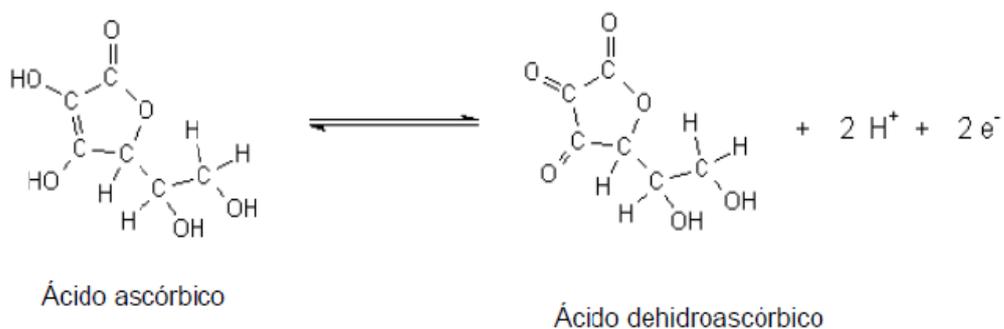


3.6. Ácido Ascórbico (Vitamina C)

Diversos fatores podem estar associados à perda de vitamina C em suco de fruta. A perda de vitamina C vai depender do tipo de processamento, das condições de estocagem, da embalagem e de características inerentes ao suco (LEE; CHEN, 1998; LEE; COATES, 1999; ARENA; FALLICO; MACARRONE, 2001; ZERDIN et al., 2003).

A vitamina C na forma reduzida é conhecida como ácido ascórbico ou ácido L-ascórbico, sendo um composto biologicamente ativo, instável, facilmente e reversivelmente oxidado a ácido L-dehidroascórbico, também biologicamente ativo (Figura 2) (COOKE; MOXON, 1981; GREGOR, 1996; ZERDIN; ROONEY; VERMUE, 2003).

Figura 2. Estrutura química da vitamina C.



A vitamina C é um derivado de hexose, sintetizado por vegetais e pela maioria dos animais, a partir da glicose e da galactose. O homem, outros primatas, alguns morcegos e algumas espécies de aves, entretanto, não possuem a enzima L-gluconolactona oxidase que participa da biossíntese da vitamina C ou do ascorbato, sendo necessária a ingestão desta vitamina pela dieta alimentar (COOKE; MOXON, 1981; GREGORY, 1996). Segundo o RDA (Recommended Dietary Allowances), a cota dietética recomendada de vitamina C para homens adultos é de 90 mg/dia e para mulheres adultas é de 75 mg/dia (DRI, 2000).

O ácido ascórbico está envolvido na síntese e manutenção do colágeno e na síntese de importantes neurotransmissores, como a norepinefrina obtida a partir da dopamina e a serotonina, obtida pela conversão de triptofano em 5- hidroxitriptofano. A vitamina C é essencial para a oxidação da fenilalanina e tirosina e para a conversão de folacina em ácido tetraidrofólico. Esta vitamina também facilita a absorção de minerais como ferro e zinco e auxilia a eliminação de metais como chumbo e níquel, além de promover resistência a infecções e ajudar em processos de cicatrização. Entre suas múltiplas funções, o ácido ascórbico tem a capacidade de ceder e receber elétrons, o que lhe confere um papel essencial como antioxidante. Nesse sentido, a vitamina C participa do sistema de proteção antioxidante, como por exemplo, regenerando a forma ativa da vitamina E (COOKE; MOXON, 1981; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002).

Segundo Elez-Martínez e Martín-Belloso (2007), as propriedades antioxidantes da vitamina C têm sido estudadas e podem prevenir a indução de danos ao DNA causados pelos radicais livres, eliminando os oxidantes, que podem levar ao desenvolvimento da catarata (MARES-PERLMAN, 1997), superando a disfunção das células endoteliais e diminuição do LDL. A vitamina C também contribui para uma vasculatura saudável através da regulação da síntese do colágeno, produção de prostaciclina, e manutenção dos níveis de óxido nítrico (NESS et al., 1996).

Além disso, estudos mostraram que a vitamina C desempenha um papel importante na saúde do ser humano, aumentando a ação do sistema imunológico (GRIMBLE, 1997), e diminuindo o risco de aparecimento da doença de Alzheimer (ENGELHART et al., 2002).

A temperatura de estocagem é considerada o fator mais importante na estabilidade e qualidade dos sucos cítricos, sendo o fator predominante na degradação do ácido ascórbico por via anaeróbia. Em estudo realizado por Farnworth et al. (2001) em suco de laranja, o teor de vitamina C diminui com o aumento do tempo e temperatura de estocagem.

3.7. Aspectos Sensoriais em Sucos Cítricos

Um dos fatores de impacto na hora do consumidor decidir e adquirir um produto é a sua aparência visual. A cor natural dos sucos cítricos sempre foi considerada como uma das características mais fortes no momento de aceitação do consumidor para a sua aquisição. Os carotenoides presentes no suco cítrico são responsáveis pela pigmentação. Alterações na coloração podem ser associadas ao tratamento térmico sofrido. Várias reações como a degradação de pigmentos e as reações de escurecimento não enzimático, produzindo pigmentos escuros e alterando o sabor do suco, e a presença da pectinesterase se não for inativada pode fazer com que o suco perca a turbidez natural (KIMBALL, 1999). É também de grande importância que o suco processado mantenha seu sabor característico, atributo sensorial muito apreciado por consumidores de sucos cítricos. Em sucos cítricos, o aroma constitui-se em uma mistura complexa de compostos voláteis produzindo odores específicos e que o consumidor pode associar ao produto fresco se este estiver em quantidade balanceada (KIMBALL, 1999). O óleo essencial é uma substância presente naturalmente na casca das frutas cítricas e é obtido através da prensagem e centrifugação destas, na indústria de sucos cítricos ele é adicionado principalmente ao suco concentrado de laranja com a finalidade de restaurar o aroma característico do produto, sendo que a indústria de suco trabalha com a presença de óleo essencial no suco na faixa de 0,01 a 0,014 mL/100 mL (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). A textura é outro atributo sensorial importante para o consumidor, a presença ou não de materiais em suspensão no suco pode influenciar a aceitação do produto pelo consumidor (TRIBESS, 2003).

A análise sensorial pode ser definida como a ciência usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são

percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993; STONE; SIDEL, 1993).

A análise sensorial é empregada na indústria de alimentos para garantir a qualidade dos produtos, por ser capaz de: identificar a presença ou ausência de diferenças sensorialmente perceptíveis; definir de forma rápida as características sensoriais importantes de um produto; detectar particularidades dificilmente detectadas por procedimentos analíticos; e, avaliar a aceitação de produtos (MUÑOZ; CIVILLE; CARR, 1992).

A avaliação sensorial de alimentos permite a identificação de pequenas diferenças entre produtos, sendo possível definir atributos importantes que não podem ser facilmente detectados por outros procedimentos analíticos. A análise sensorial é também uma ferramenta importante para a avaliação da preferência do consumidor em relação a um determinado produto. É possível relacionar a percepção de ingredientes e variáveis no processamento à preferência do consumidor. Os métodos sensoriais podem ser classificados em discriminativos, descritivos e afetivos.

Os métodos discriminativos estabelecem a diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras e englobam os testes de diferença (comparação pareada, triangular, duo-trio, comparação múltipla, A ou não A, dois em cinco e ordenação) e os testes de sensibilidade (teste de limite, estímulo constante e de diluição) (ABNT, 1993).

Os métodos descritivos descrevem as amostras qualitativamente e quantitativamente por meio da avaliação de atributos – escalas, perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa, tempo-intensidade (ABNT, 1993).

Já os métodos afetivos expressam a opinião pessoal do consumidor e mede o quanto uma população gostou ou desgostou de um produto e a preferência por meio de escala hedônica, comparação pareada, ordenação e escala de atitude (ABNT, 1993).

A preferência pode ser definida como a expressão do grau de preferir uma amostra em relação à outra e/ou a percepção do agradável até o desagradável, sendo a expressão do estado emocional. A aceitação é o ato de um determinado indivíduo ou população ser favorável ao consumo de um produto. A aceitabilidade pode ser definida como a experiência caracterizada por uma atitude positiva e/ou pela utilização real do produto pelo hábito de comprar ou consumir um alimento. A

aceitabilidade pode ser dimensionada pelo grau de gostar ou de desgostar de um ou mais produtos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999; FERREIRA et al., 2000).

4. Materiais e Métodos

4.1. Matéria Prima

A laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) utilizada para a obtenção do suco foi fornecida pela indústria citrícola BR Citrus, localizada em Curupá, município de Ibitinga, SP, Brasil. O suco produzido foi proveniente da mistura na proporção de 50% das variedades de laranja Valência e Pêra-Rio. Amostras das duas variedades foram retiradas do silo de estocagem para análises de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável e *ratio* (razão entre °Brix/acidez).

4.2. Obtenção do Suco e Polpa

A partir dos silos de armazenagem, as duas variedades de laranja foram descarregadas em uma esteira transportadora na proporção de 50% e submetidas à seleção para retirada dos frutos com danos mecânicos ou deteriorados. Após a seleção, os frutos foram lavados em esteira com aspersão de água clorada para a higienização, e destinados para a extratora. Para a extração do suco da laranja foi utilizado o extrator FMC, o qual opera com separação simultânea de suco, casca, membranas, sementes e óleo essencial. Na primeira etapa logo após a extração, o suco foi submetido a filtração em um turbofiltro, dotado de malha sintética com abertura de 0,020 mm, para obtenção do suco convencional e enviado para tratamento térmico. Para a separação da polpa do suco, a malha sintética do turbofiltro foi trocada por outra com abertura de 0,010 mm, para obtenção da polpa e do suco livre de polpa, sendo esta reservada para tratamento em separado. A Figura 3 apresenta um fluxograma detalhado das etapas do processo. A Figura 4 apresenta imagens das etapas do processamento dos sucos, realizadas em escala industrial, para as quais foram utilizadas as instalações da indústria citrícola BR Citrus.

4.3. Tratamento Térmico

O suco proveniente da primeira etapa (filtro malha 0,020 mm) foi submetido a tratamento térmico convencional à 94°C por 15 segundos em um pasteurizador tubular. O suco livre de polpa e a polpa obtida da filtração (filtro malha 0,010 mm) foram pasteurizados separadamente. O suco livre de polpa foi submetido a tratamento

térmico à 80°C por 15 segundos e a polpa, em separado, foi submetida a tratamento à 94°C por 15 segundos, em pasteurizador tubular. Imediatamente após o tratamento térmico os sucos e a polpa foram resfriados em outra seção no mesmo trocador de calor para atingir temperaturas inferiores à 8°C.

4.4. Mistura, Envase e Estocagem

O suco livre de polpa e a polpa, tratados termicamente em separado, foram bombeados para um tanque de estocagem asséptico para mistura em diferentes proporções, para obtenção de sucos com diferentes teores de polpa: alto, médio e baixo (KIMBALL, 1999).

Dos tanques de estocagem asséptica, o suco foi bombeado para a envasadora automática, onde o suco foi acondicionado em garrafas tipo PET de 300 mL e armazenadas em câmara sob refrigeração a 4,0°C ($\pm 1,0^\circ\text{C}$) e protegidas do efeito de luz.

4.5. Caracterização dos Sucos de Laranja Recém Processados

As determinação do conteúdo de hesperidina, d-limoneno, óleo essencial, pectina solúvel em água e viscosidade aparente foram realizadas somente nos sucos recém obtidos. Essas análises foram realizadas nos diferentes tipos de sucos de laranja, a partir da mistura de três amostras (garrafas) coletadas dos diversos tratamentos, não havendo disponibilidade de replicatas, conseqüentemente a análise estatística não foi realizada.

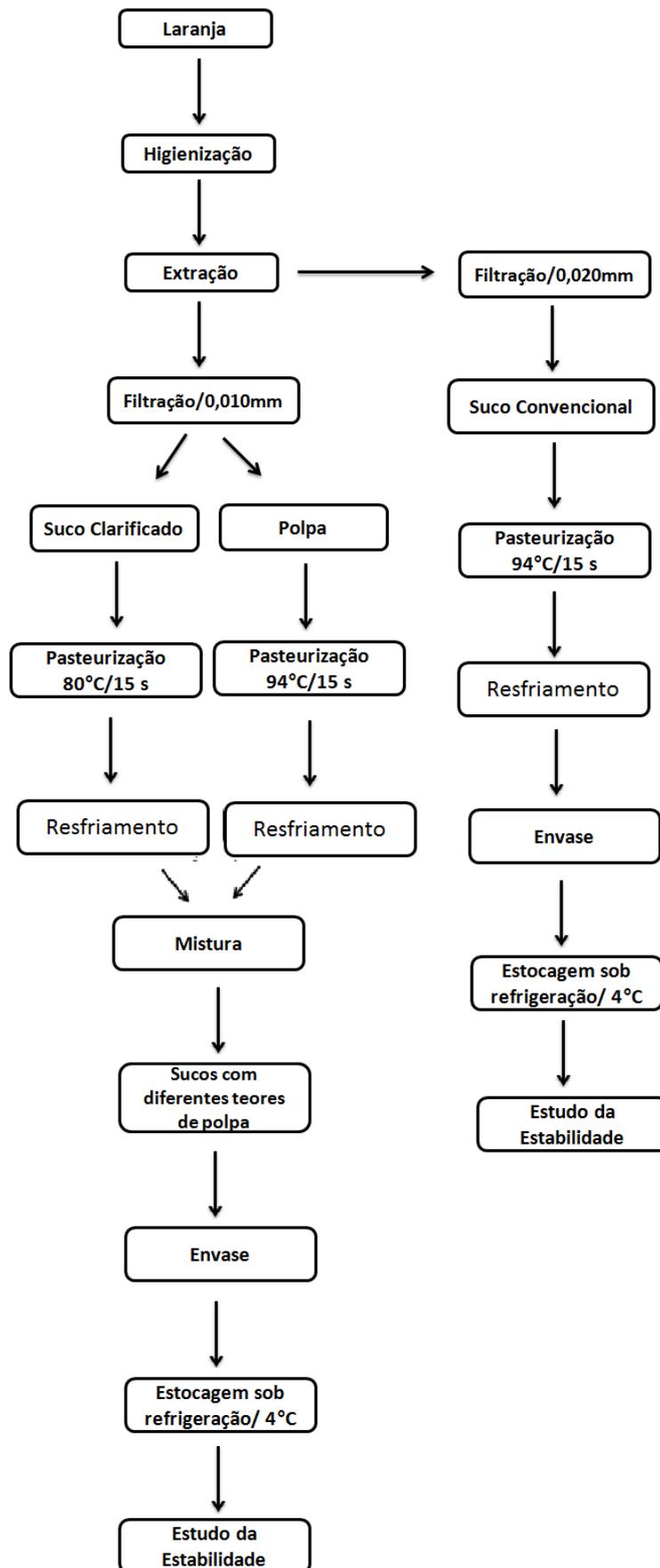
4.5.1 Determinação do Conteúdo de Hesperidina

O teor de hesperidina foi determinado segundo a metodologia proposta por Davis (1947). Os resultados foram expressos em μg de hesperidina/mL de suco.

4.5.2 Determinação do Conteúdo de Limoneno

A determinação do teor de d-limoneno seguiu a metodologia descrita por Kimball (1999). Os resultados foram expressos em μg de limoneno /mL de suco.

Figura 3. Fluxograma da obtenção do suco de laranja pasteurizado.



4.5.3 Determinação do Conteúdo de Óleo Essencial

A dosagem de óleo essencial foi realizada de acordo com o método Scott, descrito por Kimball (1999). Os resultados foram expressos em % (mL de óleo/100 mL de suco).

4.5.4 Determinação do Conteúdo de Pectina Solúvel em Água

A determinação da pectina solúvel em água foi realizada segundo a metodologia proposta por Rouse e Atkins (1955). Os resultados foram expressos em µg de pectina solúvel/mL de suco.

4.5.5 Determinação da Viscosidade Aparente

Para a determinação da viscosidade, a amostra de suco, à temperatura de 20°C, foi colocada em becker de 600 mL (forma alta) utilizando Viscosímetro (Brookfield modelo DV – 11), rotação a 50 rpm durante 20 segundos. O resultado expresso em cP.

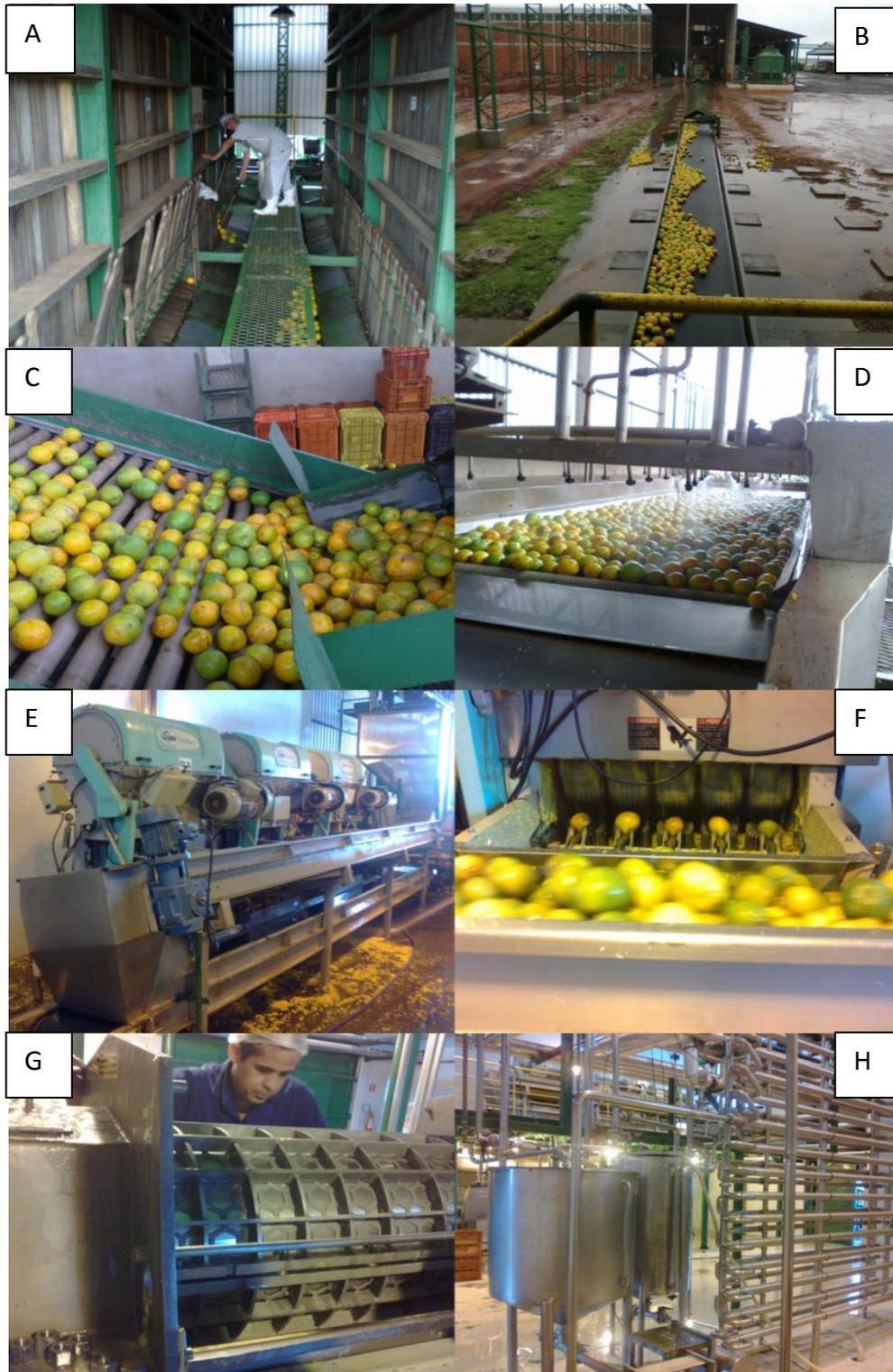
4.6. Análise da Estabilidade Físico-química, Enzimática e Microbiológica dos Sucos de Laranja

As análises físico-química, enzimática e microbiológica foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus São José do Rio Preto. Todas as análises foram realizadas em triplicata, nos diferentes tipos de sucos de laranja durante a estocagem sob refrigeração. A avaliação físico-química, enzimática e microbiológica foi realizada nos períodos de: zero, 7, 14, 21 e 28 dias.

4.6.1 Determinação da Acidez Total Titulável

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N de uma alíquota de 10 g de amostra, na presença de fenolftaleína como indicador, conforme metodologia descrita pelas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado expresso em g de ácido cítrico/100 mL de suco.

Figura 4. Etapas reais do processamento do suco de laranja (A-B: Frutos sendo liberados nos silos e esteira transportadora, C-D: Lavagem e seleção dos frutos, E-F: Extração do suco, G: Turbofiltro, H: Pasteurizador Tubular).



4.6.2 Determinação do Conteúdo de Ácido Ascórbico

Para a determinação do ácido ascórbico foi utilizada a metodologia descrita pelo método oficial 985.33 da AOAC (2000) e modificada por Benassi e Antunes (1998), baseada na redução do indicador 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico. O resultado expresso em mg de ácido ascórbico/100 mL de suco.

4.6.3 Determinação do Conteúdo de Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado pela leitura do índice de refração em refratômetro Abbé (Bellingham Stanley) com escala expressa em °Brix, a 20 °C, conforme método descrito pelas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado expresso em °Brix.

4.6.4 Determinação do pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, conforme metodologia descrita pelas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.6.5 Determinação do Conteúdo de Polpa Sedimentada e Polpa Flutuante

O teor de polpa sedimentada e flutuante foi determinado conforme a metodologia descrita por Kimball (1999). A polpa sedimentada foi determinada por centrifugação de uma alíquota de 50 mL de suco por 10 min, a 1.500 rpm com rotor de 11 1/5". A leitura é realizada pelo volume de polpa sedimentada e o cálculo utilizando-se a Equação 1. A polpa flutuante foi determinada por filtração de 1 kg de suco em peneira 20 Mesh, e o resultado expresso conforme Equação 2.

$$\% \text{ Polpa Sedimentada} = \frac{\text{volume (ml) de polpa}}{50 \text{ mL da amostra}} 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Polpa Flutuante} = \frac{\text{g de polpa retida na peneira}}{\text{g total de suco}} 100 \quad (2)$$

4.6.6 Determinação da Atividade da Pectinesterase (PE)

A atividade da enzima pectinesterase (PE) foi determinada segundo a metodologia de Rouse; Atkins (1955), modificada por Carbonell et al. (2006). O método

convencional baseia-se na liberação de grupos carboxílicos formados pela PE durante a hidrólise de uma amostra de suco misturado com uma solução de pectina comercial, por titulação com solução de NaOH (2 e 0,05 N) em temperatura constante (30°C). No método modificado, o pH foi ajustado para 7,8 com solução de NaOH (0,2 N), nas soluções em separado, amostra de suco e solução de pectina comercial (à temperatura ambiente), e após mistura, o pH foi monitorado até estabilidade. A atividade da PE é calculada a partir da tangente da parte inicial da curva ajustada da variação (redução) do pH em função do tempo de atuação da enzima e o resultado expresso como nanokatal/mL de suco ou nanomol/s/mL de suco.

