

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, NUTRICIONAL, FÍSICA E SENSORIAL DE DOIS
CULTIVARES DE BRÓCOLIS (*Brassica oleracea* L. var. *italica* baron e *Brassica oleracea* L.
var. *italica* ramoso-Piracicaba) : UM ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA.**

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por ELKE STEDEFELDT CLEMENTE aprovada pela Comissão Julgadora em 27 de março de 1998.

Campinas, 27 de março de 1998.


Prof. Dra. MARIA APARECIDA
AZEVEDO PEREIRA DA SILVA
Presidente da Banca

ELKE STEDEFELDT CLEMENTE

Nutricionista

Prof. Dra MARIA APARECIDA A. P. DA SILVA

Orientadora

Prof. Dr VALDEMIRO C. SGARBIERI

Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de mestre em Ciência da Nutrição - Área de Nutrição Básica e Experimental.

CAMPINAS, 1998

0912557



UNIDADE	FEA
N.º CHAMADA:	
T.º DE C.º	34050
PRON.º	395/98
C.º	D.º
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	28/05/98
N.º CPD	

CM.00111252-8

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

C591c

Clemente, Elke Stedefeldt

Caracterização química, nutricional, física e sensorial de dois cultivares de brócolis (*Brassica oleracea* L. var *baron* e *Brassica oleracea* L. var. *italica* ramoso – Piracicaba) : um estudo de vida-de-prateleira / Elke Stedefeldt Clemente. – Campinas, SP: [s.n.], 1998.

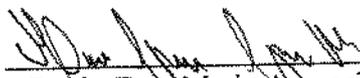
Orientador: Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva

Co-orientador: Valdemiro Carlos Sgarbieri

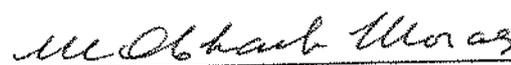
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Armazenamento. 2. Brócolis. 3. Avaliação sensorial. I. Silva, Maria Aparecida Azevedo Pereira da. II. Sgarbieri, Valdemiro Carlos. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

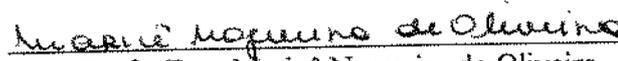
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva
(orientadora)



Prof. Dra. Maria Amélia Chaib de Moraes
(membro)



Prof. Dra. Maricé Nogueira de Oliveira
(membro)

Prof. Dra. Flávia Maria Netto
(membro)

*“Não te mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes,
porque o Senhor, teu Deus,
é contigo por onde quer que andares.”*
Josué 1-9

Dedico

Ao Anderson pela compreensão, incentivo e paciência nas diferentes etapas desse trabalho.

Aos meus pais e irmãos por acreditarem em mim.

A Graciosa, Waldyr, Claudete e Alexandre, minha segunda família.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva meu especial agradecimento pela amizade e dedicada participação como orientadora, possibilitando a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Valdemiro Carlos Sgarbieri e a Profa. Dra. Maria Helena Damásio pelas valiosas sugestões.

À FAPESP, pela bolsa de estudo.

Ao Sr. Álvaro Lopes e Ana Maria Lopes Sobral pela amizade e por possibilitarem a realização desse trabalho.

Ao engenheiro agrônomo Carlos Alberto, ASGROW - Paulínia, pelo incentivo.

À Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavares, Planejamento Alimentar e Nutrição - UNICAMP, pelo apoio e incentivo.

À Profa. Dra. Helena T. Godoy, Profa. Dra. Marta Benassi e Profa. Dra. Maria do Carmo Guedes, Ciência de Alimentos - UNICAMP, pela atenção e ajuda.

À Helena, Tecnologia de Alimentos - UNICAMP, pela disponibilidade de equipamento e ajuda.

À Lúcia, Instituto de Química - UNICAMP, pela disponibilidade de equipamento e ajuda.

À Soely, Liana e Chico, Planejamento Alimentar e Nutrição - UNICAMP, pela amizade e pelas diversas colaborações.