4.6.7 Análises Microbiológicas

As amostras de suco de laranja foram analisadas conforme Resolução ANVISA RDC nº 12 (BRASIL, 2001), que estabelece como padrões microbiológicos para suco de frutas a realização das análises de Coliformes fecais a 45°C, resultado expresso em UFC/mL de suco, e, *Salmonella* sp., como ausência ou presença (+/-) em 25 mL de suco. Segundo a RDC nº 12 (BRASIL, 2001), o suco é impróprio para o consumo quando atinge máximo de 10 UFC/mL de coliformes fecais e presença de *Salmonella* sp.

Adicionalmente foram realizadas a contagem de bactérias mesófilas aeróbias totais e a contagem de fungos filamentosos e leveduras. Estes microrganismos são considerados indicadores da qualidade higiênico-sanitária do processamento do suco de laranja que tem características ácidas (pH < 4,5) (CORRÊA NETO; FARIA, 1999). No presente estudo, valores acima de 10⁴ UFC/mL desses microrganismos foram considerados sucos impróprios para consumo.

As análises microbiológicas foram realizadas em Placa Compact Dry e 3M™ Petrifilm™, específicas para cada microrganismo e incubadas a 25°C por 3 dias para fungos filamentosos e leveduras, e, a 30 a 45°C por 2 dias para contagem de coliformes fecais e *Salmonella* sp. Os resultados para a contagem total de bactérias e de fungos e leveduras foram expressos em UFC por mL de suco.

4.7. Avaliação Sensorial

O suco de laranja convencional e os sucos com diferentes teores de polpa foram avaliados sensorialmente utilizando teste de aceitação, em nível laboratorial,

em paralelo com a determinação da estabilidade físico-química, enzimática e microbiológica, nos mesmos tempos de estocagem sob refrigeração.

O teste foi conduzido em cabines do Laboratório de Análise Sensorial, por uma equipe de consumidores composta por estudantes, funcionários e professores, recrutada mediante aplicação de questionário contendo informações demográficas e questões sobre frequência de consumo de suco de laranja (Figura 5). Os critérios adotados para definir a participação no teste de aceitação foram interesse, disponibilidade, gostar no mínimo ligeiramente e consumir suco de laranja pelo menos uma vez por mês.

No teste de aceitação (Figura 6), os diferentes tipos de sucos de laranja foram avaliados quanto a aparência, a aceitação global, o aroma, o sabor e a textura empregando escala hedônica de nove pontos, variando entre “desgosto muitíssimo” e “gosto muitíssimo”. Ao consumidor foi também solicitado para avaliar o teor de polpa usando escala do ideal de cinco pontos, variando entre “muito menos que o ideal” a “muito mais que o ideal”, além da intenção de compra usando escala de cinco pontos.

As amostras de suco de laranja foram servidas a temperatura de 10°C em copos plásticos transparentes codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentados aos consumidores de forma monádica, em cabines individuais iluminadas com lâmpada de tungstênio (Figura 7). A ordem de apresentação dos sucos de laranja seguiu delineamento de blocos completos balanceados para minimizar os efeitos *first-order e carry-over* (MACFIE et al., 1989).

Este projeto foi submetido pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP-São José do Rio Preto, tendo parecer favorável para execução sob o numero 225.077 (Anexo I). O termo de consentimento livre e esclarecido está apresentado no Anexo II.

4.8 Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas, enzimática e sensorial foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA) e as médias analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As respostas hedônicas dos consumidores foram também submetidas a análise multivariada denominada Mapa Interno de Preferência utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA) e frequência relativa.

Figura 5. Ficha de recrutamento para a participação de voluntários nos testes sensoriais.

Este projeto de pesquisa terá duração de 6 semanas, espero contar com sua colaboração!

Por favor, preencha o questionário com todas as informações solicitadas.

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

E-mail: _____ Telefone: () _____

Categoria: () Aluno de graduação
() Aluno de pós-graduação
() Professor
() Funcionário

Nível de escolaridade : () ensino fundamental
() ensino médio
() superior incompleto
() superior completo
() pós-graduação (completo ou incompleto)

Utilizando a escala abaixo, indique com um X o quanto você gosta ou desgosta de **suco de laranja**:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadamente	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadamente	Gosto muito	Gosto muitíssimo

Utilizando a escala abaixo, indique com um X com que frequência, em média, você consome de **suco de laranja**:

<input type="checkbox"/>					
Não consumo	1vez/mês	1vez/quinzena	1vez/semana	2 vezes/semana	3 vezes/semana ou mais

Comentários:

Figura 6. Ficha utilizada na avaliação da aceitação sensorial dos diferentes tipos de sucos de laranja.

Nome: _____ Data: _____ Amostra nº _____

Você está recebendo uma amostra de **SUCO DE LARANJA**

1) Avalie o quanto você gosta ou desgosta da amostra com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

APARÊNCIA:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadame nte	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadame nte	Gosto muito	Gosto muitíssimo

ACEITAÇÃO GLOBAL:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadame nte	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadame nte	Gosto muito	Gosto muitíssimo

AROMA:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadame nte	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadame nte	Gosto muito	Gosto muitíssimo

SABOR:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadame nte	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadame nte	Gosto muito	Gosto muitíssimo

TEXTURA (sensação à boca, língua e palato):

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desgosto Muitíssimo	Desgosto muito	Desgosto moderadame nte	Desgosto ligeiramente	Nem gosto/ nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadame nte	Gosto muito	Gosto muitíssimo

2) Avalie a QUANTIDADE DE POLPA (material em suspensão) da amostra de SUCO DE LARANJA e utilizando a escala abaixo indique com um X, o quão próximo do ideal encontra-se:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito menos que o ideal	Menos que o ideal	Ideal	Mais que o ideal	Muito mais que o ideal

3) Assinale para esta amostra, qual seria sua atitude de compra:

() Eu certamente compraria esta amostra.

() Eu provavelmente compraria esta amostra.

() Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra.

() Eu provavelmente não compraria esta amostra.

() Eu certamente não compraria esta amostra.

Comentários: _____

Figura 7. Imagens ilustrativas da avaliação sensorial dos diferentes tipos de sucos de laranja.



5. Resultados e Discussão

5.1. Matéria Prima

Os frutos utilizados para a produção dos diferentes tipos de sucos foram previamente analisados por amostragem com relação à acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix) e determinado o *ratio*. A variedade de laranja Pêra Rio apresentou acidez de 0,39 g ácido cítrico/100 mL, 11,88 °Brix de sólidos solúveis totais e *ratio* de 30,46, enquanto que a variedade Valência apresentou teor de acidez de 0,95 g ácido cítrico/100 mL, 12,59 °Brix de sólidos solúveis totais e *ratio* de 13,25. Esses valores justificam a mistura (*blend*) 1:1, das variedades de laranja, utilizada para a produção dos sucos, para se conseguir melhor equilíbrio entre a acidez e a doçura. Além disso, ambas variedades fornecem suco de boa qualidade quanto a sabor e aroma.

Souza et al. (2004), em estudo com laranja da variedade Pêra Rio, obteve valores de acidez variando de 1,97 a 2,20 g ácido cítrico/100 mL, de 10,43 a 10,55 °Brix e *ratio* de 4,75 a 5,33, valores muito abaixo dos encontrados no presente estudo, os quais denotam suco de qualidade inferior, processado em extrator de pequeno porte e o suco acondicionado em embalagem de polietileno, avaliada em condições isotérmicas e não-isotérmicas de armazenamento em temperaturas entre 4 e 12°C por 72 horas.

Couto et al. (2010) avaliaram o conteúdo de ácido ascórbico de variedades cítricas. O suco obtido de forma manual apresentou para a variedade Valência 0,80 g ácido cítrico/100 mL, 10,7 °Brix de sólidos solúveis totais e *ratio* de 13,33, valores estes bastante próximos dos encontrados no presente estudo, e, para a variedade Pêra Rio foram de 1,14 g ácido cítrico/100 mL, 10,60 °Brix de sólidos solúveis totais e *ratio* de 9,37, valores esses diferentes dos determinados no presente estudo, devido à fatores edafoclimáticos, tais como safra, solo, quantidade de chuva na época da maturação do fruto e também a época da colheita.

5.2. Caracterização dos Sucos de Laranja Recém Processados

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises do conteúdo de hesperidina, limoneno, óleo essencial, pectina e viscosidade aparente dos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados. Esses resultados demonstram os ajustes operacionais da etapa de extração no sentido de maximizar os parâmetros de qualidade em detrimento do rendimento do processo.

Tabela 2. Média dos parâmetros físico-químicos nos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.

Parâmetro	Convencional	Baixo Teor de Polpa	Médio Teor de Polpa	Alto Teor de Polpa
Hesperidina (µg/mL de suco)	486	580	569	576
Limoneno (µg/mL de suco)	0,60	0,40	0,50	0,80
Óleo essencial (%)	0,017	0,018	0,018	0,015
Pectina Solúvel em água (µg/mL de suco)	195	227	195	220
Viscosidade Aparente (cp)	3,10	4,20	6,20	20

Com relação ao teor de hesperidina, o suco de laranja convencional apresentou o menor valor entre os diferentes tipos de suco. O suco com baixo teor de polpa apresentou maior concentração desse flavonóide entre todos os sucos com teor de 5800 µg/ mL de suco. Todos os valores encontrados então acima do relatado por Scalbert; Williamson, (2000), os quais determinaram a concentração de hesperidina em sucos de laranja industrial, encontrando valores médios de 120 µg/ mL de suco. Segundo Xu et al. (2008), as principais flavanonas glicosídicas presentes no suco de laranjas e tangerinas cultivadas na China foram a hesperidina e a narirutina, sendo que a naringina e a neohesperidina não foram detectadas. O teor de hesperidina nos sucos variou entre 304,46 a 533,64 µg/ mL de suco, valores estes similares aos encontrados no presente trabalho. No entanto, Sánchez-Moreno et al. (2003) encontraram para a variedade Valência um teor de hesperidina de 76,61 µg/ mL de suco, e, para a variedade Hamlin um valor superior deste flavonoide (287,38 µg/ mL de suco). Sendo que o controle deste flavonoide nas indústrias de extração de suco cítrico é muito importante, devido que o excesso deste pode prejudicar todo o processo, pois em

altas concentrações a hesperidina pode cristalizar e prejudicar o funcionamento de equipamentos, contribuindo para o aparecimento de defeitos e perda de rendimento (DARROS-BARBOSA, 2006).

A concentração de limoneno nos sucos de laranja produzidos variou de 0,40 a 0,80 ($\mu\text{g}/\text{mL}$ de suco), sendo que a maior concentração foi para o suco com alto teor de polpa. Esse composto é um dos principais fatores para o desenvolvimento de sabores que contribuem para o amargor em sucos cítricos, e, quando em alta concentração provoca a rejeição. Kimball (1999) cita que valores de limoneno acima de 30 $\mu\text{g}/\text{mL}$ no suco de laranja afetam negativamente o sabor do suco, portanto os valores encontrados no presente trabalho demonstram que o processamento foi adequado para a qualidade dos sucos processados quanto a esse aspecto.

A quantidade de óleo essencial encontrada nos sucos variou de 0,015 a 0,018 %, valores similares aos encontrados por Barboza, Freitas e Waszczyński (2003), os quais analisaram suco de laranja concentrado congelado e obtiveram valor de 0,015 % de óleo essencial. Silva et al. (1998) estudaram a concentração de suco de laranja por osmose reversa e encontraram valor de 0,0641 % de óleo essencial em suco de laranja recém extraído e de 0,0856 % em suco de laranja concentrado por osmose reversa à pressão de 40 bar, valores esses acima dos encontrados no presente trabalho. Segundo Darros-Barbosa (2006), o óleo essencial contido nas células de suco contém mais ésteres e menos aldeídos do que aquele contido na casca, conferindo ao primeiro característica acentuada do aroma da fruta. O autor afirma também que os compostos orgânicos contidos no óleo da casca proporcionam boa parte do aroma e sabor do suco oriundo da fruta, o qual, contudo, não tem influência direta no aroma e no sabor das secções do fruto que contêm as bolsas de suco, a menos que parte do óleo da casca seja transferida mecanicamente para o suco na etapa de extração. Imediatamente após a extração, o óleo essencial estará, portanto disperso no suco, rapidamente se associando a outros fatores, formando um complexo com a polpa, resultando em instabilidade da fração oleosa desses componentes e consequentes perdas do aroma de suco recém extraído. Por esta razão, os autores indicam a preferência por sucos com máximos de 0,02 a 0,03% de óleo essencial.

O teor de pectina nos sucos processados variou de 195 ($\mu\text{g}/\text{mL}$ de suco), para o suco convencional e suco com médio teor de polpa até 227 ($\mu\text{g}/\text{mL}$ de suco), para o

suco com baixo teor de polpa. Sabe-se que a pectina está presente em maior concentração no flavedo, albedo e membranas dos frutos cítricos, porém trabalhos que quantificam este polímero em sucos são escassos, sendo, em geral, mais voltados para a sua extração do sólido seco da laranja, para uso como ingrediente em outros produtos com finalidade de aumento da viscosidade em geleias, cremes, molhos para saladas e outros produtos (BRADDOCK, 1999).

Com relação a viscosidade aparente os valores variaram de 3,10 a 20 cp, sendo a maior viscosidade para o suco com alto teor de polpa, fato esperado devido à contribuição de compostos como a pectina e grande quantidade de material em suspensão para o aumento da viscosidade.

5.3. Avaliação Físico-química, Microbiológica e Enzimática dos Sucos de Laranja Recém Processados

Os resultados obtidos na avaliação das características físico-químicas do suco de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa, recém processados, estão apresentados na Tabela 3.

Todos os sucos apresentaram teor de ácido ascórbico em acordo com a legislação brasileira, que estabelece o limite mínimo de 25,0 mg de ácido ascórbico/100 g de suco (BRASIL, 2000). O ácido ascórbico variou de 35,79 a 39,34 mg/100 mL de suco, porém não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em todos os sucos avaliados. Em estudos realizados com suco de laranja recém extraído, por Nisida et al. (2002), Iha et al. (2000), são relatados teores de ácido ascórbico respectivamente de 41,0 mg/100 mL, 47,70 mg/100 mL, próximos aos obtidos neste trabalho. O teor de ácido ascórbico de 28,0 mg/100 mL relatado por Silva et al. (2007) foi inferior aos resultados obtidos para todos os diferentes tipos de suco processados neste trabalho.

A acidez total titulável variou de 0,61 g ácido cítrico/100 mL para o suco de laranja com baixo teor de polpa e suco com alto teor de polpa à 0,63 g ácido cítrico/100 mL para o suco pasteurizado convencional, com diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sucos avaliados, e, que podem ser consideradas relativamente baixas (Frata et al., 2006).

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos avaliados nos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.

Parâmetro	Convencional	Baixo Teor de Polpa	Médio Teor de Polpa	Alto Teor de Polpa
Acidez total titulável (g ácido cítrico /100 mL)	0,63 ^a ± 0,00	0,61 ^b ± 0,00	0,62 ^{ab} ± 0,01	0,61 ^b ± 0,00
Ácido ascórbico (mg/100 mL)	35,79 ^a ± 0,01	39,34 ^a ± 0,01	38,66 ^a ± 0,01	37,43 ^a ± 0,01
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,25 ^a ± 0,00			
pH	4,34 ^b ± 0,17	4,55 ^a ± 0,02	4,50 ^{ab} ± 0,00	4,34 ^{ab} ± 0,00
Polpa sedimentada (%)	8,60 ^c ± 0,00	8,80 ^c ± 0,00	11,10 ^b ± 0,00	13,20 ^a ± 0,17
Polpa flutuante (%)	0 ^c ± 0,00	0 ^c ± 0,00	3,68 ^b ± 0,30	9,30 ^a ± 0,27

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Com relação aos sólidos solúveis totais (°Brix), o valor foi de 12,25 °Brix para todos os sucos avaliados, resultando em valores de *ratio* variando de 19,75 a 20; os quais podem ser considerados relativamente elevados, denotando sucos relativamente pouco ácidos. O pH variou de 4,34 a 4,55 (Tabela 3), apresentando diferenças significativas entre os sucos, e, podendo ser indicativo de pH não limitante aos microrganismos tolerantes ao meio ácido. Valores de pH abaixo dos encontrados no presente estudo foram obtidos por Nisida et al. (2002), Sugai et al. (2002), Souza et al. (2004), sendo respectivamente de 3,80, 3,85 e 3,30.

O suco de laranja pasteurizado no modo convencional e os sucos com baixo, médio e alto teor de polpa pasteurizados de modo não convencional, apresentaram características físico-químicas de acordo com os limites estabelecidos na Instrução Normativa nº01, de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), cujos padrões de identidade e qualidade (PIQ), estabelecem que o suco de laranja pronto para beber deve apresentar *ratio* mínimo de 7,0 e teor de sólidos solúveis totais de no mínimo 10,5°Brix. O Codex Alimentarius (2005) estabeleceu como padrão para suco de laranja, sólidos solúveis totais entre 11,2 e 11,8°Brix.

A quantidade de polpa sedimentada variou de 8,60 a 13,20% apresentando diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sucos avaliados, valores na faixa do usual das indústrias de sucos cítricos, que é entorno de 12% (KIMBALL, 1999). A quantidade de

polpa flutuante variou de 0 a 9,30% também apresentando diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sucos avaliados.

Teixeira e Monteiro (2004) compararam as características físico-químicas (sólidos solúveis totais, acidez, *ratio*, pH e teor de ácido ascórbico) do suco de laranja Pêra-Rio fresco, pasteurizado (102°C/10 s) e suco reconstituído a partir do concentrado (71 °Brix). O suco fresco apresentou teor de sólidos solúveis totais de 10,9 °Brix. O suco pasteurizado e o concentrado que foi reconstituído com água destilada apresentaram teor de 11,7°Brix. Em outro estudo, Lima et al. (2000) avaliando a qualidade de sucos de laranja pasteurizados comerciais encontraram variação de 10 a 11 °Brix nas amostras. Frata et al. (2006) encontraram valores variando de 11,17 a 11,76 °Brix em amostras de suco de laranja integral, suco reconstituído e néctar de laranja comerciais. A acidez dos sucos variou de 0,70 a 0,81 g ácido cítrico/100 mL suco, o pH de 3,8 a 3,9 e o *ratio* variou de 14,5 a 15,6. A acidez e o teor de ácido ascórbico (74,8 a 81,9 mg de ácido ascórbico/100mL), foram maiores que os valores obtidos neste trabalho (Tabela 3).

Os resultados obtidos na avaliação microbiológica do suco de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa no tempo zero estão apresentados na Tabela 4. Pode-se observar que em todos os sucos, o tratamento térmico foi eficiente para garantir a segurança microbiológica do produto. Em quase todas as amostras processadas termicamente observou-se contagem de bolores e leveduras inferior a 10 UFC/mL, com exceção do suco com médio teor de polpa que apresentou contagem de 1×10^1 UFC/mL. A contagem de mesófilos aeróbios totais e a de coliformes a 45°C também foram inferiores a 10 UFC/mL. Houve ausência de *Escherichia coli*. e de *Salmonella* sp. em 25 mL de amostra. Desta forma, os tratamentos térmicos realizados foram eficientes na redução da carga microbiana e adequação as conformidades da legislação RDC nº 12 da Anvisa, que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para segurança dos alimentos (BRASIL, 2001), que determina uma contagem máxima de 10 NMP/mL para coliformes à 45°C e ausência da *Salmonella* sp. em 25 mL de amostra.

Os resultados para análise da atividade da enzima pectinesterase estão apresentados na Tabela 5. Os resultados demonstram que o tratamento térmico em todas as amostras reduziu a atividade da enzima pectinesterase, com diferenças

significativas entre os sucos. O suco convencional tratado a 94 °C por 15 segundos foi o que apresentou a menor atividade da enzima e estatisticamente igual a atividade enzimática do suco com alto teor de polpa, para o qual a polpa foi tratada em separado nas mesmas condições. Os valores da atividade enzimática foram estatisticamente similares para os três sucos com diferentes teores de polpa tratados em separado: polpa a 94°C por 15 segundos e suco livre de polpa a 80°C por 15 segundos.

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas dos diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.

Parâmetro	Convencional	Baixo Teor de Polpa	Médio Teor de Polpa	Alto Teor de Polpa
Coliformes fecais (UFC/mL)	≤10	≤10	≤10	≤10
<i>Salmonella sp</i> (+/-)	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> (confirmativo)	-	-	-	-
Bolores e leveduras (UFC/mL)	≤ 10	≤10	1 x10 ¹	≤10
Mesófilos aeróbios totais (UFC/mL)	≤10	≤10	≤10	≤10

UFC/mL – Unidade formadora de colônia por mililitro.

A atividade da PE indica a qualidade do tratamento térmico na medida em que esta enzima apresenta maior resistência térmica do que os demais microrganismos presentes neste tipo de suco. Se esta enzima não for inativada a turbidez característica do suco laranja será prejudicada, devido esta enzima atuar na desmetoxilação da pectina, polímero que mantém esse atributo de qualidade no suco (BRADDOCK, 1999).

Tabela 3. Atividade da Enzima Pectinesterase (PE) para os diferentes tipos de sucos de laranja recém processados.

	Convencional	Baixo Teor de Polpa	Médio Teor de Polpa	Alto Teor de Polpa
Atividade da PE (nanokatal/mL)	0,024 ^b ± 0,010	0,073 ^a ± 0,018	0,079 ^a ± 0,010	0,055 ^{ab} ± 0,000

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente para o teste de Tukey (p≤0,05).

Torres et al. (2008) estudaram a melhoria da intensidade do sabor da tangerina clementina através da pasteurização do suco e da polpa separados por centrifugação a

10.000 rpm, para os quais foram obtidas atividade enzimática de 0,008 nanokatal/mL para a fração do suco pasteurizado a 60°C/15 s e 0,065 nanokatal/mL para a fração da polpa pasteurizada a 85°C/15 s, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Sentandreu et al. (2005) estudaram a inativação da enzima pectinesterase nos sucos das variedades de laranja (*Citrus sinensis*) Salustina e Lane late, das variedades da tangerina clementina (*Citrus reticulata*), Marisol, Clemenules e Hernandina, além do híbrido Ortanique (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*) sob diferentes condições de tratamento térmico (70 à 95°C). Os autores observaram que os sucos das variedades Lane Late, Salustiana, Clemenules e o híbrido Ortanique pasteurizados em temperaturas na faixa de 90-94°C/20s não apresentaram atividade residual da pectinesterase.

5.4. Estabilidade Físico Química dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração

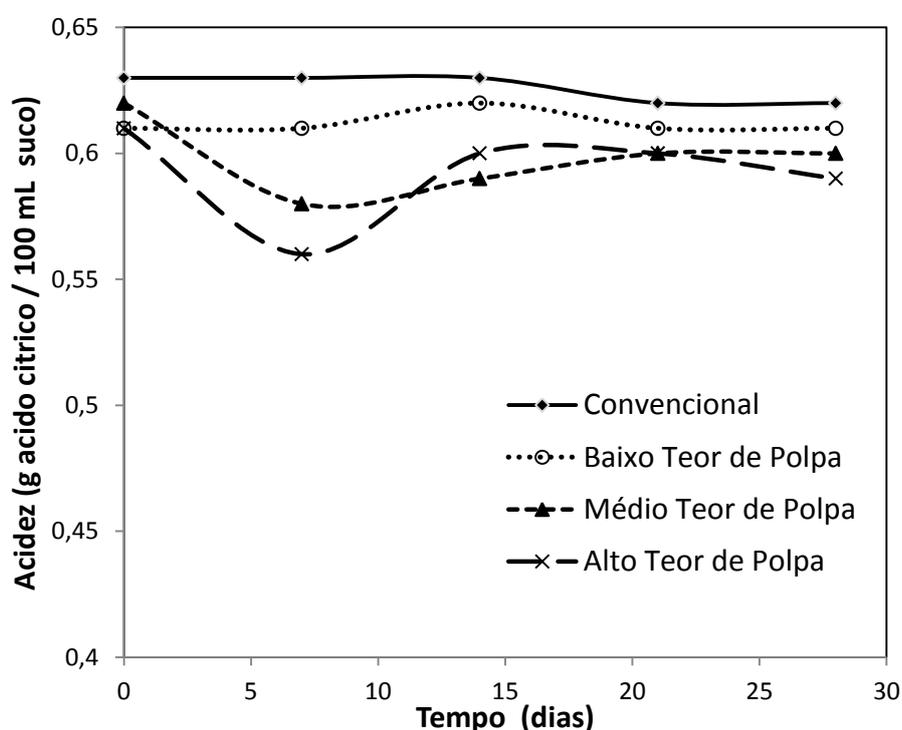
Os resultados obtidos da avaliação físico química dos diferentes tipos de suco de laranja produzidos mantidos sob refrigeração ao longo do período de estocagem de 28 dias estão apresentados na Tabela 6.

5.4.1. Acidez Total Titulável

Na Figura 8 são apresentadas as variações da acidez total titulável dos diferentes tipos de sucos durante o período de estocagem sob refrigeração, na qual pode-se constatar a estabilidade dos sucos quanto a este parâmetro. A acidez total titulável nos primeiros 7 dias de estocagem variou de 0,56 a 0,63 g ácido cítrico/100 mL suco e pode-se observar que apenas os sucos com polpa adicionada apresentaram queda da acidez. Neste período de tempo foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) do suco com alto teor de polpa em comparação aos demais, com exceção do suco com médio teor de polpa. Na segunda semana de estocagem pode-se observar pequeno aumento da acidez para todas as amostras, com variação de 0,59 a 0,63 g ácido cítrico/100 mL suco, sendo o suco convencional o mais ácido.

Após a terceira semana de avaliação observou-se pouca variação para a acidez total titulável dos diferentes tipos de suco, não apresentando diferenças significativas ($p > 0,05$). No final do período, aos 28 dias de estocagem a acidez total titulável variou entre 0,59 a 0,63 g ácido cítrico/100 mL suco, com diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sucos.

Figura 8. Variação da acidez total titulável dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.



5.4.2. Ácido Ascórbico (Vitamina C)

O teor de ácido ascórbico no suco convencional variou bastante durante as quatro semanas de estudo, mesmo o suco sendo mantido em ambiente refrigerado e sem luz, houve degradação (Tabela 6). Observa-se que o teor de ácido ascórbico decresce ao longo do período de estocagem, atingindo perda de 42,74% do teor inicial no suco. Os resultados do presente estudo revelaram que mesmo com a degradação, o suco ainda continha uma quantidade razoável deste composto, e para se atingir a ingestão diária recomendada (IDR) de ácido ascórbico para adultos que é de 45 mg

(BRASIL, 2005), um copo de 250 mL do suco, consumido a qualquer dos tempos de estocagem dos experimentos, seria suficiente para se atingir esse valor.

Observa-se que a quantidade de ácido ascórbico no suco de baixo teor de polpa sofreu um decréscimo de 38,53% em quatro semanas (Figura 9). Contudo, destaca-se que o teor de ácido ascórbico no suco com baixo teor de polpa, submetido ao tratamento térmico mais brando (80°C/ 15s) e que possui a menor quantidade de polpa que sofreu tratamento térmico convencional (94°C/15s), foi o maior entre todos os sucos produzidos, demonstrando que o tratamento térmico influencia na degradação de ácido ascórbico presente no suco. Segundo Teixeira e Monteiro (2006), em uma revisão sobre esse assunto, relatam que diversos estudos demonstram que quanto maior a temperatura do tratamento térmico em sucos de frutas maior a degradação do ácido ascórbico. Os valores variaram de 39,34 para 24,18 mg de ácido ascórbico/100mL de suco para o suco com baixo teor de polpa ao longo do período de estocagem.

O teor de ácido ascórbico do suco com médio teor de polpa foi reduzido em 41,49%, demonstrando que mesmo em um ambiente refrigerado e protegido de luz não foi possível manter o teor deste composto. O conteúdo de ácido ascórbico variou de 38,68 para 22,33 mg de ácido ascórbico/100mL de suco ao longo do período de estocagem.

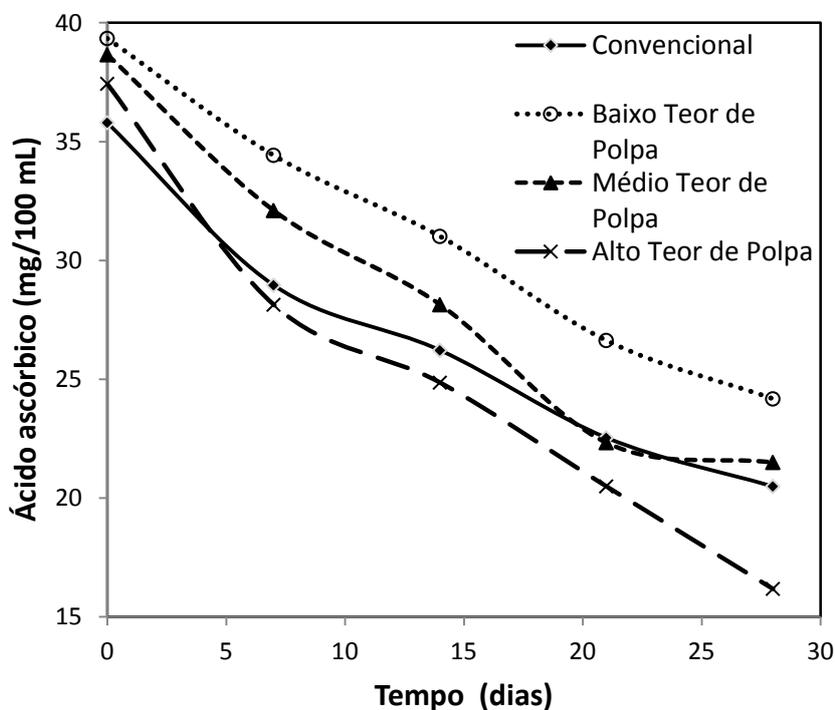
O suco com alto teor de polpa durante o tempo de estocagem se mostrou comportamento bastante semelhante aos demais sucos com relação do teor de ácido ascórbico, porém com redução maior que os dos outros sucos (56,77%). O teor de ácido ascórbico variou de 37,43 para 16,18 mg de ácido ascórbico/100mL de suco ao longo do período de estocagem.

Tabela 4. Médias e desvios padrão (entre parênteses) dos parâmetros físico-químicos dos sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa ao longo do tempo de estocagem sob refrigeração.

Atributo	0 Dias				7 Dias				14 Dias				21 Dias				28 Dias			
	Suco				Suco				Suco				Suco				Suco			
	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A
Acidez total titulável (g ácido cítrico/100 mL)	0,63 ^a (0,00)	0,61 ^b (0,00)	0,62 ^{ab} (0,01)	0,61 ^b (0,00)	0,63 ^a (0,00)	0,61 ^a (0,00)	0,58 ^{ab} (0,00)	0,56 ^b (0,00)	0,63 ^a (0,00)	0,62 ^{ab} (0,00)	0,59 ^b (0,01)	0,60 ^b (0,00)	0,62 ^a (0,00)	0,61 ^a (0,00)	0,60 ^a (0,01)	0,60 ^a (0,00)	0,62 ^a (0,30)	0,61 ^{ab} (0,14)	0,60 ^{bc} (0,25)	0,59 ^c (0,18)
Ácido ascórbico (mg/100 mL)	35,79 ^a (0,01)	39,34 ^a (0,01)	38,66 ^a (0,01)	37,43 ^a (0,01)	28,96 ^b (0,60)	34,42 ^a (0,50)	32,10 ^a (0,25)	28,14 ^b (0,30)	26,22 ^{bc} (0,20)	31,01 ^a (0,15)	28,14 ^{ab} (0,20)	24,86 ^c (0,12)	22,54 ^{ab} (0,10)	26,63 ^a (0,10)	22,33 ^{ab} (0,25)	20,49 ^b (0,10)	20,49 ^b (0,10)	24,18 ^a (0,10)	21,50 ^{ab} (0,25)	16,18 ^c (0,10)
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,25 ^a (0,00)	12,00 ^a (0,00)	11,87 ^b (0,17)	12,00 ^a (0,02)	11,87 ^b (0,17)	11,87 ^a (0,00)	11,75 ^a (0,03)	11,87 ^a (0,01)	11,87 ^a (0,07)	11,75 ^a (0,00)	11,75 ^a (0,00)	11,75 ^a (0,01)	11,75 ^a (0,00)							
pH	4,34 ^b (0,17)	4,55 ^a (0,02)	4,50 ^{ab} (0,00)	4,34 ^{ab} (0,00)	4,34 ^b (0,17)	4,39 ^a (0,02)	4,37 ^{ab} (0,00)	4,26 ^{ab} (0,00)	4,28 ^a (0,17)	4,35 ^a (0,02)	4,32 ^a (0,00)	4,26 ^a (0,00)	4,29 ^a (0,02)	4,33 ^a (0,05)	4,24 ^a (0,01)	4,28 ^a (0,00)	4,27 ^b (0,02)	4,32 ^a (0,03)	4,24 ^b (0,01)	4,21 ^b (0,01)
Polpa sedimentada (%)	8,60 ^c (0,00)	8,80 ^c (0,00)	11,10 ^b (0,00)	13,20 ^a (0,17)	8,80 ^c (0,00)	10,80 ^c (0,00)	14,76 ^b (0,25)	17,33 ^a (0,30)	8,80 ^c (0,00)	10,80 ^{bc} (0,00)	13,30 ^{ab} (0,25)	15,13 ^a (0,30)	8,76 ^d (0,02)	10,70 ^c (0,00)	13,20 ^b (0,15)	15,33 ^a (0,10)	10,00 ^b (0,20)	10,36 ^b (0,40)	11,06 ^b (0,15)	14,76 ^a (0,30)
Polpa Flutuante (%)	0,00 ^c (0,00)	0,00 ^c (0,00)	3,68 ^b (0,45)	9,30 ^a (0,27)	0,00 ^c (0,00)	0,00 ^c (0,00)	3,5 ^b (0,14)	11,17 ^a (0,14)	0,00 ^c (0,00)	0,00 ^c (0,00)	4,25 ^b (0,91)	11,10 ^a (0,18)	0,00 ^c (0,00)	0,00 ^c (0,00)	3,70 ^b (0,28)	8,55 ^a (0,35)	0,00 ^c (0,00)	0,00 ^c (0,00)	3,50 ^b (0,00)	7,90 ^a (0,14)

Diferentes tipos de suco: Convencional (C), Baixo Teor de polpa (B), Médio Teor de Polpa (M) e Alto Teor de Polpa (A). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha e no mesmo tempo de estocagem diferem significativamente para o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 9. Variação do teor de ácido ascórbico dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração



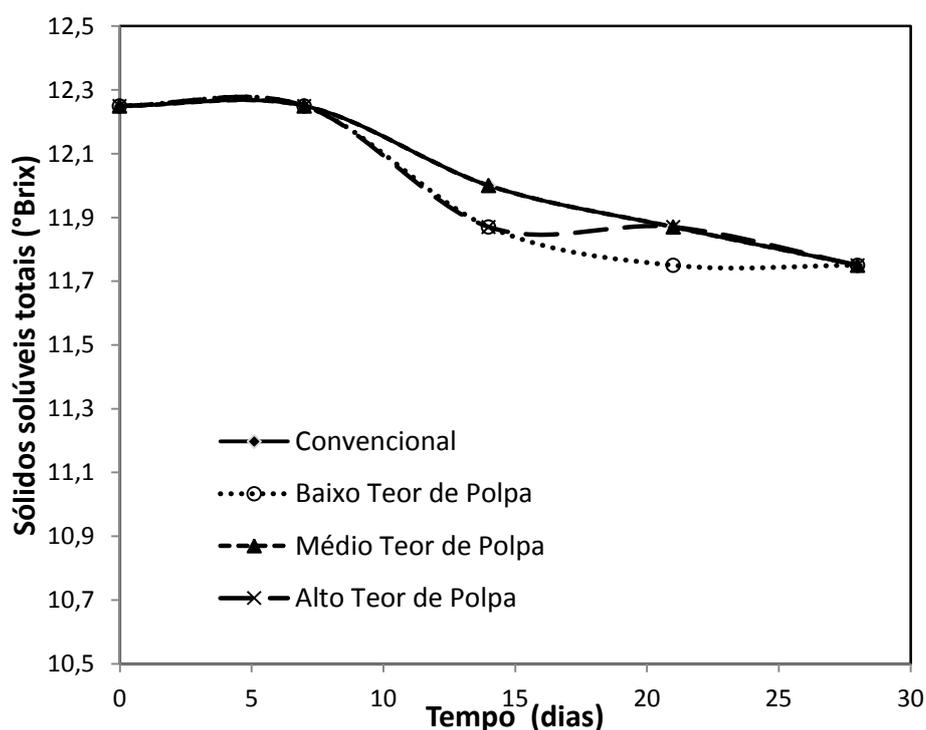
Raimundo et al. (2007) estudaram o efeito da luz no armazenamento do suco de laranja pasteurizado e obtiveram valores de ácido ascórbico para o suco pasteurizado sem influência de luz, próximos aos valores obtidos no presente estudo. Os autores obtiveram no início da estocagem valor de 27,31 mg ácido ascórbico/100 g suco, valor abaixo de todos os sucos produzidos na presente investigação. Ao longo do tempo de estocagem foram obtidos 16,38 mg ácido ascórbico/100 g suco em 15 dias, 12,38 mg ácido ascórbico/100 g suco em 30 dias, valores abaixo de todos os obtidos no presente estudo durante a estocagem para os diferentes tipos de suco.

5.4.3. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O conteúdo de sólidos solúveis totais para os diferentes tipos de sucos apresentou-se praticamente constante durante o período de estocagem, entre 11,75 a 12,25°Brix (Figura 10), como esperado. O ligeiro decréscimo observado em todos os sucos pode ser explicado pelo pequeno aumento do desenvolvimento de microrganismos presentes no suco após 14 dias de estocagem (Tabela 7), os quais

podem metabolizar os carboidratos presentes (Tabela 6). Contudo, os valores obtidos estão de acordo com aqueles estabelecidos pela legislação Brasileira para suco de laranja (BRASIL, 2000), que estabelece o teor mínimo de 10,5°Brix para suco de laranja.

Figura 10. Variação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.



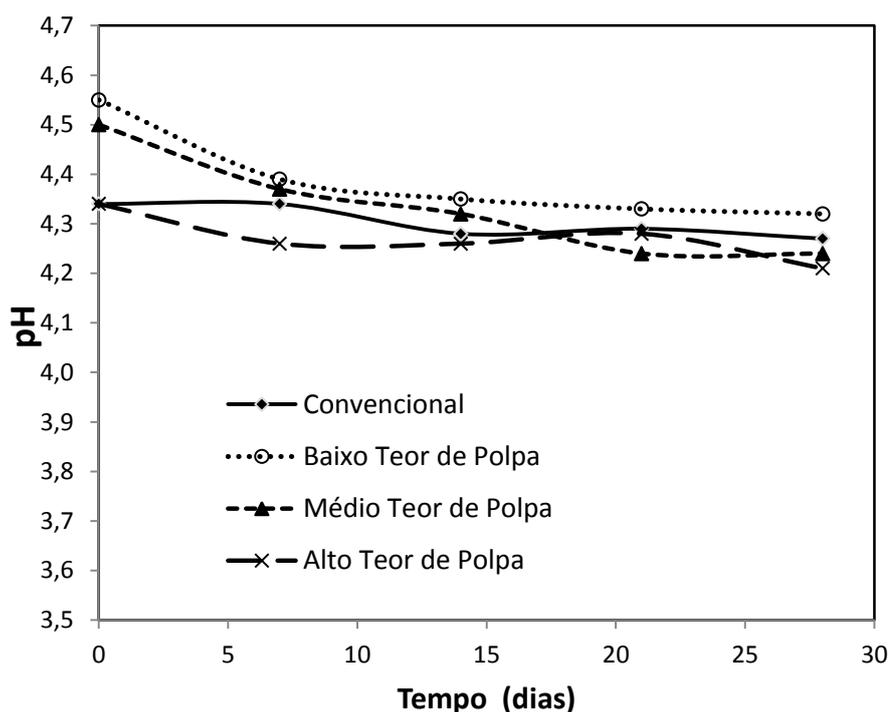
5.4.4. pH

O pH dos diferentes tipos de sucos manteve-se praticamente inalterado durante o período de estocagem com pequenas variações entre 4,21 a 4,55 (Figura 11). Pode-se observar ao final do período de estocagem que os sucos com polpa foram os que apresentaram pH mais baixos.

Silva et al. (2005) obtiveram pH variando entre 3,51 e 4,02, em amostras de suco de laranja pronto para o consumo, medido após a abertura das embalagens. Sugai et al. (2002), ao determinar os parâmetros físico-químicos de suco de laranja

Pêra pasteurizado, obtiveram pH de 3,78; diferente do obtido neste trabalho, que pode ser explicado por vários fatores como a variedade das frutas, época da colheita dos frutos, solo e fatores edafoclimáticos.

Figura 11. Variação do pH dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.

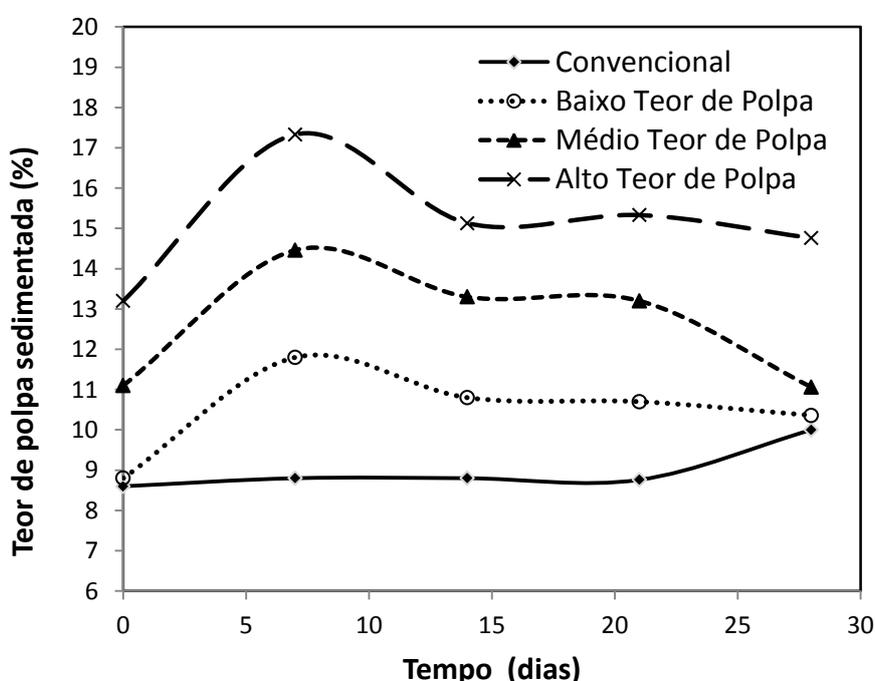


5.4.5. Polpa Sedimentada

No suco de laranja convencional, a quantidade de polpa sedimentada aumentou somente no final do período de estocagem, apresentando valores de 8,60 a 10% (Figura 12). Apesar do pequeno aumento, o teor de polpa do suco permaneceu abaixo de 12%, faixa usual para a produção de suco de laranja em escala industrial (KIMBALL, 1999). O suco com baixo teor de polpa apresentou um ligeiro aumento na concentração de polpa sedimentada nos primeiros sete dias de estocagem, mantendo-se praticamente estável após esse período, variando de 8,80 a 10,36%.

O suco de laranja com médio teor de polpa apresentou grande variação na quantidade de polpa sedimentada, ao longo do período de estocagem (11,06 a 14,76%). O suco com alto teor de polpa foi o que apresentou a maior variação do teor de polpa sedimentada (13,20 a 17,33%). Nesse caso, o excesso de polpa pode ter influenciado no aumento da porcentagem de polpa sedimentada, provavelmente devido a incapacidade do suco em manter a polpa em suspensão.

Figura 12. Variação do teor de polpa sedimentada dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.