Aos amigos Luciana, Mara, Marlene, Ivone, Ana Paula, Ciça, Ana Maria, Daniel e Ingrid pelo incentivo.

À Banca Examinadora pelas correções e sugestões.

À todas as pessoas que de alguma forma possibilitaram a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	V
Lista de Figuras.....	IX
Resumo.....	XIV
Abstract.....	XV
1 - Introdução.....	1
2 - Revisão Bibliográfica.....	4
2.1 - Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i>).....	4
2.2 - Vida-de-prateleira *.....	5
2.2.1 - Aspectos sensoriais *.....	9
2.2.2 - Aspectos químicos e nutricionais *.....	14
2.2.2.1 - Clorofilas.....	14
2.2.2.2 - Ácido ascórbico.....	17
2.2.2.3 - β -caroteno.....	19
2.2.3 - Aspectos físicos *.....	23
2.2.3.1 - Cor.....	23
2.2.3.2 - Textura.....	25
2.2.4 - Aspectos enzimáticos *.....	30
3 - Materiais e Métodos.....	35
3.1 - Materiais.....	35
3.1.1 - Matéria-prima.....	35
3.1.2 - Equipamentos.....	37
3.1.3- Reagentes.....	37
3.2 -Métodos.....	38
3.2.1 - Otimização do tempo de cocção.....	38
3.2.2 - Avaliações sensoriais.....	42
3.2.2.1 - Teste de aceitação.....	42
3.2.2.2 - Perfil sensorial.....	42
3.2.2.2.1 - Recrutamento e pré-seleção de provadores.....	45

3.2.2.2.2 - Desenvolvimento de terminologia descritiva.....	48
3.2.2.2.3 - Treinamento de provadores.....	49
3.2.2.2.4 - Seleção final de provadores.....	49
3.2.2.2.5 - Teste sensorial.....	50
3.2.2.2.6 - Análise Estatística.....	50
3.2.3 - Caracterização da matéria-prima.....	50
3.2.3.1 - Determinação das propriedades químicas e nutricionais.....	50
3.2.3.1.1 - Composição centesimal aproximada.....	50
3.2.3.1.2 - Teor de clorofilas.....	51
3.2.3.1.3 - Teor de ácido ascórbico.....	52
3.2.3.1.4 - Teor de β -caroteno.....	53
3.2.3.2 - Determinação das propriedades físicas.....	55
3.2.3.2.1 - Cor.....	55
3.2.3.2.2 - Textura.....	55
3.2.3.3 - Determinação da atividade da enzima peroxidase.....	55
3.2.4 - Perda de vitaminas em função da cocção do produto.....	56
3.2.5 - Estudo de vida-de-prateleira.....	56
3.2.5.1 - Estudo de vida-de-prateleira a 5°C.....	57
3.2.5.2 - Estudo de vida-de-prateleira a 25°C.....	58
4 - Resultados e Discussão.....	60
4.1 - Otimização do tempo de cocção.....	60
4.1.1 - Correlações entre medidas sensoriais do teste de aceitação e medidas instrumentais de textura nos diferentes tempos de cocção.....	64
4.2 - Análises sensoriais.....	66
4.2.1 - Terminologia descritiva de brócolis.....	66
4.2.2 - Seleção de provadores.....	74
4.3 - Hábito de consumo, aceitação e perfil sensorial dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento.....	84
4.3.1 - Hábito de consumo de brócolis.....	84
4.3.2 - Teste de aceitação.....	84
4.3.3 - Perfil sensorial.....	85