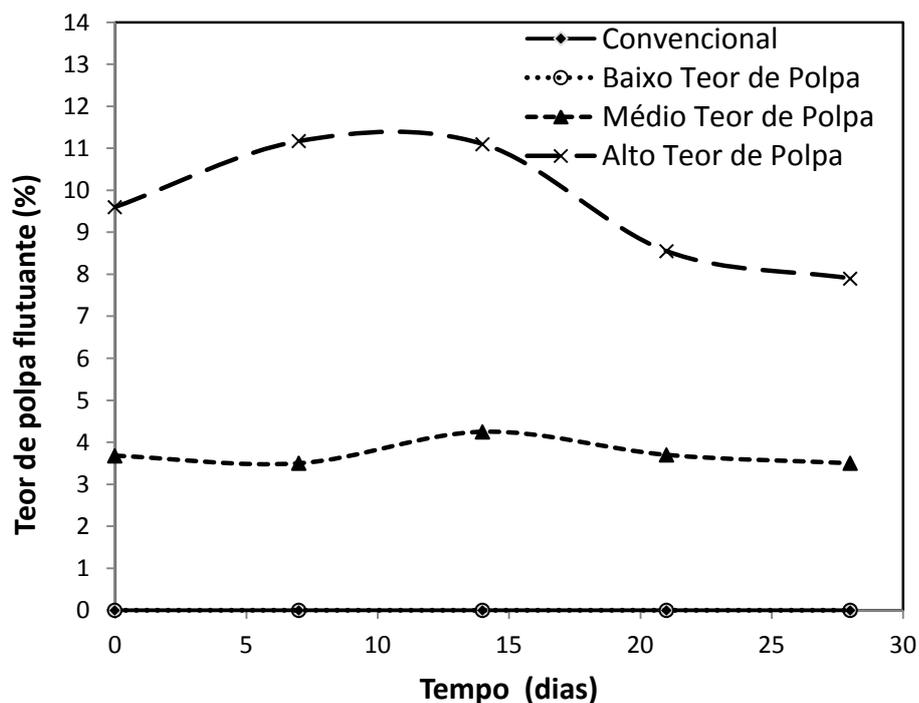


5.4.6. Polpa Flutuante

Com relação ao teor de polpa flutuante, os sucos de laranja convencional e com baixo teor de polpa, não apresentaram polpa flutuante em quantidade suficiente para serem considerados (Tabela 6 e Figura 13). O suco com médio teor de polpa durante o período de estocagem manteve praticamente constante o teor de polpa flutuante, tendo variado de 3,5 a 4,25%. O suco com alto teor de polpa apresentou maior variação no teor de polpa flutuante ao longo do período de estocagem (7,9 a 11,17 %).

Pode-se observar que após a primeira semana de estocagem, o teor de polpa aumentou e se manteve por mais uma semana no mesmo patamar, seguido por pequena redução nas semanas seguintes.

Figura 13. Variação do teor de polpa flutuante dos diferentes tipos de sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa, durante o período de estocagem sob refrigeração.



5.5. Estabilidade Microbiológica dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração

Na Tabela 7 são apresentados os resultados das análises microbiológicas dos sucos de laranja convencional e sucos com diferentes teores de polpa ao longo do período de armazenamento sob refrigeração. Pode-se observar que em todas as amostras processadas termicamente a contagem de coliformes a 45°C foi inferior a 10 UFC/mL até a terceira semana de estocagem e que houve ausência de *Salmonella* sp. e *E. coli* em 25 mL de amostra, por todo o período de estocagem. Esses resultados demonstram que os tratamentos térmicos realizados foram eficientes na redução da carga microbiana e adequação as conformidades da legislação RDC nº 12 da ANVISA

(BRASIL, 2001), a qual estabelece que os padrões microbiológicos sanitários para segurança dos alimentos devem apresentar contagem máxima de 10 NMP/mL para Coliformes à 45°C e ausência da *Salmonella* sp. em 25 mL de amostra.

Contudo, na última análise realizada pode-se observar que a contagem de coliformes a 45°C foi superior a 10 UFC/mL em todas as amostras de sucos, o que os tornam impróprios para o consumo.

Apesar da ANVISA não especificar a quantidade tolerável de bolores e leveduras e da contagem de mesófilos totais neste tipo de produto, o suco de laranja pasteurizado e refrigerado foi considerado impróprio para o consumo quando a contagem de mesófilos totais alcançava níveis acima de 10^4 UFC/mL (TOCCHINI et al.,1995; RAIMUNDO et al.,2007).

Com relação à contagem de bolores e leveduras e contagem de mesófilos totais podem-se constatar diferenças entre os sucos. Após os primeiros 14 dias de estocagem, os sucos com médio e alto teor de polpa apresentaram um aumento na contagem de microrganismos, porém em níveis aceitáveis para o consumo, enquanto o suco convencional e com baixo teor de polpa apresentaram contagem inferior no mesmo período.

Após a terceira semana de estocagem, os sucos com médio e alto teor de polpa apresentaram contagem acima de 10^4 UFC/mL de mesófilos totais e acima de 10^3 UFC/mL para fungos e leveduras, determinando o final dos experimentos relacionados à avaliação sensorial.

Uma hipótese que pode ser levantada para o aumento da quantidade de microrganismos em todos os sucos, foi a faixa de pH em que os sucos se encontravam que foi de 4,34 a 4,55, podendo ser indicativo de pH não limitante aos microrganismos tolerantes ao meio ácido e demonstrando que no processamento é necessário uma melhor adequação e controle na mistura (*blend*) de lotes de laranjas, de acordo com a relação Brix/Acidez (*ratio*), para se produzir suco com pH mais baixo, garantindo uma barreira maior para o desenvolvimentos desses microrganismos.

Tabela 5. Resultados das análises microbiológicas dos diferentes tipos de suco de laranja ao longo do período de estocagem sob refrigeração.

Parâmetro	Tempo de Estocagem																							
	0 Dias				7 Dias				14 Dias				21 Dias				28 Dias							
	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A				
Coliformes fecais (UFC/mL)	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10	1 x10 ¹	1 x10 ¹	3 x10 ³	2 x10 ³
Salmonella sp (+/-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. coli (confirmativo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolores e leveduras (UFC/mL)	≤ 10	≤10	1 x10 ¹	≤10	≤10	≤10	4,5 x10 ¹	≤10	1,5 x10 ¹	≤10	6 x10 ²	2 x10 ²	2 x10 ²	6 x10	1,5 x10 ³	1 x10 ³	1,7 x10 ³	7,4 x10 ⁴	2 x10 ⁴	2,4 x10 ⁴				
Contagem Total (UFC/mL)	≤10	≤10	≤10	≤10	2,5 x10 ¹	≤10	2 x10 ²	6 x10 ¹	2 x10 ²	1 x10 ²	2 x10 ³	4 x10 ²	1 x10 ¹	9 x10 ²	2 x10 ⁴	2 x10 ⁵	1 x10 ³	1 x10 ²	1,2 x10 ⁵	1 x10 ⁵				

UFC/mL – Unidade formadora de colônia por mililitro. Diferentes tipos de sucos de laranja: Convencional (C), Baixo Teor de polpa (B), Médio Teor de Polpa (M) e Alto Teor de Polpa (A).

5.6. Atividade da Enzima Pectinesterase dos Diferentes Tipos de Sucos de Laranja Durante a Estocagem Sob Refrigeração

Os resultados das análises da atividade da enzima pectinesterase nos diferentes tipos de sucos de laranja ao longo do período de estocagem são apresentados na Tabela 8 e Figura 14. Pode-se observar que a atividade da enzima pectinesterase na primeira semana de estocagem aumentou em relação ao tempo zero em todos os sucos analisados, sendo o suco convencional foi o que apresentou diferença em relação aos outros sucos. Na segunda semana de avaliação os sucos não apresentaram um aumento da atividade da enzima, sendo que o suco convencional novamente apresentou diferença em relação aos outros sucos. Aos 21 dias de estocagem podemos observar que apenas o suco com tratamento térmico convencional foi o que não apresentou um aumento na atividade da pectinesterase, contudo na última semana de avaliação todos os sucos apresentaram atividade enzimática maior que a inicial. Ocorreu diferença significativa nos valores apresentados das atividades enzimáticas entre os sucos ($p \leq 0,05$).

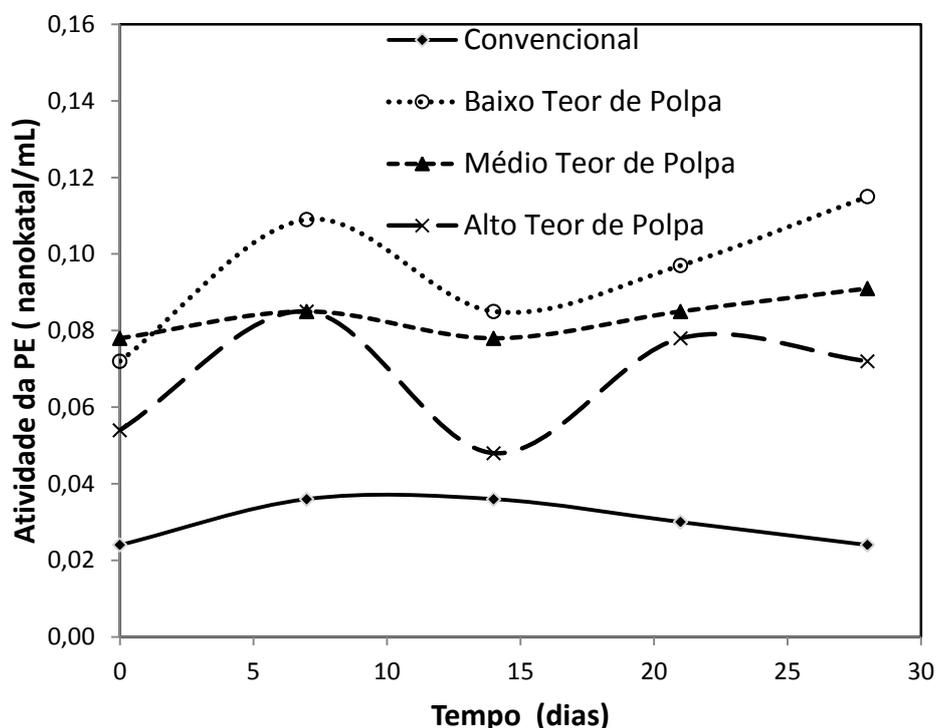
Tabela 6. Atividade da pectinesterase (nanokatal/mL) nos diferentes tipos de sucos de laranja ao longo do período de estocagem sob refrigeração.

Tempo de estocagem	Convencional	Baixo Teor de Polpa	Médio Teor de Polpa	Alto Teor de Polpa
Tempo Zero	0,024 ^b ± 0,010	0,073 ^a ± 0,018	0,079 ^a ± 0,010	0,055 ^{ab} ± 0,000
7 dias	0,036 ^b ± 0,000	0,109 ^a ± 0,000	0,085 ^a ± 0,028	0,085 ^a ± 0,010
14 dias	0,036 ^b ± 0,000	0,085 ^a ± 0,010	0,079 ^a ± 0,010	0,048 ^b ± 0,010
21 dias	0,030 ^b ± 0,010	0,097 ^a ± 0,010	0,085 ^a ± 0,010	0,079 ^a ± 0,017
28 dias	0,024 ^c ± 0,010	0,115 ^a ± 0,010	0,091 ^b ± 0,000	0,073 ^b ± 0,000

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na mesma linha não diferem significativamente para o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O suco convencional foi o que apresentou as menores atividades da enzima durante todo o tempo de estocagem, variando de 0,024 a 0,036 nanokatal/mL.

Figura 14. Comportamento dos diferentes tipos de suco de laranja com relação à atividade da enzima pectinesterase durante a estocagem sob refrigeração



Collet et al. (2005) estudaram a inativação térmica da pectinesterase no suco de laranja pasteurizado nas temperaturas de 82,5°C, 85°C e 87,5°C e observaram que o aumento do tempo de retenção no processo de pasteurização não promoveu um aumento significativo na inativação da enzima.

Sampedro et al. (2008) sugere que para a inativação térmica completa da pectinesterase em bebida mista de suco de laranja e leite é necessário um tratamento térmico de 90°C por 1 minuto.

O suco com baixo teor de polpa, submetido ao tratamento térmico mais brando (80°C/15 s), apresentou variação na atividade da enzima pectinesterase com o tempo de estocagem, com valores de 0,073 a 0,115 nanokatal/mL. Pode-se observar para este suco que a atividade enzimática atingiu os maiores valores na primeira e na última semana (Figura 14).

Carbonell et al. (2011) estudaram a inativação térmica da pectinesterase no suco de laranja pasteurizado com baixo teor de polpa (centrifugado à 10.000 rpm), na polpa e na mistura dos dois. O suco sem polpa sofreu um tratamento térmico á

65°C/15 segundos e apresentou atividade enzimática de 0,15 nanokatal/mL, similar ao encontrado no presente estudo.

Torres et al. (2008) estudaram a melhoria da intensidade do sabor da tangerina Clementina através da pasteurização do suco e da polpa separados por centrifugação a 10.000 rpm, tendo constatado atividade enzimática de 0,008 nanokatal/mL para a fração do suco pasteurizado a 60°C/15s e uma atividade enzimática de 0,065 nanokatal/mL para a fração da polpa pasteurizada a 85°C/15s.

O suco com médio teor de polpa apesar de ter apresentado um valor de atividade da enzima pectinesterase relativamente maior que a do suco convencional e do que a do suco com alto teor de polpa, apresentou um comportamento relativamente estável durante o período de estocagem, com valores variando entre 0,079 a 0,091 nanokatal/mL. Esses valores estão um pouco acima dos encontrados por Carbonell et al. (2011), que foi de 0,014 nanokatal/mL para o suco composto da mistura do suco tratado a 60°C/15 s e a fração de polpa tratada a 85°C/15s. Essas diferenças podem ser explicadas pela variedade de laranja utilizada e no modo de extração do suco.

Com relação ao comportamento do suco com alto teor de polpa, pode-se verificar que este foi o suco que mais apresentou variações durante o período de estocagem, não apresentando estabilidade quanto a atividade da PE, com variações de 0,048 a 0,085 nanokatal/mL. Vários autores (CARBONELL et al., 2006; 2011; TORRES et al., 2008) confirmaram que a polpa do frutos cítricos apresenta a maior atividade da enzima pectinesterase. Portanto, o suco que apresenta quantidade maior de polpa, ainda que tenha sido submetida a tratamento térmico mais severo de 94°C/15s, o “excesso” de polpa contribuiu para a maior variação na atividade da enzima.

Contudo, mesmo com as variações obtidas, quando comparados com valores de sucos *in natura*, pode-se observar que em todos os sucos tratados termicamente, a atividade da enzima pectinesterase foi praticamente nula. Carbonell et al. (2011) obteve 1,30 nanokatal/mL para o suco de laranja recém extraído, enquanto Torres et al. (2008), estudando o suco de tangerina *in natura*, obteve 0,885 nanokatal/mL. Destaca-se ainda o fato de que esses valores podem variar com a variedade e com a espécie do fruto cítrico. Carbonell et al. (2006), determinou a atividade enzimática para diferentes variedades de tangerina, laranjas e híbridos, tendo obtido uma grande

diversidade de valores da atividade da enzima pectinesterase de 0,5 até 1,19 nanokatal/mL para sucos frescos.

Portanto, os resultados encontrados para a atividade da enzima pectinesterase dos diferentes sucos evidenciaram valores extremamente baixos, demonstrando a eficiência dos tratamentos para garantir a estabilidade ao longo do período de estocagem investigado.

5.7. Avaliação Sensorial

5.7.1. Perfil dos consumidores

Os resultados apresentados na Figura 15 mostram que, dentre os 69 consumidores que participaram dos testes de aceitação em todo o período de estocagem, 65% eram do sexo feminino e 35 % do sexo masculino. Dos participantes, 51% tinham idade entre 18 e 25 anos, 39% entre 26 e 35 anos, 3% entre 36 e 45 anos e 7% entre 46 e 55 anos.

Quanto à escolaridade, 43% eram de estudantes de graduação, 44% de estudantes de pós-graduação, 7% de funcionários e 6% de professores do IBILCE/UNESP. Dos participantes, 50% possuíam formação em nível de pós-graduação completa ou incompleta, 8% formação superior completa, 41% formação superior incompleta, 1% formação em ensino médio (Figura 15).

Na avaliação de quanto os consumidores gostavam ou desgostavam de suco de laranja, 49% relataram gostar muitíssimo de suco de laranja, 40% relataram gostar muito de suco de laranja, 10% declararam gostar moderadamente e apenas 1% dos consumidores gostam ligeiramente de suco de laranja (Figura 16).

Com relação à frequência de consumo, 56% dos consumidores declararam consumir suco de laranja pelo menos uma vez por semana, 27% consumir duas vezes por semana, 16% consumir três vezes por semana ou mais e apenas 1% afirmou que consome uma vez a cada quinze dias (Figura 17).

Figura 15. Características demográficas dos consumidores recrutados para participar dos testes sensoriais (n = 69), expressa em percentagem.

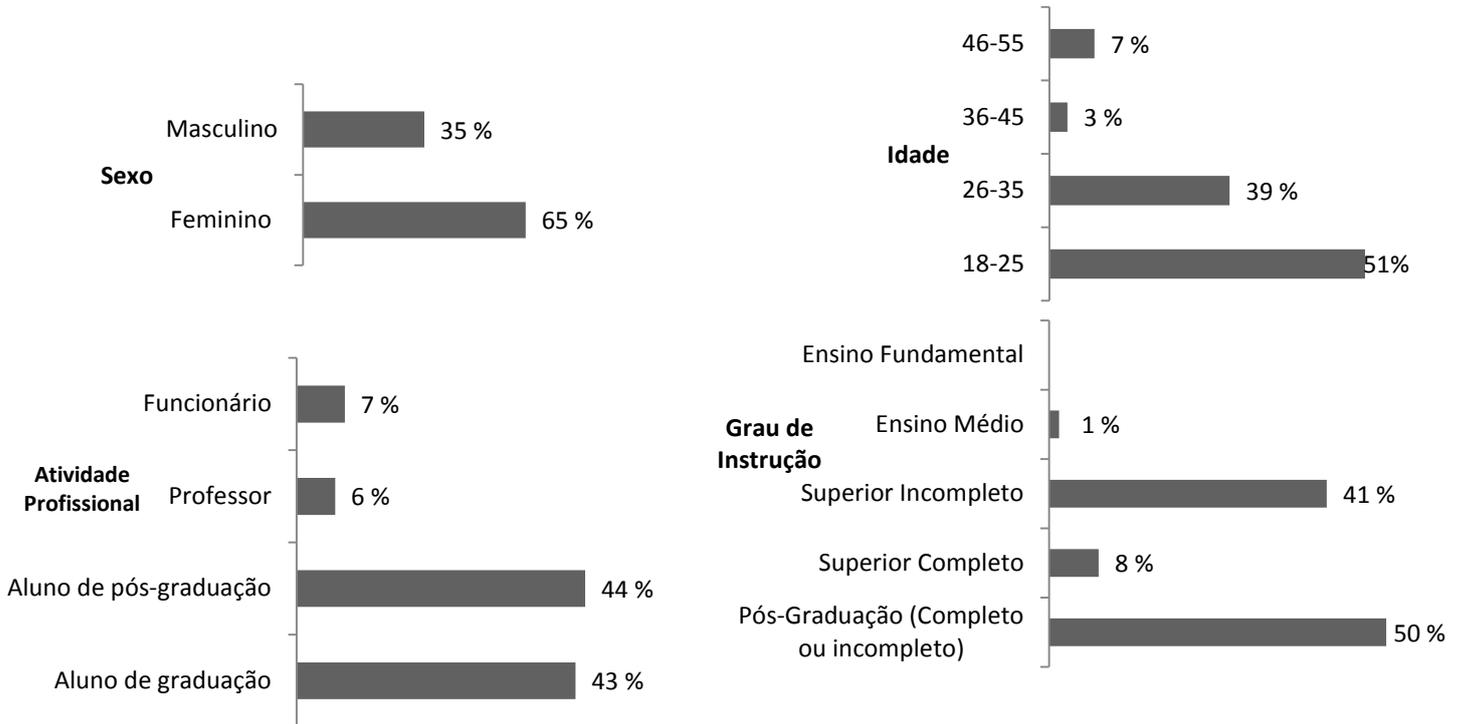


Figura 16. Distribuição da frequência de respostas atribuídas a gostar de suco de laranja.

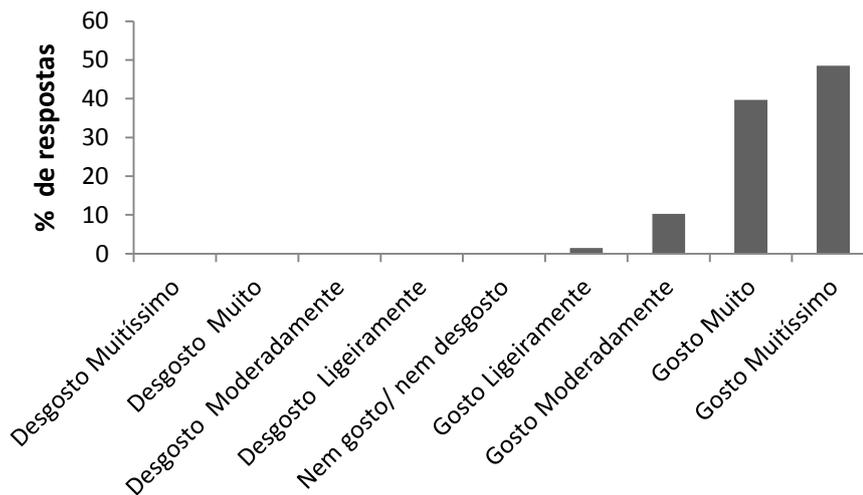
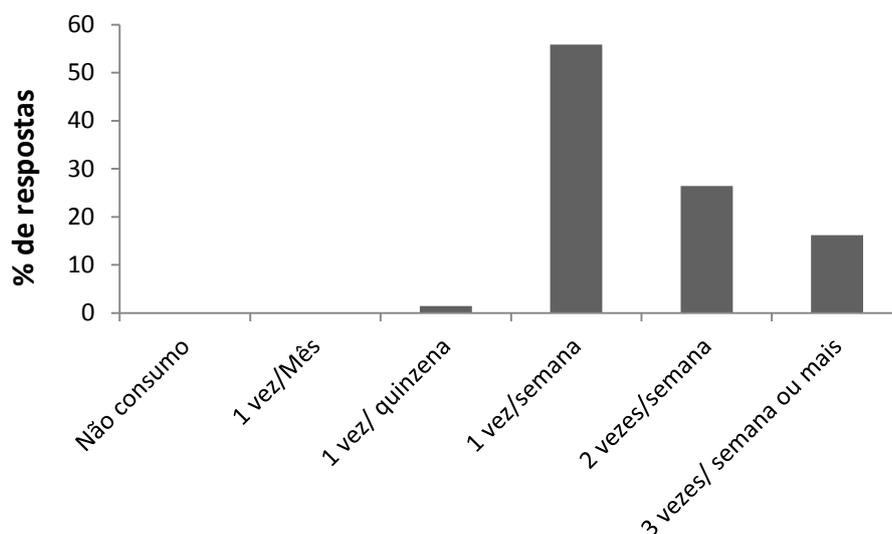


Figura 17. Distribuição da frequência de consumo de suco de laranja.