4.4 - Caracterização da matéria-prima.....	91
4.4.1 - Composição centesimal aproximada.....	91
4.4.2 - Caracterização química e nutricional dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento.....	92
4.4.3 - Caracterização física dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento.....	93
4.5 - Perda de vitaminas em função do cultivar e cocção do produto.....	94
4.6 - Estudo de vida-de-prateleira.....	98
4.6.1 - Estudo de vida-de-prateleira a 5°C.....	98
4.6.1.1 - Propriedades sensoriais.....	98
4.6.1.1.1 - Influência do tempo de armazenamento na aceitação.....	98
4.6.1.1.2 - Influência do tempo de armazenamento no perfil sensorial.....	104
4.6.1.2 - Análise da perda de qualidade sensorial e nutricional em função da vida-de-prateleira.....	111
4.6.1.3 - Propriedades químicas e nutricionais.....	115
4.6.1.3.1 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor de clorofilas.....	115
4.6.1.3.2 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor de ácido ascórbico.....	119
4.6.1.3.3 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor de β -caroteno.....	122
4.6.1.4 - Propriedades físicas.....	125
4.6.1.4.1 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C na cor.....	125
4.6.1.4.2 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C na textura.....	129
4.6.1.5 - Estudo das correlações entre medidas sensoriais do teste de aceitação e medidas instrumentais de cor e textura durante o estudo de vida-de-prateleira a 5°C.....	131
4.6.1.6 - Influência do tempo de armazenamento a 5°C na atividade da enzima peroxidase.....	134
4.6.2 - Estudo de vida-de-prateleira a 25°C.....	137
4.6.2.1 - Propriedades sensoriais.....	137

4.6.2.1.1 - Influência do tempo de armazenamento.....	137
5 - Conclusões e Recomendações.....	140
6 - Referências Bibliográficas.....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características mecânicas primárias, secundárias e seus respectivos termos populares de textura.....	26
Tabela 2: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de aparência.....	66
Tabela 3: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de aroma e sabor.....	67
Tabela 4: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de textura oral e textura manual.....	68
Tabela 5: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$ entre parênteses) de cada provador em cada atributo de aparência.....	76
Tabela 6: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$ entre parênteses) de cada provador em cada atributo de aroma.....	77
Tabela 7: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$ entre parênteses) de cada provador em cada atributo de sabor.....	78
Tabela 8: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$ entre parênteses) de cada provador em cada atributo de textura oral e textura manual	79
Tabela 9: Médias da equipe sensorial e de cada candidato para os atributos de aparência para as amostras avaliadas no teste de seleção dos provadores (brócolis ramoso-Piracicaba fresco e	

cozido, brócolis baron fresco e cozido e brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias)..... 80

Tabela 10: Médias da equipe sensorial e de cada candidato para os atributos de aroma para as amostras avaliadas no teste de seleção dos provadores (brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, brócolis baron fresco e cozido e brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias)..... 81

Tabela 11: Médias da equipe sensorial e de cada candidato para os atributos de sabor para as amostras avaliadas no teste de seleção dos provadores (brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, brócolis baron fresco e cozido e brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias)..... 82

Tabela 12: Médias da equipe sensorial e de cada candidato para os atributos de texturas oral e manual para as amostras no teste de seleção dos provadores (brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, brócolis baron fresco e cozido e brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias)..... 83

Tabela 13: Valores de aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento..... 85

Tabela 14: Médias dos atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual julgados na Análise Descritiva Quantitativa das amostras de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento..... 90

Tabela 15: Composição centesimal aproximada dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron crus e cozidos..... 91

Tabela 16: Teores de ácido ascórbico, β -caroteno, clorofila a, clorofila b, clorofila total e peroxidase dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo inicial de armazenamento a 5°C 92

Tabela 17: Parâmetros de cor: L*, a*, b*, tonalidade e força de cisalhamento (firmeza) dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo inicial de armazenamento a 5°C.....	93
Tabela 18: Teores de β -caroteno e vitamina C nos diferentes cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron cru e cozido.....	95
Tabela 19: Aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	98
Tabela 20: Médias da equipe sensorial para os atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual de brócolis cv. ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento.....	109
Tabela 21: Médias da equipe sensorial para os atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual de brócolis cv. baron nos diferentes tempos de armazenamento.....	110
Tabela 22: Resultados do teste de lack-of-fit das médias da equipe sensorial para os atributos julgados na ADQ do brócolis cv. ramoso-Piracicaba armazenado a 5°C.....	113
Tabela 23: Resultados do teste de lack-of-fit das médias da equipe sensorial para os atributos julgados na ADQ do brócolis cv. baron armazenado a 5°C.....	114
Tabela 24: Teores de clorofilas a e b dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	116
Tabela 25: Teores de ácido ascórbico dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	120
Tabela 26: Teores de β -caroteno dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	123