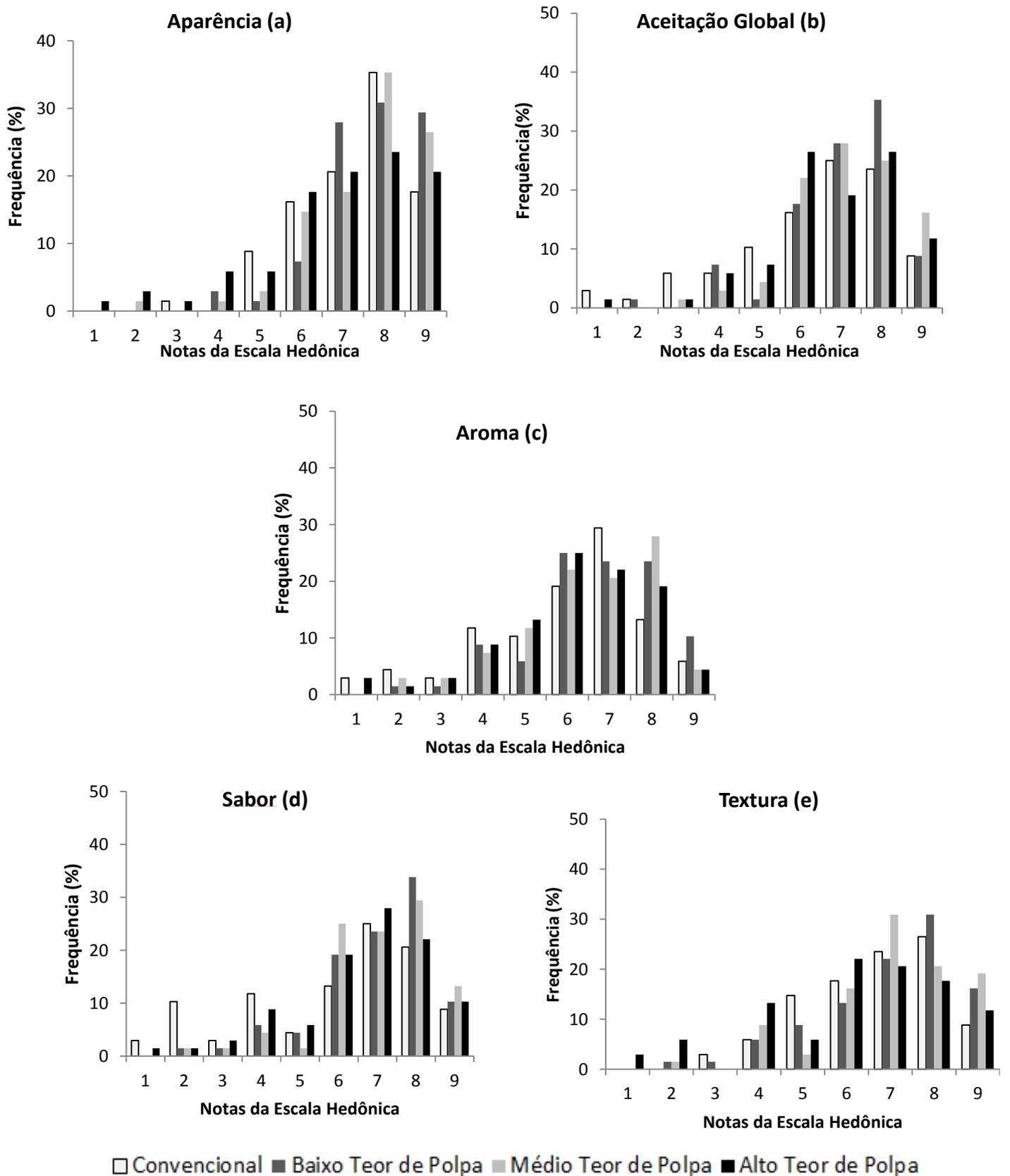


5.7.2. Avaliação Sensorial dos Sucos de Laranja Recém Processados

Para o tempo zero de estocagem, os diferentes tipos de sucos de laranja apresentaram médias entre as notas 6 e 8, correspondente aos termos “gosto ligeiramente” e “gosto moderadamente”, respectivamente, para todos os atributos avaliados (Tabela 9). Observa-se que em quase todos os atributos avaliados houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os diferentes tipos de sucos de laranja, sendo o atributo aroma o único que não apresentou diferença significativa.

A distribuição da frequência das notas de aceitação atribuída pelos consumidores aos atributos aparência, aceitação global, aroma, sabor e textura permitiu verificar algumas diferenças entre os sucos de laranja recém processados (Figura 18 a a e). A maior parte das notas foi entre 6 a 9, ou seja, a maioria dos consumidores gostou “ligeiramente” a “muitíssimo” da aparência de todos os sucos de laranja no tempo zero (Figura 18 a). O suco de laranja convencional obteve 89% dos consumidores atribuindo notas maiores ou iguais a 6 (gosto ligeiramente a gosto muitíssimo). Para o suco de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa foram atribuídas, respectivamente, frequências de 96%, 94% e 82% para notas iguais e acima de 6. O suco de laranja com alto teor de polpa apresentou a maior frequência de respostas (12%) entre as notas 1 e 4, correspondente aos termos “desgosto muitíssimo” e “desgosto ligeiramente”, respectivamente.

Figura 18. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores aos atributos sensoriais aparência (a), aceitação global (b), aroma (c), sabor (d) e textura (e) dos sucos de laranja recém processados.



Para a aceitação global (Figura 18 b), a maioria das notas situaram-se entre 6 e 9 (gosto ligeiramente a gosto muitíssimo) para os diferentes tipos de sucos de laranja. O suco de laranja convencional apresentou frequência de notas superiores ou iguais a 6 de 74%, enquanto os sucos de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa, de 90%, 91% e 84%, respectivamente. O suco de laranja com baixo teor de polpa recebeu a maior frequência de nota 8 (34%), correspondente ao termo “gosto muito”. O suco de laranja convencional apresentou a maior frequência de respostas (16%) entre as notas 1 e 4, seguido pelo suco de laranja com alto teor de polpa, com 9% de frequência de respostas.

Com relação ao aroma (Figura 18 c), a maioria das notas também foram situadas entre 6 e 9 (gosto ligeiramente a gosto muitíssimo) para os diferentes tipos de sucos de laranja. O suco de laranja convencional apresentou 68% dos consumidores atribuindo notas maiores ou iguais a 6, enquanto que para os sucos de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa foram atribuídas, respectivamente, as frequências de 82%, 75% e 70%. O suco de laranja convencional apresentou a maior frequência (29%) de notas 7 (gosto moderadamente) e o suco de laranja com médio teor de polpa apresentou a maior frequência (28%) de notas 8 (“gosto muito”). Para este atributo, os foram atribuídas notas entre 1 e 4 (“desgosto muitíssimo” e “desgosto ligeiramente”, respectivamente) aos de laranja convencional com frequência de 22%, o suco de laranja com baixo teor de 12%, o suco de laranja com médio teor de 13% e o suco de laranja com alto teor de 16%.

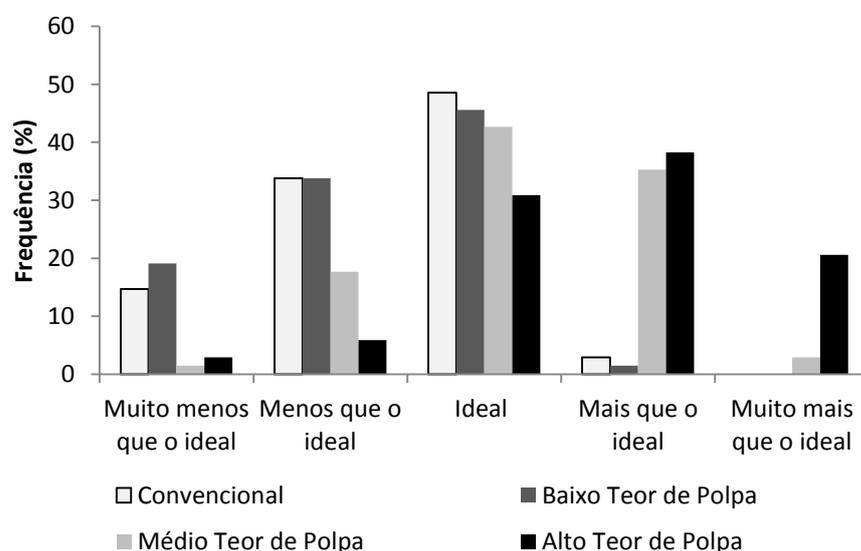
Para o atributo sabor (Figura 18 d), a maioria das notas também foram situadas entre 6 e 9 (gosto ligeiramente a gosto muitíssimo) para os diferentes tipos de sucos de laranja. O suco de laranja convencional obteve 68% dos consumidores atribuindo notas maiores ou iguais a 6 (gosto ligeiramente a gosto muitíssimo). Para o suco de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa foram atribuídas, respectivamente, frequências de 87%, 91% e 80% de notas iguais e acima de 6. O suco de laranja convencional obteve a maior porcentagem de notas abaixo de 5 (28%), seguido pelo suco de laranja com alto teor de polpa (15%). O suco de laranja com baixo teor de polpa recebeu a maior frequência (34%) de notas 8, correspondente ao termo “gosto muito”. Segundo Kimball (1999), altos teores de polpa no suco de laranja resultam no

aparecimento de sabor amargo no produto e conseqüente diminuição da sua aceitação.

Com relação à textura (Figura 18 e), a maioria das notas também foram entre 6 e 9 para os diferentes tipos de sucos de laranja. O suco de laranja convencional apresentou 76% dos consumidores atribuindo notas maiores ou iguais a 6, enquanto que para os sucos de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa foram atribuídas, respectivamente, as frequências de 82%, 87% e 72%. O suco de laranja com baixo teor de polpa apresentou a maior frequência (31%) de nota 8 (“gosto muito”) e o suco de laranja com médio teor de polpa apresentou a maior frequência (31%) de nota 7 (“gosto moderadamente”). O suco de laranja convencional apresentou a maior frequência (15%) de nota 5 (“nem gosto/nem desgosto”) enquanto o suco de laranja com alto teor de polpa apresentou a maior frequência (22%) de notas entre 1 e 4.

A escala do ideal com relação à quantidade de polpa presente nos sucos está apresentada na Figura 19. Os sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa apresentaram porcentagem de respostas para o ideal de polpa, respectivamente, de 49%, 45%, 42% e 31%. O suco de laranja com alto teor de polpa recebeu a maior frequência de resposta (59%) de quantidade de polpa maior que o ideal (termos “mais que o ideal” e “muito mais que o ideal”) enquanto o suco de laranja com baixo teor de polpa recebeu a maior frequência de resposta (53%) de quantidade de polpa menor que o ideal (termos “menos que o ideal” e “muito menos que o ideal”).

Figura 19. Frequência de respostas com relação à quantidade de polpa presente nos sucos de laranja recém processados.



Todos os sucos de laranja avaliados neste estudo, no tempo zero, foram aceitos pela maioria dos consumidores, com maior destaque para os sucos com baixo e médio teor de polpa. Os sucos de laranja com baixo e médio teor de polpa foram tratados a uma temperatura mais baixa que o suco convencional, fato esse que provavelmente auxiliou na manutenção das características sensoriais (CARBONELL et al., 2006). O tratamento térmico em separado do suco e da polpa sob diferentes condições de temperatura e tempo, indica que o suco de laranja mantém qualidade aceitável ao consumidor e a presença de vesículas pode estar associada a um suco mais próximo do suco natural/fresco. A presença de polpa em suco de laranja ainda não é muito comum no mercado brasileiro.

5.7.3. Avaliação Sensorial dos Sucus de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração

As médias de aceitação e a frequência das notas atribuídas pelos consumidores para os atributos sensoriais dos sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa durante o período de estocagem sob refrigeração estão apresentadas na Tabela 9 e Figuras 20 a 24, respectivamente.

Aparência

A média da aparência dos sucos de laranja ao longo dos 21 dias de estocagem sob refrigeração se manteve praticamente constante (Tabela 9). Após 7 dias de estocagem sob refrigeração, pode-se observar que a média dos sucos de laranja variou de 7,20 a 7,57 (entre os termos “gosto moderadamente” e “gosto muito”) para a aparência. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sucos de laranja avaliados neste período. A média dos sucos de laranja variou de 6,79, para o suco com alto teor de polpa, a 7,50, para o suco com baixo teor de polpa, após quatorze dias de estocagem sob refrigeração. Os sucos de laranja com baixo teor de polpa diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) do suco com alto teor de polpa.

Após 21 dias de estocagem sob refrigeração, as médias dos sucos de laranja variaram de 7,18 (suco de laranja com alto teor de polpa) a 7,38 (suco de laranja com baixo teor de polpa) e não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) (Tabela 9).

Vale mencionar que ao final do período de estocagem sob refrigeração todos os sucos de laranja obtiveram médias acima de 7 (“gosto moderadamente” a “gosto muitíssimo”) demonstrando que a estocagem sob refrigeração não afetou a aceitação da aparência dos sucos de laranja pelos consumidores. Esse fato também demonstra que o tratamento térmico tradicional (94°C por 15 segundos) e a presença de polpa não afetou a aceitação da aparência do produto. Durante a estocagem sob refrigeração, a maioria das notas atribuídas aos sucos de laranja foram entre 6 e 9 (“gosto ligeiramente” e “gosto muitíssimo”) com frequência superior a 80% (Figura 20).

Figura 20. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aparência dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.

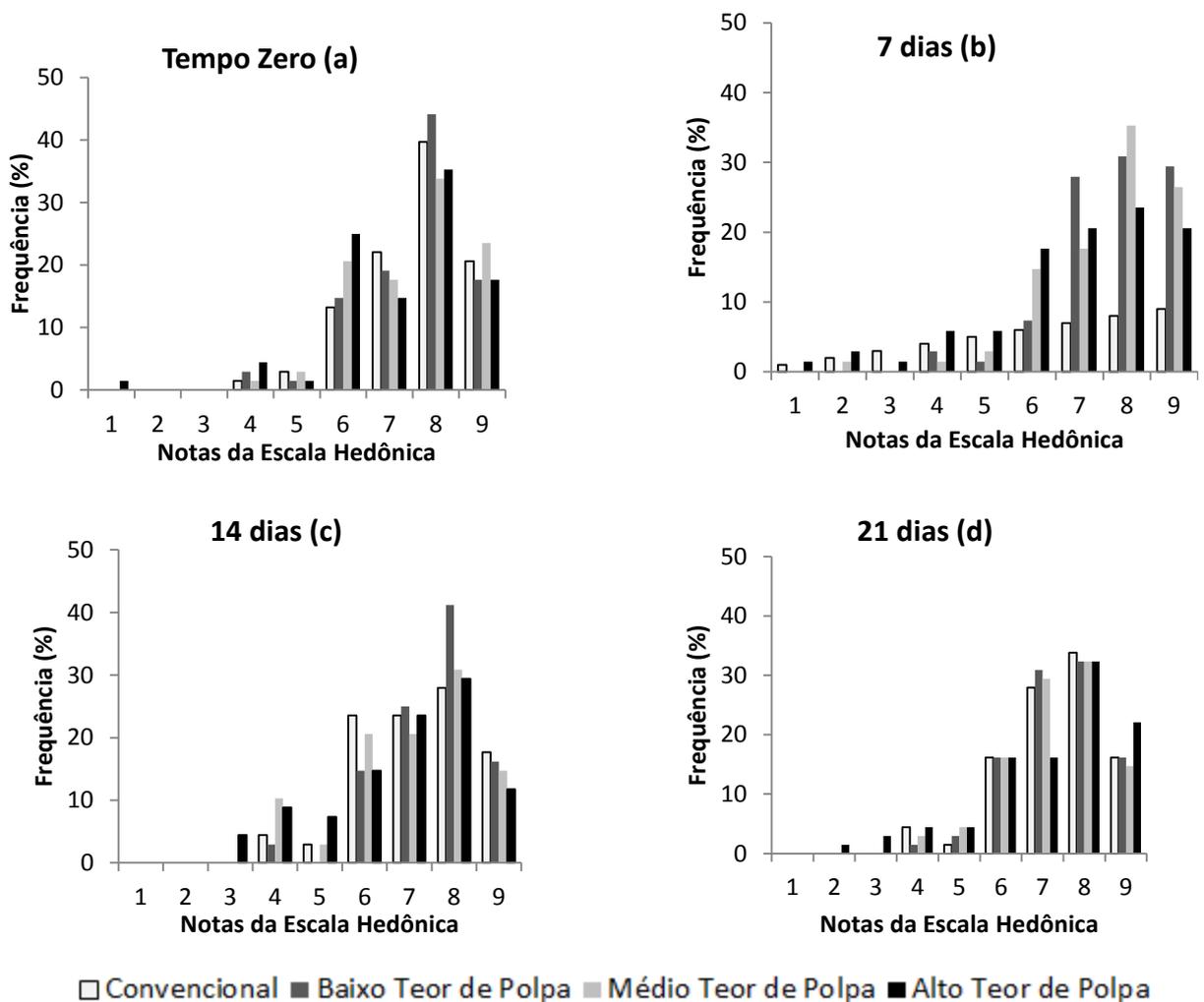


Tabela 7. Médias e desvios padrão (entre parênteses) dos atributos sensoriais avaliados nos sucos de laranja: convencional, baixo, médio e alto teor de polpa durante o período de estocagem sob refrigeração.

Atributo	0 Dias Suco				7 Dias Suco				14 Dias Suco				21 Dias Suco			
	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A	C	B	M	A
Aparência	7,30 ^{ab} (1,31)	7,70 ^a (1,18)	7,55 ^a (1,37)	6,88 ^b (1,81)	7,57 ^a (1,13)	7,52 ^a (1,16)	7,50 ^a (1,22)	7,20 ^a (1,51)	7,20 ^{ab} (1,31)	7,50 ^a (1,11)	7,02 ^{ab} (1,47)	6,79 ^b (1,64)	7,33 ^a (1,22)	7,38 ^a (1,12)	7,27 ^a (1,20)	7,18 ^a (1,66)
Aceitação Global	6,38 ^b (1,93)	7,02 ^{ab} (1,41)	7,11 ^a (1,34)	6,76 ^{ab} (1,60)	6,54 ^a (1,74)	7,17 ^a (1,20)	7,10 ^a (1,25)	6,76 ^a (1,58)	6,16 ^a (1,84)	6,85 ^a (1,43)	6,52 ^a (1,51)	6,44 ^a (1,60)	6,16 ^a (1,84)	6,70 ^a (1,59)	6,69 ^a (1,58)	6,33 ^a (2,01)
Aroma	5,98 ^a (1,91)	6,67 ^a 1,56	6,42 ^a (1,65)	6,13 ^a (1,76)	6,42 ^a (1,58)	6,70 ^a (1,47)	6,72 ^a (1,29)	6,50 ^a (1,76)	6,04 ^a (1,80)	6,63 ^a (1,23)	6,48 ^a (1,40)	6,27 ^a (1,53)	6,23 ^a (1,80)	6,61 ^a (1,22)	6,35 ^a (1,45)	6,23 ^a 1,79
Sabor	6,00 ^b (2,25)	6,94 ^a (1,51)	7,01 ^a (1,47)	6,57 ^{ab} (1,75)	6,11 ^a (2,12)	6,80 ^a (1,75)	6,88 ^a (1,60)	6,63 ^a (1,76)	5,55 ^b (2,16)	6,82 ^a (1,49)	6,55 ^a (1,83)	6,29 ^{ab} (1,89)	5,67 ^b (2,17)	6,38 ^{ab} (1,75)	6,54 ^a (1,84)	6,19 ^{ab} (2,01)
Textura	6,67 ^{ab} (1,52)	7,01 ^a (1,61)	7,02 ^a (1,56)	6,20 ^b (2,06)	6,55 ^a (1,71)	6,73 ^a (1,55)	7,01 ^a (1,60)	6,47 ^a (1,86)	6,60 ^a (1,56)	6,86 ^a (1,58)	6,75 ^a (1,54)	6,20 ^a (1,84)	6,48 ^a (1,79)	6,88 ^a (1,25)	6,70 ^a (1,69)	6,36 ^a (2,08)

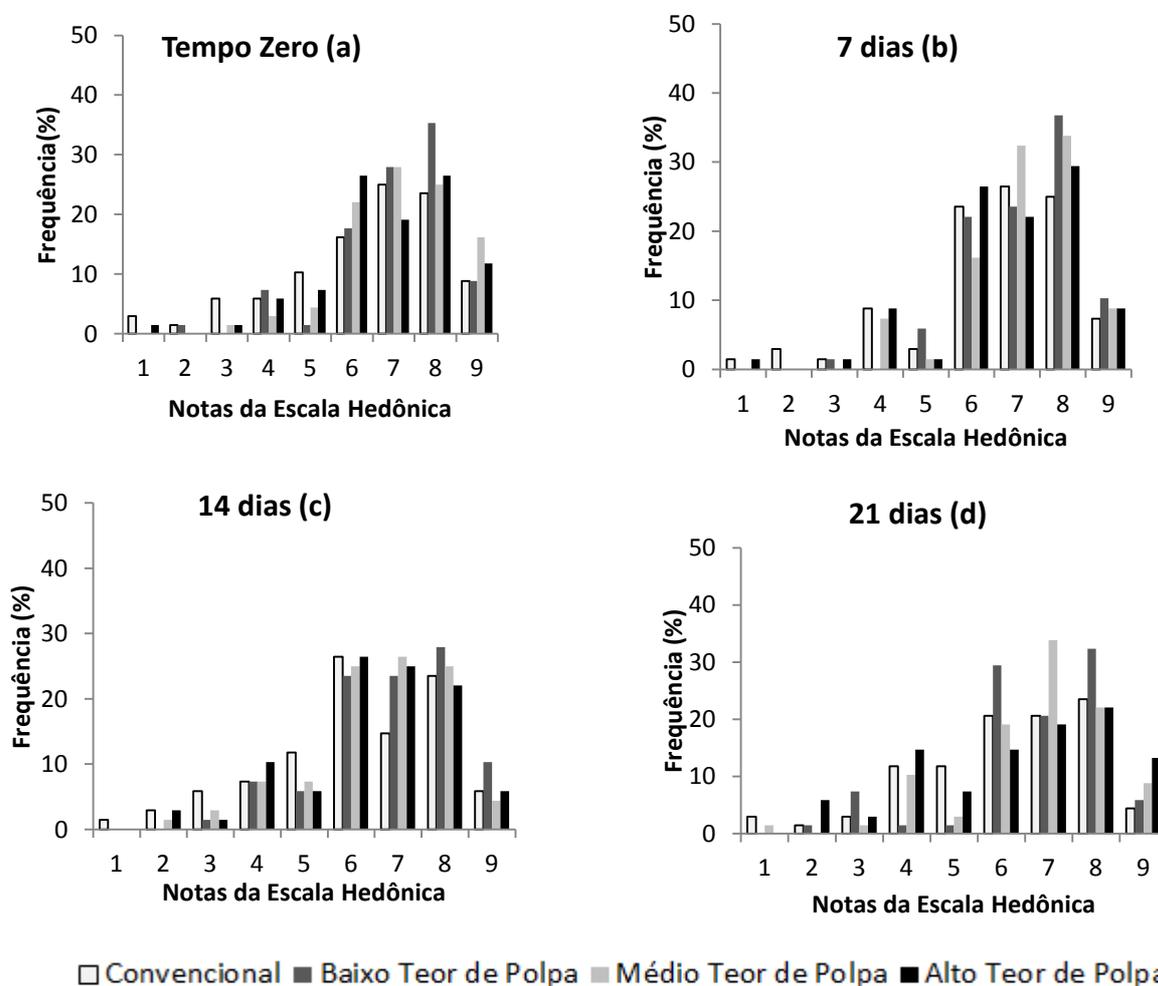
Diferentes tipos de suco: Convencional (C), Baixo teor de polpa (B), Médio Teor de Polpa (M) e Alto Teor de Polpa (A). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha e no mesmo tempo diferem significativamente para o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). 1= desgosto muitíssimo; 5= nem gosto/nem desgosto; 9=gosto muitíssimo.