Tabela 27: Os parâmetros L^* , a^* , b^* e tonalidade dos brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C	126
Tabela 28: Força de cisalhamento (firmeza) do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron cru em função do tempo de armazenamento a 5°C	130
Tabela 29: Força de cisalhamento (firmeza) do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron cozido em função do tempo de armazenamento a 5°C	130
Tabela 30: Valores de a , b , coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e textura (força de cisalhamento), durante o armazenamento a 5°C	131
Tabela 31: Valores de a , b , coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. baron e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e textura (força de cisalhamento), durante o armazenamento a 5°C	133
Tabela 32: Atividade da enzima peroxidase do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C	135
Tabela 33: Aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 25°C	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química das clorofilas a e b.....	14
Figura 2: Degradação das clorofilas nos tecidos vegetais.....	16
Figura 3: Estrutura química da vitamina C.....	17
Figura 4: Estrutura química do licopeno.....	20
Figura 5: Estrutura química do β -caroteno.....	21
Figura 6: Esquema representativo da força de compressão.....	27
Figura 7: Esquema representativo da força de cisalhamento.....	27
Figura 8: Esquema representativo da força de corte.....	28
Figura 9: Esquema representativo da força de tensão.....	28
Figura 10: Esquema representativo da força de cisalhamento-pressão.....	28
Figura 11: Estrutura química da ferriprotoporfirina III (protoheme).....	32
Figura 12: Semeio (a) e cultivo (b) dos cultivares de brócolis.....	36
Figura 13: Ficha de avaliação sensorial utilizada para otimização do tempo de cocção de brócolis.....	39
Figura 14: Questionário para seleção de provadores para o teste de aceitação.....	40-41

Figura 15: Ficha de avaliação sensorial para teste de aceitação e atitude de compra de brócolis.....	43
Figura 16: Apresentação das amostras para os testes sensoriais.....	44
Figura 17: Questionário para recrutamento e seleção de provadores para Análise Descritiva Quantitativa.....	46-47
Figura 18: Ficha de aplicação do método de rede.....	48
Figura 19: Gráficos de frequência dos provadores em função de suas impressões sobre a maciez do brócoli expressas na escala "ideal" para 4, 7, 10, 13 e 16 minutos de cocção do brócoli cultivar ramoso-Piracicaba.....	61
Figura 20: Gráficos de frequência dos provadores em função de suas impressões sobre a maciez do brócoli expressas na escala "ideal" para 4, 7, 10, 13 e 16 minutos de cocção do brócolis cultivar baron.....	62
Figura 21: Modelos lineares das médias da escala "ideal" em função dos diferentes tempos de cocção das amostras de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba.....	63
Figura 22: Modelos lineares correlacionando as medidas instrumentais de textura com as medidas sensoriais do teste de aceitação nos diferentes tempos de cocção dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron.....	65
Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron.....	69-74
Figura 24: Perfil sensorial de cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento.....	86