Aceitação Global

A média da aceitação global dos sucos de laranja ao longo dos 21 dias de estocagem sob refrigeração teve uma ligeira queda (Tabela 9). Após 7 dias de estocagem, as médias dos sucos de laranja variaram de 6,54 para o suco de laranja convencional a 7,17 para o suco de laranja com baixo teor de polpa. As médias de aceitação para os sucos de laranja variaram de 6,16 para o suco de laranja convencional a 6,85 para o suco de laranja com baixo teor de polpa após 14 dias de estocagem sob refrigeração. Na última semana de análise (21 dias de estocagem sob refrigeração), a media da aceitação dos sucos de laranja para o atributo aceitação global variou de 6,16 para o suco convencional a 6,70 para o suco com baixo teor de polpa. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sucos de laranja avaliados após 7, 14 e 21 dias de estocagem sob refrigeração.

Durante a estocagem sob refrigeração, a maioria das notas atribuídas aos sucos de laranja foram entre 6 e 9 (“gosto ligeiramente” e “gosto muitíssimo”) com frequência superior a 80% (Figura 21), com exceção do suco convencional aos 7, 14 e 21 dias de estocagem sob refrigeração e do suco de laranja com alto teor de polpa aos 21 dias de estocagem que foram em torno de 70% além do aumento da frequência de notas de 1 a 4.

Figura 21. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aceitação global dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.

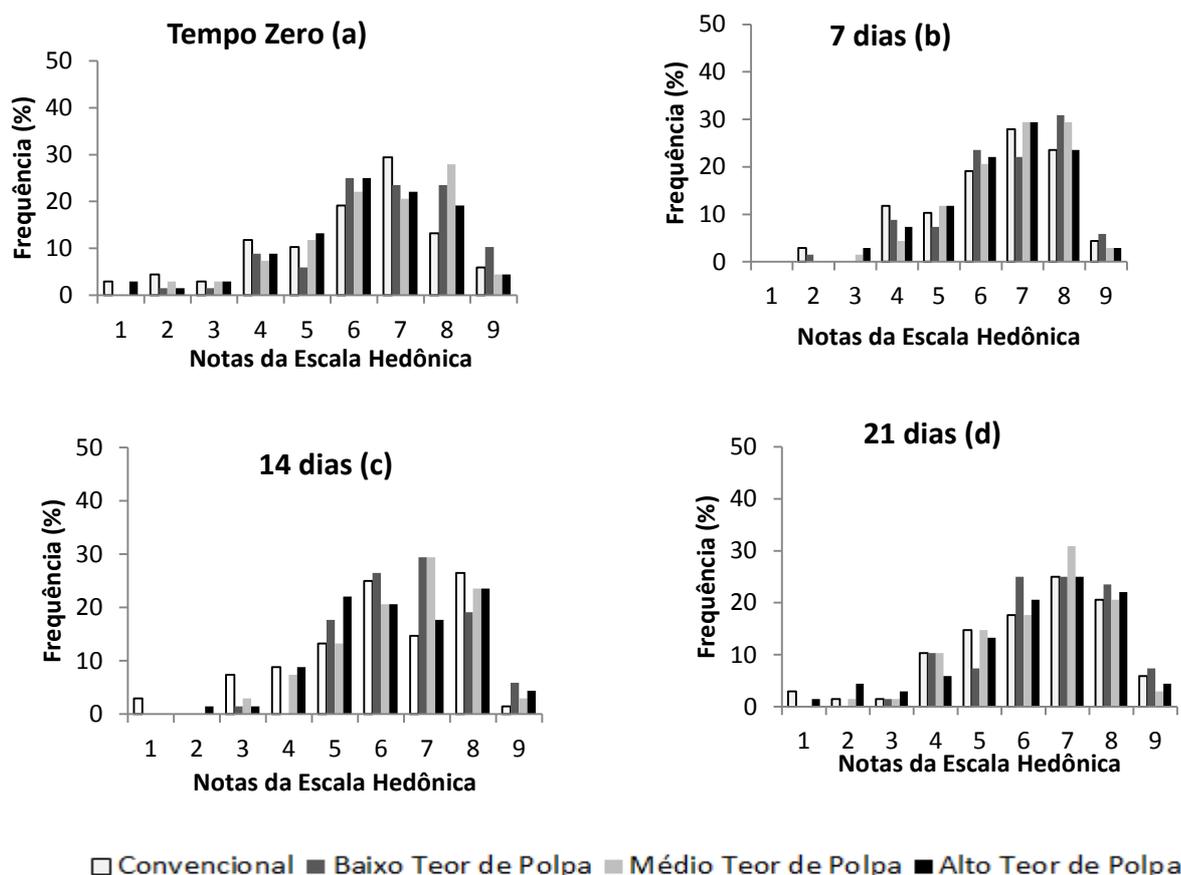


Aroma

A média do aroma dos sucos de laranja ao longo dos 21 dias de estocagem sob refrigeração teve uma ligeira queda (Tabela 9). As médias de aceitação para o aroma após 7 dias de estocagem sob refrigeração variaram de 6,42 para o suco convencional a 6,72 para o suco com médio teor de polpa. Após 14 dias de estocagem, as médias dos sucos de laranja variaram de 6,04 para o suco de laranja convencional a 6,63 para o suco de laranja com baixo teor de polpa. As médias de aceitação para os sucos de laranja variaram de 6,23 para o suco de laranja convencional e com alto teor de polpa a 6,61 para o suco de laranja com baixo teor de polpa após 21 dias de estocagem sob refrigeração. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sucos de laranja avaliados após 7, 14 e 21 dias de estocagem sob refrigeração.

Pode-se observar uma maior frequência de notas entre 6 e 9 para o atributo aroma dos sucos de laranja durante a estocagem sob refrigeração, com frequência superior a 80% (Figura 22) somente para o suco de laranja com baixo teor de polpa durante todo o período de estocagem. Para os demais sucos de laranja houve um aumento da frequência de nota 5 (“nem gosto/nem desgosto”) e entre 1 a 4 (“desgosto muitíssimo” a “desgosto ligeiramente”) durante a estocagem sob refrigeração.

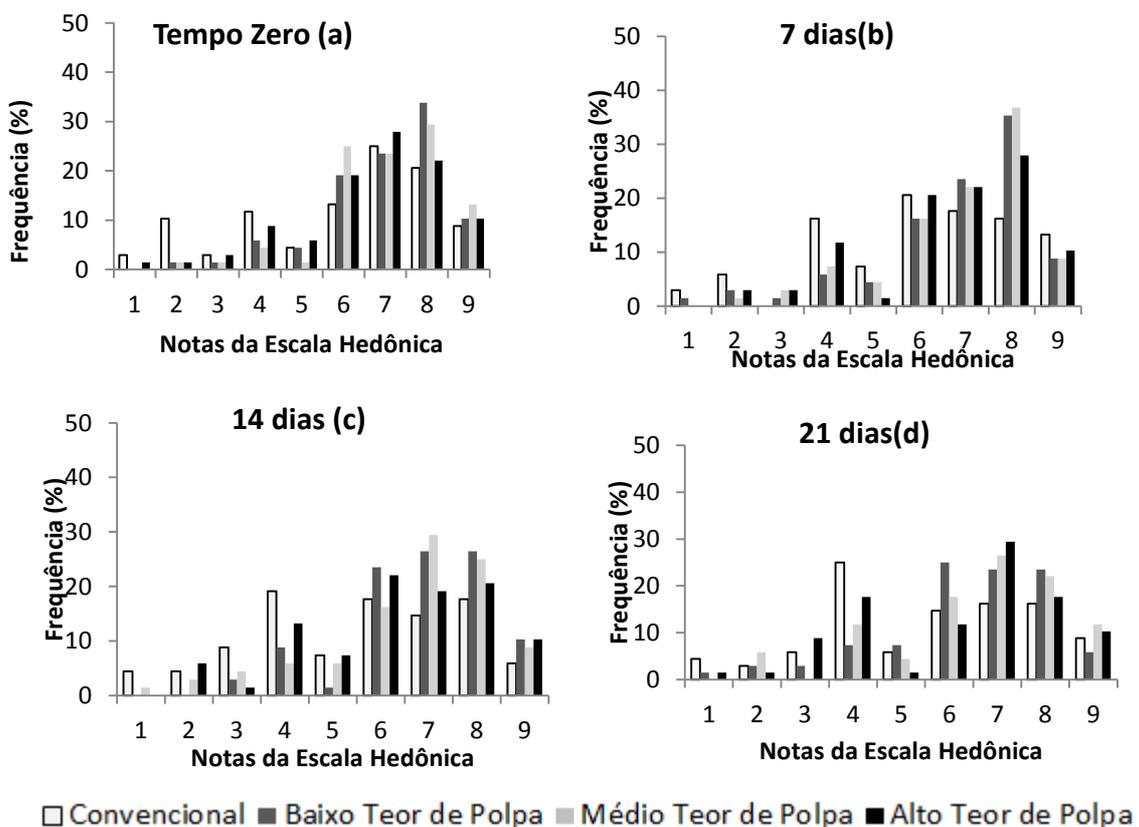
Figura 22. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo aroma dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.



Sabor

A média do atributo sabor dos sucos de laranja ao longo dos 21 dias de estocagem sob refrigeração teve uma ligeira queda (Tabela 9). Após 7 dias de estocagem sob refrigeração, pode-se observar que a média dos sucos de laranja variou de 6,11 a 6,88 (entre os termos “gosto ligeiramente” e “gosto moderadamente”) para a sabor. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sucos de laranja avaliados neste período. A média dos sucos de laranja variou de 5,55, para o suco com convencional, a 6,82, para o suco com baixo teor de polpa, após quatorze dias de estocagem sob refrigeração. Os sucos de laranja com baixo teor de polpa diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) do suco de laranja convencional, mas não diferiu dos demais sucos. Após 21 dias de estocagem sob refrigeração, as médias dos sucos de laranja variaram de 5,67 (suco de laranja convencional) a 6,54 (suco de laranja com médio teor de polpa) e apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si (Tabela 9).

Figura 23. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo sabor dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.



A maioria das notas atribuídas aos sucos de laranja, durante a estocagem sob refrigeração, foram também entre 6 e 9 (“gosto ligeiramente” e “gosto muitíssimo”), com frequência superior a 80% (Figura 23), com exceção do suco convencional aos 0, 7, 14 e 21 dias de estocagem sob

refrigeração e do suco de laranja com alto teor de polpa aos 14 e 21 dias. Para estes sucos houve um aumento da frequência, principalmente, de nota 4 (“desgosto ligeiramente”) ao longo da estocagem sob refrigeração do suco.

Textura

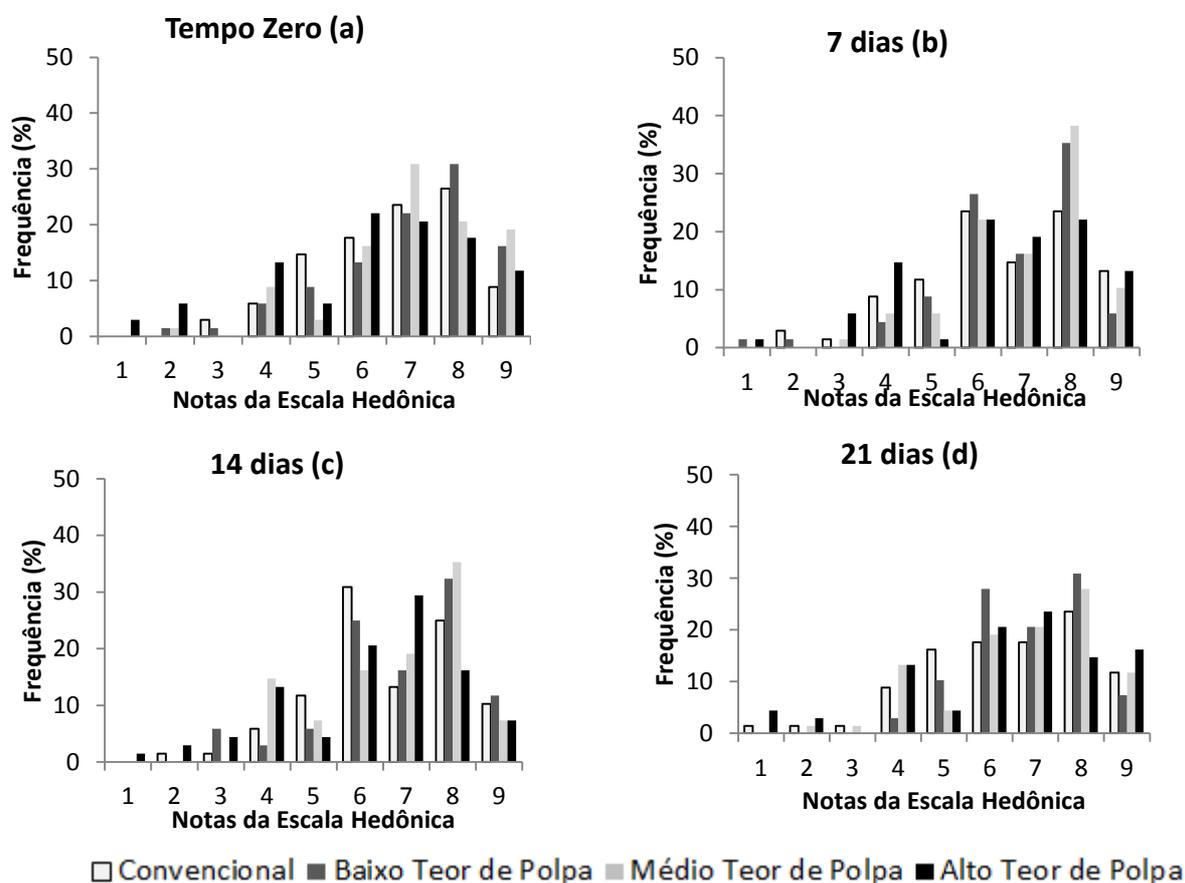
A média da textura dos sucos de laranja ao longo dos 21 dias de estocagem sob refrigeração teve uma ligeira queda (Tabela 9). Após 7 dias de estocagem, as médias dos sucos de laranja variaram de 6,47 para o suco de laranja com alto teor de polpa a 7,01 para o suco de laranja com médio teor de polpa. As médias de aceitação para os sucos de laranja variaram de 6,20 para o suco de laranja com alto teor de polpa a 6,86 para o suco de laranja com baixo teor de polpa após 14 dias de estocagem sob refrigeração. Na última semana de análise (21 dias de estocagem sob refrigeração), a media da aceitação dos sucos de laranja para o atributo textura variou de 6,36 para o suco de laranja com alto teor de polpa a 6,88 para o suco com baixo teor de polpa. Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sucos de laranja avaliados após 7, 14 e 21 dias de estocagem sob refrigeração.

Pode-se observar uma maior frequência de notas entre 6 e 9 dos sucos de laranja durante a estocagem sob refrigeração também para o atributo textura, com frequência superior a 80% (Figura 24) com exceção do suco convencional e com alto teor de polpa aos 0, 7, 14 e 21 dias de estocagem sob refrigeração. Para estes sucos houve um aumento da frequência, principalmente, de notas 4 (“desgosto ligeiramente”) e 5 (“nem gosto/nem desgosto”) ao longo da estocagem sob refrigeração.

Pelos resultados obtidos para a aceitação dos sucos de laranja, as alterações realizadas no processo proposto no sentido de submeter o suco à filtração em tela de menor abertura para a retirada total da polpa, submetê-la a um tratamento mais severo (94°C por 15 s), e, submeter o suco livre de polpa a um tratamento térmico mais brando (80°C por 15 s), para posterior readição da polpa inativada, se mostraram eficientes para manter as qualidades sensoriais do suco logo após o processamento e durante a estocagem sob refrigeração.

Vale mencionar que os diferentes tipos de sucos de laranja avaliados durante a estocagem sob refrigeração tiveram medias acima de 5 (“nem gosto/nem desgosto”), considerada nota de corte (STONE; SIDEL, 1993) para o término da análise sensorial de aceitação do produto. Portanto pode-se considerar que todos os sucos de laranja avaliados neste estudo foram aceitos pelos consumidores até o final do período de estocagem sob refrigeração.

Figura 24. Frequência das notas atribuídas pelos consumidores ao atributo textura dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.



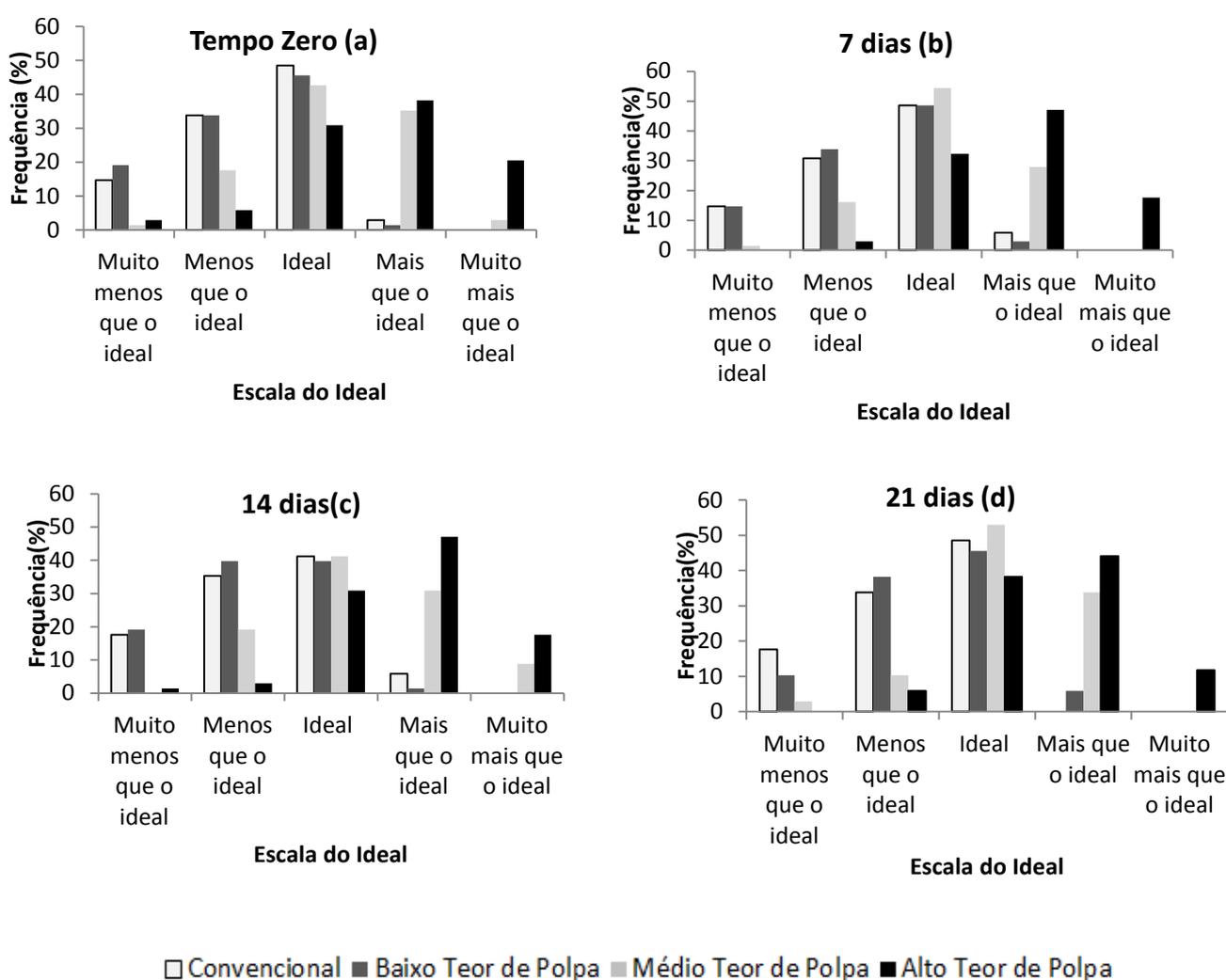
5.7.4. Teor de Polpa dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração

Os resultados referentes a quantidade de polpa presente nos sucos está apresentada na Figura 25. De uma maneira geral, os diferentes tipos de suco de laranja apresentaram maior frequência de respostas de “ideal” para a quantidade de polpa durante todo o período de estocagem sob refrigeração. Além disso, o suco de laranja com alto teor de polpa recebeu também uma maior frequência de resposta de quantidade de polpa maior que o ideal (termos “mais que o ideal” e “muito mais que o ideal”) enquanto o suco de laranja convencional e com baixo teor de polpa, de resposta de quantidade de polpa menor que o ideal (termos “menos que o ideal” e “muito menos que o ideal”).

Após 7 dias de estocagem sob refrigeração, o suco de laranja com médio teor de polpa recebeu a maior porcentagem (54,41%) para a classificação "ideal", seguido do suco convencional e do suco com baixo teor de polpa (48,53%), e, com a menor porcentagem (32,35%) o suco com alto

teor de polpa. Após 14 dias de estocagem, observa-se um decréscimo na porcentagem de consumidores que classificaram os sucos de laranja como ideal, 41% para o suco convencional, 40% para o com baixo teor de polpa, 41% para o suco com médio teor de polpa, e, 31% para o com alto teor de polpa. Aos 21 dias de período de estocagem, houve um ligeiro aumento na porcentagem de consumidores que classificaram os diferentes sucos de laranja como ideais com relação à presença de polpa, 48% para o suco convencional, 46% para o suco com baixo teor de polpa, 53% para o suco com médio teor de polpa, e, 38% para o suco com alto teor de polpa.

Figura 25. Frequências de respostas com relação ao teor de polpa dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração.



5.7.5. Atitude de Compra dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração

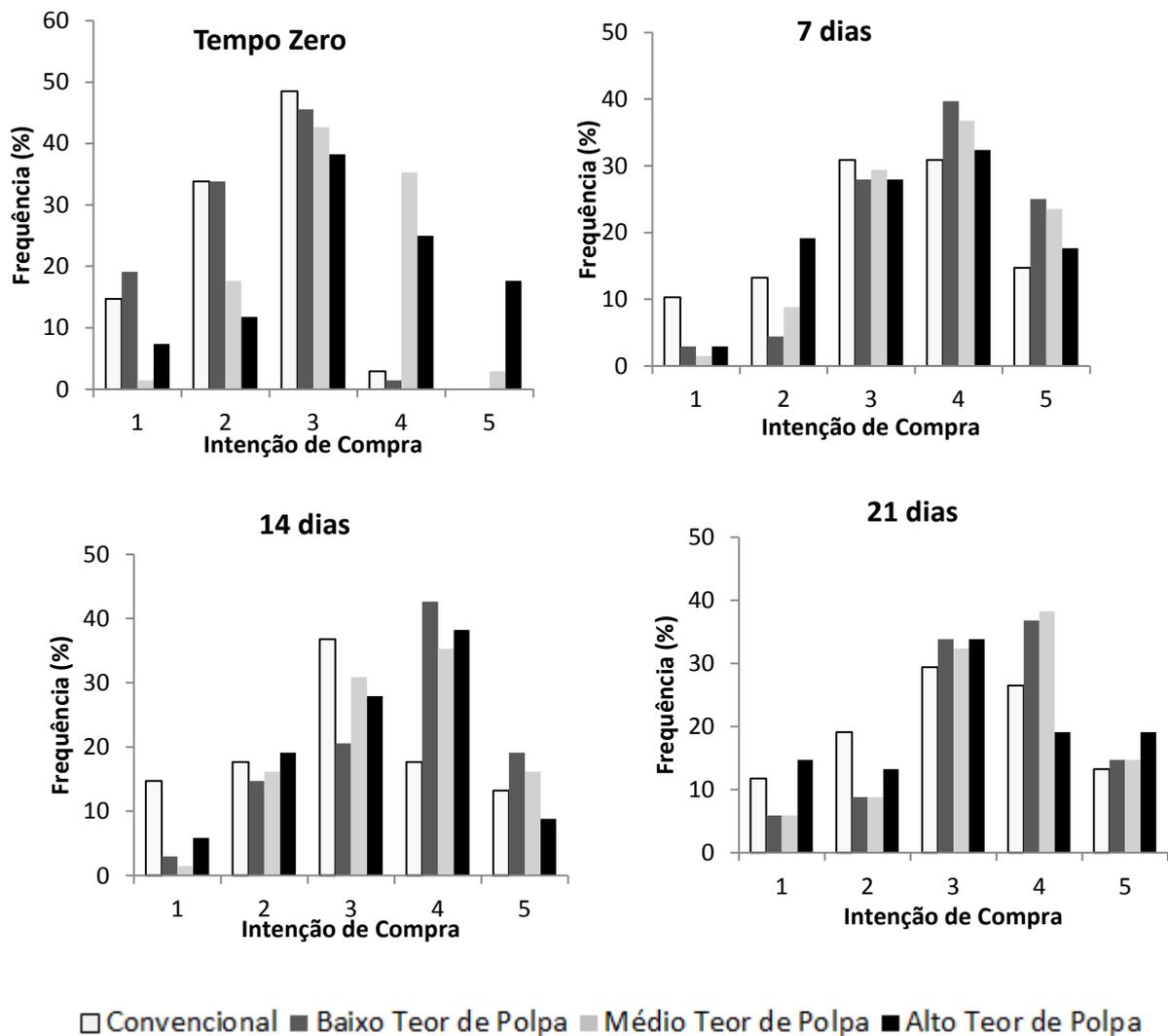
A atitude de compra dos consumidores em relação aos diferentes tipos de sucos de laranja está apresentada na Figura 26, desde a produção e ao longo do período de estocagem sob refrigeração. As maiores frequências de intenção de compra, variando entre 4 e 5

("provavelmente" e "certamente" compraria) foram apontados para os sucos de laranja com médio (67%) e alto (42%) teor de polpa, para os sucos recém processados. Após 7 dias de estocagem sob refrigeração, a mesma tendência se manteve, porém, com as maiores frequências (64%) para o suco de laranja com baixo teor de polpa e para o suco de laranja com médio teor de polpa (60%). Estes resultados confirmam as maiores médias obtidas no teste de aceitação para esses sucos de laranja. O suco de laranja convencional recebeu as menores intenções de compra (>50% entre "3-tenho dúvidas", "2-provavelmente" e "1-certamente" não compraria) ao longo do período de estocagem, demonstrando que, assim como aconteceu com as médias da aceitação, os consumidores diminuíram a atitude positiva de compra do produto. Uma tendência de redução da intenção de compra foi detectada a partir dos 14 dias de estocagem, especialmente para os sucos de laranja com médio e alto teor de polpa, demonstrando mais uma vez uma diminuição da atitude de compra aos sucos de laranja contendo muita polpa suspensa.

Após 21 dias de estocagem sob refrigeração, observa-se que a intenção de compra do suco convencional aumentou um pouco com relação a semana anterior, recebendo 26% de “eu provavelmente compraria esta amostra” e 13% “eu provavelmente compraria esta amostra”, contudo o suco terminou com apenas 39% dos consumidores com real intenção de comprar o suco. O suco com baixo teor de polpa recebeu para as mesmas categorias da escala de atitude de compra, 37% e 15%, perfazendo 52% dos consumidores com real intenção de compra deste produto, sendo que este foi um dos sucos mais aceitos pelos consumidores durante todo o período de estocagem sob refrigeração.

O suco de laranja com médio teor de polpa após 21 dias de estocagem sob refrigeração obteve 38% de “eu provavelmente compraria esta amostra” e 15% de “eu provavelmente compraria esta amostra”, totalizando 53% dos consumidores com intenção de compra positiva para este suco. Por final, o suco de laranja com alto teor de polpa foi o que recebeu a menor frequência de intenção de compra positiva, isso porque 34% dos consumidores atribuíram “tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra”, 13% “provavelmente não compraria esta amostra” e 15% “certamente não compraria esta amostra”, perfazendo 62% dos consumidores sem real ou com duvida na intenção de compra deste produto.~

Figura 26. Intenção de compra dos sucos de laranja durante o armazenamento sob refrigeração (1- certamente não compraria esta amostra, 2- provavelmente não compraria esta amostra, 3- Tenho dúvidas se compraria ou não esta amostra, 4- provavelmente compraria esta amostra, 5- certamente compraria).



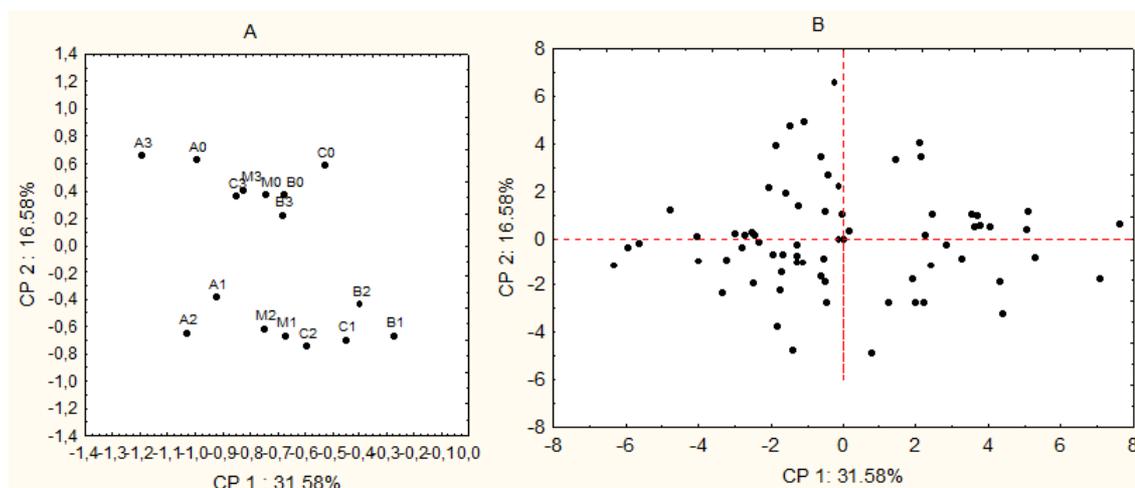
5.8. Mapa Interno de Preferência dos Sucos de Laranja ao Longo do Período de Estocagem Sob Refrigeração

Com os dados sensoriais (valores hedônicos) obtidos dos 69 consumidores no teste de aceitação foram gerados os Mapas Interno de Preferência para os atributos sensoriais: aparência, aceitação global, aroma, sabor e textura, com a finalidade de visualizar melhor, num espaço multidimensional, as diferenças de aceitação entre os sucos de laranja, identificando o consumidor e suas preferências.

Na Figura 27, está representado o Mapa Interno de Preferência que foi gerado pelos dados de aceitação dos diferentes de tipos de sucos de laranja ao longo do tempo de estocagem sob

refrigeração para o atributo aparência. Os dois componentes principais explicaram 48,16% da variação da aceitação dos sucos de laranja avaliados em relação a aparência, sendo que o primeiro componente principal (eixo I) explicou 31,58% da variação e o segundo componente principal (eixo II) 16,58%. A aparência dos sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa após 7 e 14 dias, foram aceitos por uma grande parcela dos consumidores, sendo representada pela parte negativa dos eixos I e II, já outra parcela dos consumidores aceitaram os sucos de laranja convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa, todos no tempo zero e após 21 dias de estocagem sob refrigeração, estando estes sucos posicionados no segundo quadrante na parte negativa do eixo I e positiva do eixo II.

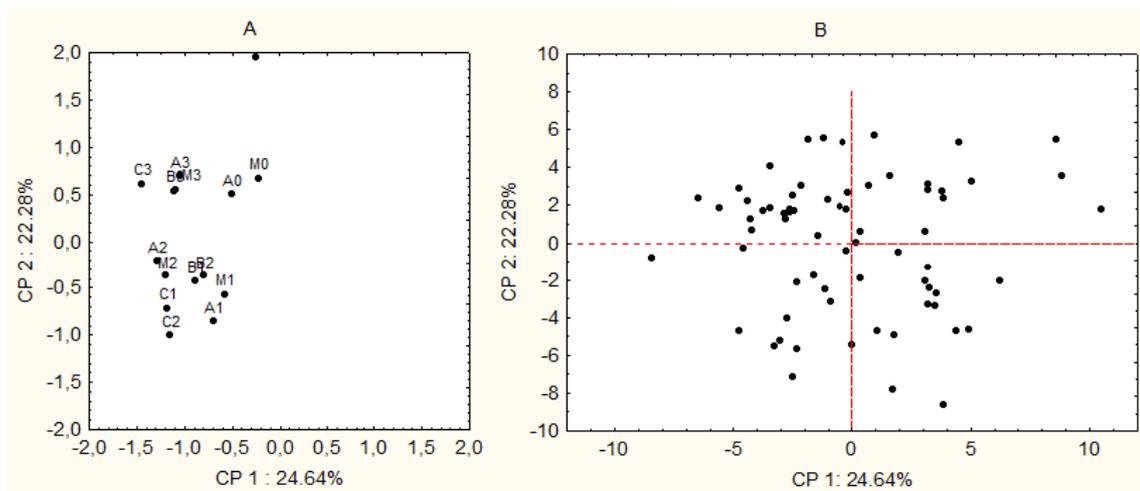
Figura 27. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aparência ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana).



Com relação ao atributo aceitação global, o primeiro componente principal (eixo I) explicou 24,64% da variação dos diferentes tipos de suco de laranja ao longo do tempo de estocagem e o segundo componente principal (eixo II) 22,28%, totalizando 46,92% da variação existente entre os diferentes sucos de laranja em relação a esse atributo (Figura 28). No Mapa Interno de Preferência do atributo aceitação global podemos observar que uma parcela dos consumidores ficou posicionada na parte positiva e negativa do eixo II, os consumidores nessa região preferiram os sucos de laranja convencional, baixo, médio e alto teor de polpa nos tempos zero e após 21 dias de estocagem sob refrigeração, já os sucos convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa após 7

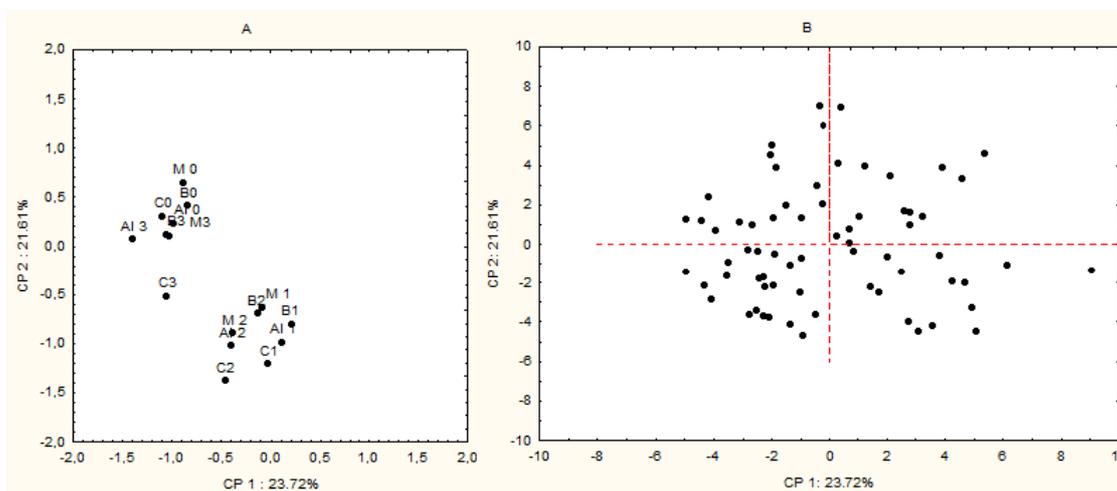
e 14 dias de estocagem sob refrigeração foram mais aceitos por um grupo de consumidores localizados nos eixos I e II na parte negativa.

Figura 28. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aceitação global ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana).



Para o atributo aroma na Figura 29, os dois componentes principais explicaram juntos 45,33% da variação entre o aroma dos diferentes sucos de laranja ao longo do tempo de estocagem sob refrigeração, sendo que 23,72% foram para o primeiro componente principal (eixo I) e 21,61% para o segundo componente principal (eixo II). Observa-se no Mapa Interno de Preferência para o atributo aroma que uma parcela dos consumidores ficou concentrada no eixo I na parte negativa e no eixo II na parte positiva, preferindo o suco convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa no tempo zero e o suco de laranja com baixo teor de polpa, médio e alto teor de polpa após 21 dias de estocagem sob refrigeração. Outro grupo de consumidores preferiu o suco de laranja convencional após 7 e 21 dias de estocagem sob refrigeração, localizado na parte negativa dos eixos I e II, também o suco de laranja com baixo, médio e alto teor de polpa após 14 dias de estocagem e o suco de laranja com médio teor de polpa após 7 dias de estocagem sob refrigeração.

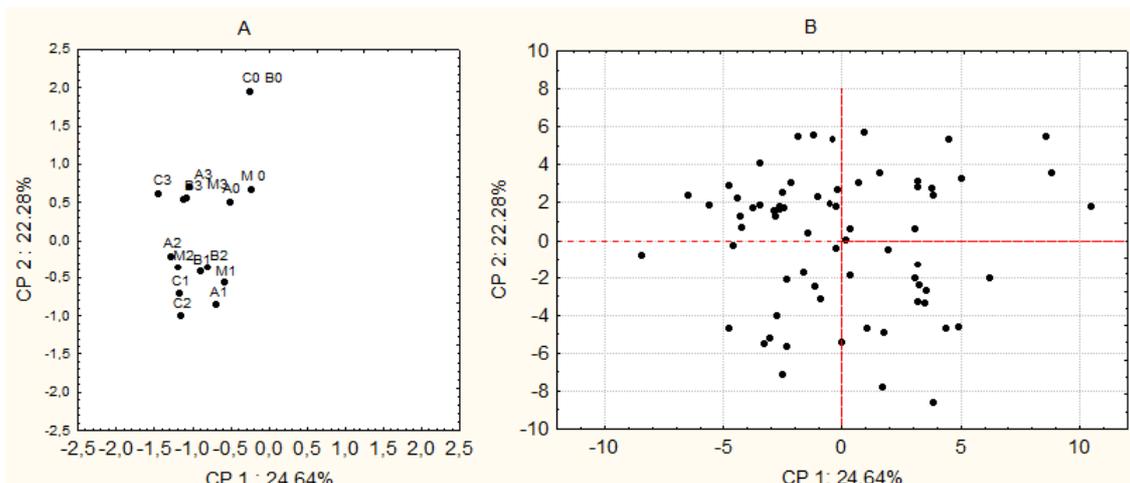
Figura 29. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo aroma ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana).



Para o atributo sabor, na Figura 30 observa-se que o primeiro componente principal (eixo I) explicou 24,64% da variação existente entre os diferentes sucos de laranja ao longo do tempo de estocagem sob refrigeração e o segundo componente principal (eixo II) 22,28%, juntos apresentaram variação de 46,92%. Observa-se no Mapa Interno de Preferência para o atributo sabor que uma parcela dos consumidores preferiu o suco convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa após 7 e 14 dias de estocagem sob refrigeração, localizados na parte negativa do eixo I e II. O suco convencional, com baixo, médio e alto teor de polpa no tempo zero e após 21 dias de estocagem, localizados na parte positiva do eixo II e negativa do eixo I, foram preferidos por uma parcela maior de consumidores.

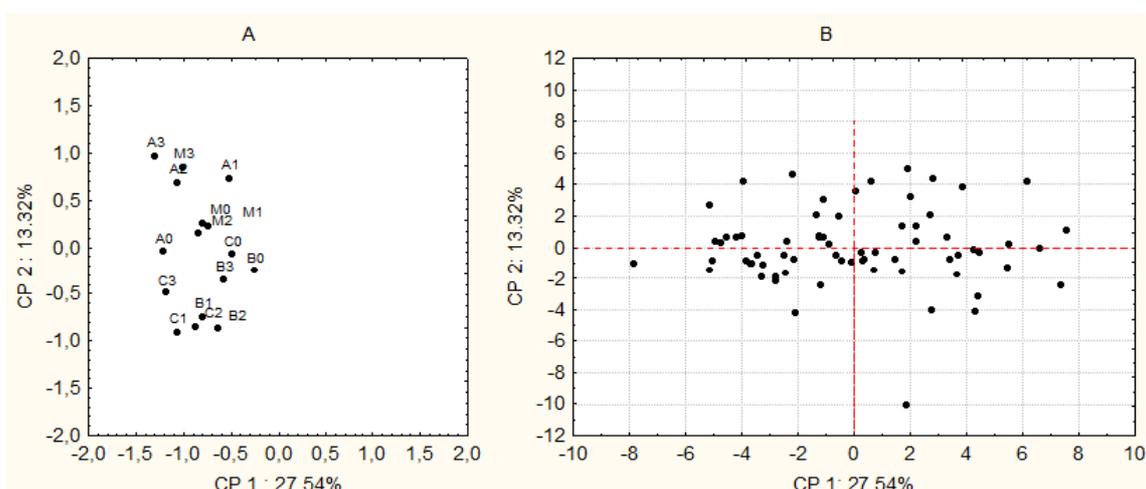
Para o atributo textura, na Figura 31 os dois componentes principais explicaram juntos 40,86% da variação existente entre a textura dos diferentes tipos de suco de laranja, sendo que o primeiro componente principal (eixo I) contribuiu com 27,53% da variação e o segundo componente principal (eixo II) com 13,32%. No Mapa Interno de Preferência para o atributo textura, nota-se uma maior parcela de consumidores na parte negativa do eixo I, preferindo os sucos de laranja convencional e com baixo teor de polpa em todos os tempos de estocagem e o suco de laranja com alto teor de polpa no tempo zero. Outra parcela dos consumidores se concentraram na parte positiva do eixo II, preferindo os sucos de laranja com médio teor de polpa em todos os tempos de estocagem e o suco de laranja com alto teor de polpa após 7 e 21 dias de estocagem.

Figura 30. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo sabor ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana).



Pode-se observar que não houve uniformidade na aceitação dos consumidores em relação ao teor de polpa nos sucos. Os consumidores se apresentaram favoráveis tanto aos sucos com baixo teor de polpa como para os sucos com médio teor de polpa. Constatou-se ainda que o excesso de polpa não agradou a maioria dos consumidores, como no caso do suco de laranja com alto teor de polpa.

Figura 31. Mapa Interno de Preferência dos diferentes tipos de sucos de laranja (A) e dos consumidores (B), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação da aceitação dos sucos para o atributo textura ao longo da estocagem sob refrigeração. Sucos C (convencional), B (baixo teor de polpa), M (médio teor de polpa) e A (alto teor de polpa). Tempos 0 (tempo zero), 1 (1ª semana), 2 (2ª semana) e 3 (3ª semana).



Os resultados obtidos dos Mapas Internos de Preferência confirmaram e completaram os resultados das médias de aceitação obtidos por análise de variação (ANOVA) e teste Tukey, apresentados na Tabela 9.

Os Mapas Internos de Preferência permitiram identificar a aceitação individual dos consumidores em relação aos sucos de laranja avaliados bem como observar a separação dos diferentes sucos de laranja em função do tempo de estocagem sob refrigeração. Neste estudo os Mapas Internos de Preferência não permitiram discriminar os sucos de laranja em relação ao teor de polpa e nem pelos diferentes tratamentos térmicos.

6. Conclusões

- A técnica de tratamento térmico em separado da polpa e suco mostrou-se satisfatória para se produzir sucos com características físico-químicas satisfatórias, melhores características sensoriais e menor degradação de compostos nutricionais de interesse em suco de laranja;
- A enzima pectinesterase foi inativada nos sucos nos quais o suco livre de polpa, sofreu tratamento térmico mais brando (80°C/15 s) em separado da polpa que sofreu tratamento térmico mais severo (94°C/15 s) e no suco submetido a tratamento térmico convencional (94°C/15 s);
- Todos os sucos recém processados estavam de acordo com os padrões de qualidades estabelecidos pela legislação brasileira;
- Os parâmetros físico-químicos (sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, teores de polpa sedimentada e flutuante) foram pouco afetados durante a estocagem sob refrigeração nos diferentes tipos de suco de laranja processados, de modo convencional ou não convencional;
- O tratamento térmico em separado mais brando no suco livre de polpa influenciou positivamente nas características sensoriais dos sucos recém processados, contudo todos os sucos foram aceitos pelos consumidores;
- No estudo da estabilidade, os sucos apresentaram homogeneidade nas médias de aceitação para todos os atributos nos testes sensoriais realizados, ocorrendo poucas variações ao longo do período de estocagem e com todos os sucos sendo aceitos em todos os tempos;
- Não houve uniformidade na aceitação dos consumidores em relação ao teor de polpa nos sucos. Os consumidores se apresentaram favoráveis tanto aos sucos de laranja com baixo e médio teor de polpa. Constatou-se ainda que o excesso de polpa não agradou a maioria dos consumidores;
- Os Mapas Internos de Preferência permitiram identificar a aceitação individual dos consumidores em relação aos sucos avaliados bem como observar a discriminação em relação ao tempo de estocagem. No entanto, os Mapas Internos de Preferência não permitiram discriminar os sucos em relação ao teor de polpa e aos diferentes tratamentos térmicos.

7. Referências Bibliográficas

ABECITRUS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS. **Produção de Laranja**: Série Histórica. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br>>. Acesso em: jan. 2013.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – NBR 12994**. São Paulo: ABNT, 1993.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenoides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.56-58, 2003.

ALKORTA, I.; GARBISU, C.; LLAMA, M. J.; SERRA, J. L. Industrial applications of pectic enzymes: a review. **Process Chemistry**, v. 33, n. 1, p. 21-28, 1998.

AOAC – Association of official analytical chemists. **“Official methods of analysis of AOAC international”**. 17th ed. Washington, 2000.

ARENA, E.; FALLICO, B.; MACARRONE, E. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juice as influenced by constituents, concentration process and storage. **Food Chem.**, v. 74, p. 423 – 427, 2001.

BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S.; WASZCZYNSKYJ, N. Suco de laranja reconstituído, enriquecido com cálcio e adoçado artificialmente. **Brasil alimentos**, n.21, p.28-32, 2003.

BASAK, S. e RAMASWAMY, H. S. Ultra high pressure treatment of orange juice: A kinetic study on inactivation of pectin methyl esterase. **Food Research International**, v.29, n.7, p.601-607, 1996.

BRADDOCK, R. J. **Handboock of citrus by-products and processing technology**. John Willey & Songs, INC. New York, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamenta a Lei nº 8.918, 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Instrução normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

BRASIL. Resolução ANVISA/MS RDC nº 12, de 2 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. 54p. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Mangaba, Maracujá e Pitanga; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Maracujá, Pêssego e Pitanga. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507–503, 1998.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A.M.; CREZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Quim Nova**, v.32, p.588-594, 2009.

CAMERON, R. G.; BAKER, R. A.; GROHMAN, K. Multiple forms of pectinmethylesterase from citrus peel and their effects on juice cloud stability. **Journal of Food Science**, v.63, n.2, p. 253-255, 1998.

CAMERON, R. G.; BRETT, J. S.; ARLAND, T. H.; MARSHALL, L. F. Isolation, Characterization, and Pectin-Modifying Properties of a Thermally Tolerant Pectin Methylesterase from Citrus sinensis Var. Valencia. **J. Agric. Food Chem.** v 56, p. 2255-2260, 2005.

CARBONELL, J. V.; CONTRERAS, P.; CARBONELL, L.; NAVARRO, L. N. Pectin methylesterase activity in juices from mandarins, oranges and hybrids. **Eur Food Res Technol**, p. 83-87, 2006.

CARBONELL, J. V; TÁRREGA, A; GURRE; M. C; SENTANDREU, E. Chilled orange juices stabilized by centrifugation and differential heat treatments applied to low pulp and pulpy fractions. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.12, p. 315-319, 2011.

CODEX alimentarius: **Norma general del codex para zumos (jugos) y néctares de frutas**. 2005. Codex Stan 247. 21 p. Disponível em: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10154/CXS_247s.pdf. Acesso em: 25 jun. 2013.

COLLET, L.S.F.C.A.; SHIGEOKA, D.S.; BADOLATO, G.G.; TADINI, C.C. A kinetic study on pectinesterase inactivation during continuous pasteurization of orange juice. **Journal of Food Engineering**, v. 69, p.125–129, 2005.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(Supl.1): 15-19, mai. 2010.

COOKE, J. R.; MOXON, R. E. D. The detection and measurement of vitamin C. In: COUNSELL, J. N.; HORNING, D. H. **Vitamin C: ascorbic acid**. London: Applied science, p.167-169, 1981.

CORRÊA NETO, R. S; FARIA J. A. F. Fatores que influenciam na qualidade do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 153-160, 1999.

CHRISTENSEN, T. M. I. E.; NIELSEN, J. E.; KRIEBERG, J. D.; RASMUSSEN, P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin methyl esterase from orange fruit: characterization and localization by in-situ hybridization and immunohistochemistry. **Planta** v. 206, 493-503, 1998.

DAVIS, W.B. Determination of flavones in citrus fruit. **Analytical Chemistry**, v. 19, 476-478, 1947.

DARROS-BARBOSA. Colheita, beneficiamento, embalagem, conservação e comercialização. In: KOLLER, O.C. **Citricultura: 1. Laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes, cap. 10, p. 310-331, 2006.

DARROS-BARBOSA, R. Suco de Tangerina. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.) **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, volume 2. Cap. 18, p 327-353, 2010.

DE MARCHI, R. **Desenvolvimento de uma bebida a base de maracujá (*Passiflora edulis Sims.F. flavicarpa Deg.*) com propriedades de reposição hidrolítica**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara, p.92, 2001.

DIETARY REFERENCE INTAKES FOR VITAMIN C, VITAMIN E, SELENIUM, AND CAROTENOIDS. DRI. Washington, D.C: **National Academy Press**, cap.5, p. 95-185, 2000.

DONADIO, L. C.; FIGUEIREDO, J. O.; PIO, R. M. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP, p-228, 1995.

DONADIO, L.C.; STUCHI, E.S.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O.R. **Novas variedades e clones de laranja-doce para indústria**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP/EECB, p.42, 1999.

ELEZ-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effects of high intensity pulsed electric field processing conditions on vitamin C and antioxidant capacity of orange juice and *gazpacho*, a cold vegetable soup. **Food Chemistry**, London, v. 102, p. 201-209, 2007.

ENGELHART, M. J.; GEERLINGS, M. I.; RUITENBERG, A.; VAN SWIETEN, J. C.; HOFMAN, A., WITTENAM, J. C. M., et al. Dietary intake of antioxidants and risk of Alzheimer disease. **Journal of the American Medical Association**, v. 287, p. 3223–3229, 2002.

FAO. **FAOSTAT- Agriculture data, agricultural production, crops primary**. Disponível em: ≤ <http://www.fao.org> > Acesso em: 20 jul. 2012.

FARNWORTH, E. R.; LAGACÉ, M., COUTURE, R; YAYLAYAN; STWART, B. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. **Food Res. Int.** v. 34, p. 25-30, 2001.

FAVERET, P.; LIMA, E. T.; PAULA, S. R. L. Área de operações industriais 1 –50. Gerência setorial de agroindústria – Laranja – BNDES, 1996. Disponível em: ≤http://www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/gs1_07.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

FERRAREZI, A. C. **Interpretação do consumidor, avaliação da intenção de compra e das características físico-químicas do néctar e do suco de laranja pronto para beber**. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara-SP, 2008.

FERREIRA, V. L. P.; DE ALMEIDA, T. C. A.; PETINELLI, M. C. V.; DA SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial- testes descritivos e afetivos**. Campinas: Profiqua, p.126, 2000.

FRATA, M. T. **Sucos de laranja: Abordagem química, física, sensorial e avaliação de embalagens**. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2006.

GREGORY, J. F. Vitamins. In: FENNEMA, O. R. (Ed). **Food Chemistry**, 3.ed. New York: Marcel Dekker, p. 488-493, 1996.

GRIMBLE, R. F. Effect of antioxidative vitamins on immune function with clinical applications. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 67, p. 312–320, 1997.

GONÇALVES, J. R.; GERMER, S. P. M.; LEITÃO, M. F. F.; TEIXEIRA NETO, R. O.; JARDIM, D. C. P. e VITALI, A. A. **Manual Técnico n.10 : Princípios de esterilização de alimentos**. Campinas: Instituto de tecnologia de alimentos (ITAL), 1992.

HAN, Y.; NIELSEN, S. S.; NELSON, P. E. Isolation of thermostabile and thermolabile orange pectinesterases. In: **IFT'S 1998 Annual Meeting**. Atlanta, Georgia, 1998. Resumos, 1998.

INTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS-IBRAF. Retrospectiva 2010 da Cadeia de Frutas. Disponível em: http://api.ning.com/files/N71n0fBiOiBoTdng1wToe2jbq5n4Pxi*Tm0v2NpAY4y10waSPglQIR2aYE1lyjT9fgsgfKx0*1Wumw8qh2ltrc1HYdotXeGZ/Retrospectiva2010daCadeiaProdutivadasFrutas160511v1.0.pdf>. Acesso, jan. 2012.

IHA, M. H.; FÁVARO, R. M. D.; OKADA, M. M.; PRADO, S. P. T.; BERGAMINI, A. M. M., OLIVEIRA, M. A.; GARRIDO, N. S. Avaliação físico-química e higiênico-sanitária do suco de laranja fresco engarrafado e do suco pasteurizado. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 59, n. 1/2, p. 39-44, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 4ª Edição-1ª Edição Digital, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2333> >. Acesso, jun. 2013.

IPPA - INTERNATIONAL PECTIN PRODUCERS ASSOCIATION. **What is pectin?** Disponível em: http://www.ippa.info/what_is_pectin.htm >. Acesso 18 jul. 2012.

JAYANI, R. S.; SHIVALIKA S.; GUPTA, R. Microbial pectinolytic enzymes: A review. **Process Biochemistry**, n.40, p.2931–2944, 2005.

KIMBALL, D. A. **Citrus Processing: A complete guide**. New York, Aspen Publishers, 2º ed, 1999.

KLAVONS, J.A., BENNETT, R.D.; VANNIER, S.D. Physical and chemical nature of pectin associated with commercial orange juice cloud. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 2, p. 399-401, 1994.

LEE, H.S.; COATES, G. A. Vitamin C in frozen, fresh squeezes, unpasteurized, polyethylene-bottled, orange juice: a storage study. **Food Chem**, v.65, p.165 – 168, 1999.

LEE, H.S.; CHEN, C.S. Rates of vitamin C loss and discoloration in clear orange juice concentrate during storage at temperature of 4 – 24°C. **J. Agric. Food Chem**, v. 46, p.4723 – 4727, 1998.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S. Avaliação da qualidade de suco de laranja industrializado. **Bol. Centro Pesqui. Process. Alim.**, v. 18, n. 1, p. 95-104, 2000.

MACEDO, T.R. **Estágio supervisionado na Citrosuco**. 2002. 28f. Monografia-Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, 2002.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.129-148, 1989.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. Vitaminas. In: **Krause, alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, p. 97-100, 2002.

MARES-PERLMAN, J. A. Contribution of epidemiology to understanding relations of diet to age-related cataract. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 66, p. 739–740, 1997.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3.ed. Florida:CRC Press, p.387, 1999.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Reinhold, p. 23-51, 1992.

NESS, A. R.; KHAW, K. T.; BINGHAM, S.; DAY, N. E. Vitamin C status and serum lipids. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 50, p. 724–729, 1996.

NEVES, M. F.; LOPES, F. F. **Estratégias para a laranja no Brasil**. São Paulo: Atlas, p.225, 2005.

NEVES, M. F.; Trombin, V. G.; Milan, P.; Lopes, F. F.; Cressoni, F.; Kalaki, R. **O retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: CitrusBR, 2011.

NISIDA, A. L. A. C.; MENEZES, H. C.; TOCCHINI, R. P.; BERBARI, S. A. G. Estabilidade de suco de laranja (*Citrus sinensis*) refrigerado, acondicionado em embalagem asséptica. **Braz. J. Food Technol.**, v. 5, p. 95-100, 2002.

PINTO, L. G. C. **Efeito do processamento sobre o perfil sensorial e os constituintes voláteis do suco de acerola (*Malpighia glabra*. L)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, 2006.

PRETEL, M.T, LOZANO, RIQUELME, F, ROMOJARO, F. Pectic enzymes in fresh fruit processing: optimization of enzymic peeling of oranges. **Process Biochemistry**, v. 32, n. 1, p. 43-49, 1997.

QUEIROZ, E. C. Q.; MENEZES, H. C. Suco de Laranja. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.) **Bebidas não alcoólicas: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, volume 2. Cap. 14, p 243-267, 2010.

RAIMUNDO, E.; KRUGER, R. L.; LUCCIO, M.; CICHOSKI, A.J. Cor, Viscosidade E Bactérias Lácticas Em Suco De Laranja Pasteurizado E Submetido Ao Efeito Da Luz Durante O Armazenamento. **Alim. Nutr.**, Araraquara,v.18, n.4, p. 449-456, out./dez. 2007.

RAMOS, M. A.; IBARTZ, A. Density of juice and fruit puree as a function of soluble solids content and temperature. **Journal of Food Engineering**, v.35, p.57-63, 1998.

ROUSE, A. H.; ATKINS, C. D. Pectinesterase and pectin in commercial orange juice as determined by methods used at the Citrus Experiment Station. **Florida Agricultural and Experimental Station Bulletin**, v. 570, p. 1-19, 1955.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; BEGOÑA DE ANCOS, L. P.; CANO, M. P. Effect of high pressure processing on health-promoting attributes of freshly squeezed orange juice (*Citrus sinensis* L.) during chilled storage. **Eur. Food Res. Technol.**, v.216, p.18-22, 2003.

SAMPEDRO, F.; RODRIGO, D.; HENDRICKX, M. Inactivation kinetics of pectin methyl esterase under combined thermal-high pressure treatments in an orange-milk beverage. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 133-139, 2008.

SENTANDREU, E.; CARBONELL, L.; CARBONELL, J. V.; IZQUIERDO, L. Effects of heat treatment conditions on fresh taste and on pectinmethylesterase activity of chilled mandarin and orange juices. **Food Science and Technology International**, London, v. 11, n.3, p. 217-222, 2005.

SCALBERT, A., WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **The Journal of Nutrition**, v.130. p. 2073S - 2085S, 2000.

SCHILLIND, A; LEONHARDT, C. Disponível em: <http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/unirede/tecvege/feira/pfruta/geleia/pectina.html>. Acesso em 22 jun. 2012.

SILVA, F. T.; JARDINE J. G.; MATTA, V. M. concentração de suco de laranja (*Citrus sinensis*) por osmose inversa. **Ciênc. Technol. Aliment.**, vol.18, n. 1, 1998.

SILVA, P. T.; PEREIRA, C. Q.; ALMEIDA, A. S.; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.; VALENTE. Efeito da temperatura e do tempo de estocagem sobre o teor de ácido ascórbico e a estabilidade microbiológica de suco de laranja 'Pêra'. In: **Anais do Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos**, v.5. São Paulo: Unicamp, CD-ROM, 2003,

SILVA, P. T.; FIALHO, ELIANE; MIGUEL, M. A. L.; LOPES, M. L. M.; MESQUITA, V. L. V. Estabilidades química, físico-química e microbiológica de suco de laranja cv. "pera" submetido a diferentes condições de estocagem. **Bol. Centro Pesqui. Process. Aliment.**, v. 25, n. 2, p. 235-246, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Academic Press 2. ed. London. p.337, 1993.

SOUZA, M. C.C; BENASSI, M. T; MENEGHEL, R. F. A; SILVA, R. S. S. F. Stability of unpasteurized and refrigerated orange juice. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.3, p. 391-397, 2004.

SUGAI, A. Y.; SHIGEOKA, D. S.; BADOLATO, G. G.; TADINI, C. C. Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio. **Ciênc. Technol. Alim.**, v. 22, n. 3, p. 233-238, 2002.

Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA-UNICAMP. - Versão II. -- 2. ed. --Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, p.113, 2006.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** (3ªed). Porto Alegre: Artmed. p. 719, 2004.

TEIXEIRA, M. **Estudo da vida-de-prateleira do suco de laranja concentrado e congelado.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara-SP, 2006.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 219-227, 2006.

TING, S. V. Citrus fruits. In: CHAN, H. T. Jr. **Handbook of tropical foods.** New York: Marcel Dekker, Cap. 5: p.201-253, 1983.

TOCCHINI, R.P., NISIDA, A.L.A.C.; MARTIN, Z.J. Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas. **Manual do ITAL**, Campinas, p. 44-63, 1995.

TORRES, E. F; BAYARRI, S; SAMPEDRO, F; 2, MARTÍNEZ, A; CARBONELL, J. V. Improvement of the Fresh Taste Intensity of Processed Clementine Juice by Separate Pasteurization of its Serum and Pulp. **Food Science and Technology International**, v.14, p.525- 529, 2008.

TRIBESS, T. B. **Estudo da cinética de inativação térmica da pectinesterase em suco de laranja natural minimamente processado.** Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p.117, 2003.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

VERCET, A.; LOPEZ, P.; BURGOS, J. Inactivation of heat-resistance pectinmethylesterase from orange by manothermosonication. **Journal of Agricultural in Food Chemistry**, v.47, p.432-437, 1999.

VIEIRA, J. A. G. **Propriedades termofísicas e convecção por escoamento laminar em tubos de suco de laranja.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. Campinas, p.90, 1995.

XU, G.; LIU, D.; CHEN, J.; YE, X.; MA, Y.; SHI, J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. **Food Chem.**, v.106, p.545-551, 2008.

ZERDIN, K.; ROONEY, M.L.; VERMUE, J. The vitamin C content orange juice packed in an oxygen scavenger material. **Food Chem.**, v. 82, p. 387 – 389, 2003.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA, ENZIMÁTICA E SENSORIAL DO SUCO DE TANGOR MURCOTE TRATADO TERMICAMENTE COM DIFERENTES TEORES DE POLPA MANTIDO SOB REFRIGERAÇÃO

Pesquisador: Felipe Rodrigues Nogueira Silva

Área

Temática:

Versão: 1

CAAE: 08608212.4.0000.5466

Instituição Proponente: Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Outros

Detalhe: Alteração da fruta do projeto e do título

Justificativa: O motivo da substituição do citrus murcote por citrus laranja foi que no momento

Data do Envio: 14/02/2013

Situação da Notificação: Aguardando revisão do parecer do colegiado

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 225.077

Data da Relatoria: 13/03/2013

Apresentação da Notificação:

Trata-se de justificativa para a substituição do objeto de estudo, o citrus murcote por citrus laranja, da presente pesquisa

Objetivo da Notificação:

Apresentar justificativa da substituição do objeto de estudo, o citrus murcote por citrus laranja, da presente pesquisa tendo em vista que o pesquisador não encontra no mercado quantidade suficiente do citrus murcote para o desenvolvimento, a contento, do projeto de pesquisa proposto.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A fruta escolhida, citrus laranja, não interfere nos objetivos e na execução da proposta inicial, portanto a avaliação dos riscos e benefícios permanecem inalterados, quais sejam, riscos mínimos para saúde do degustador uma vez que se trata de suco de laranja natural, cuja manipulação

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 1897/99999

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município:

SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2456

Fax: (17)3221-2500

E-mail: soraiafr@ibilce.unesp.br;

Seguirá as boas práticas de higiene, desde a seleção das frutas até o produto final para a análise sensorial, e os benefícios são bastante relevantes, pois poderá resultar em um produto de excelente qualidade nutricional e aceitação sensorial.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

A notificação é sucinta porém esclarecedora, está bem justificada e não trás nenhum prejuízo quanto ao pretendido no tocante à análise sensorial.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Permanece inalterado com relação à proposta inicial.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sugiro a aprovação da notificação

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aceitar a notificação quanto a substituição do murcote por citrus laranja.

SAO JOSE DO RIO PRETO, 21 de Março de 2013

**Assinado por: Ana
Elizabete Silva**

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 1897/99999

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2456

Fax: (17)3221-2500

E-mail: soraiifr@ibilce.unesp.br;

Anexo II- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Efeitos Do Tratamento Térmico Em Separado Da Polpa E Do Suco Sobre A Qualidade Físico-Química, Microbiológica, Enzimática E Sensorial Do Suco De Laranja mantido Sob Refrigeração” sob responsabilidade de Felipe Rodrigues Nogueira Silva. O estudo será realizado através de análises sensoriais de sucos integrais pasteurizados e mantidos sob refrigeração do laranja com diferentes teores de polpa, sendo feita avaliação da aceitabilidade dos diferentes tipos de sucos e também sendo realizado o teste da escala do ideal com relação a quantidade de polpa suspensa presente no suco. Os riscos da pesquisa a sua saúde são mínimos, pois os produtos a serem experimentados são de consumo comum, além de serem manipulados utilizando-se as Boas Práticas de Manipulação/Fabricação. Você poderá consultar o pesquisador responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone (018) 97387787 para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos apenas serão utilizados para divulgação em reuniões. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado à Seção Técnica de Saúde (UNAMOS), situado à Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto/SP – Telefones (17) 3221.2415 – 3221.2416 – 3221.2485.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo, coloque sua assinatura a seguir e rubricue cada página deste termo.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

São José do Rio Preto, _____ de _____ de 2012

Usuário ou responsável legal

Felipe Rodrigues Nogueira Silva

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador.

Nome Pesquisador: Felipe Rodrigues Nogueira Silva	Cargo/Função: Mestrando
Instituição: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas-Unesp	
Endereço: Rua: Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth – São José do Rio Preto/SP	
Projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP	
São José do Rio Preto – fone 17-3221.2456/2545 e 3221.2384	

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, ____/____/____

Assinatura