Figura 25: Gráfico da análise de Componentes Principais dos cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba (1) e baron (2).....	89
Figura 26: Porcentagem de preenchimento das necessidades diárias de vitaminas A e C segundo RDA (1989) de indivíduos normais frente a ingestão de uma porção de 100g de brócolis cv. ramoso e baron cozidos, respectivamente.....	97
Figura 27: Brócoli cultivar ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C: com 14 dias de armazenamento (a) e com 21 dias de armazenamento (b).....	100
Figura 28: Brócoli cultivar baron nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C: com 21 dias de armazenamento (a). com 24 dias de armazenamento (b).....	101
Figura 29: Aceitação do brócoli cru em função da vida-de-prateleira para o cultivar ramoso-Piracicaba e baron armazenados a 5°C e 25°C.....	103
Figura 30: Aceitação do brócoli cozido em função da vida-de-prateleira para o cultivar ramoso-Piracicaba e baron armazenados a 5°C.....	103
Figura 31: Gráfico da análise de Componentes Principais do cultivar de brócoli ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C.....	107
Figura 32: Gráfico da análise de Componentes Principais do cultivar de brócoli baron nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C.....	108
Figura 33: Retenção de clorofila a de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	118
Figura 34: Retenção de clorofila b de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	118

Figura 35: Retenção de ácido ascórbico de brócolis cultivares ramoso- Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	121
Figura 36: Retenção de β -caroteno de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	124
Figura 37: Atividade da enzima peroxidase de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.....	136
Figura 38: Brócolis nos diferentes tempos de armazenamento a 25°C: cv. ramoso-Piracicaba com 01 dia de armazenamento (a), cv. baron com 1 dia de armazenamento (b), cv. ramoso-Piracicaba com 2 dias de armazenamento (c) e cv. baron com 02 dias de armazenamento.....	139

RESUMO

As propriedades químicas, físicas, nutricionais, sensoriais e a vida-de-prateleira de dois cultivares de brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica* ramoso-Piracicaba e baron) foram determinadas e comparadas. Análise Descritiva Quantitativa foi realizada e uma lista de 22 termos descrevendo os atributos de aparência, aroma, sabor e textura dos produtos crus e cozidos foram gerados. Nove provadores treinados utilizaram-se dos atributos descritivos para monitorar as alterações no perfil sensorial dos dois cultivares durante o armazenamento a 5°C. A aceitação e atitude de compra dos consumidores tanto dos produtos crus como cozidos foram avaliadas por escalas hedônica e de atitude, tendo sido usadas para definir a vida-de-prateleira a 5 e 25°C. Alterações dos teores de vitamina C, β -caroteno, clorofila a e b, da enzima peroxidase, dos parâmetros de cor L*, a*, b* e de textura foram também investigadas. Estudos relacionando a perda de vitaminas em função da cocção dos brócolis e também relacionando as medidas sensoriais e medidas instrumentais de cor e textura foram realizados. Os dados foram analisados por análise univariada e multivariada. No tempo inicial de estocagem, o cultivar ramoso-Piracicaba mostrou maior intensidade de cor verde, maior tamanho dos botões florais, maior intensidade de aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico, sabor residual, fibrosidade e suculência oral. O cultivar baron caracterizou-se, no tempo inicial, pela maior compactação dos botões florais, maior intensidade do aroma sulfuroso, gosto amargo, gosto adocicado, sabor de passado, maciez oral e firmeza manual. Os dois cultivares foram igualmente bem aceitos pelos consumidores. O cultivar ramoso-Piracicaba, no tempo inicial de armazenamento a 5°C, apresentou valores significativamente ($p \leq 0,05$) superiores de β -caroteno, clorofilas a e b, da enzima peroxidase e valor inferior de vitamina C em relação ao cultivar baron. Ambos cultivares cozidos (100g) atendem às necessidades diárias de vitaminas A e C de um indivíduo adulto normal. Para os parâmetros de cor, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os dois cultivares no tempo inicial de armazenamento, sendo que para textura instrumental o cultivar baron apresentou uma diferença significativamente ($p \leq 0,05$) maior na firmeza em relação ao cultivar ramoso-Piracicaba. A análise multivariada sugere que a presença de botões florais amarelos, aroma de passado, aroma sulfuroso, gosto amargo e sabor residual caracterizam o fim da vida-de-prateleira para o cultivar ramoso-Piracicaba armazenado a 5°C. Para o cultivar baron, os atributos presença de botões florais amarelos, aroma de passado e sabor residual, caracterizam

o fim de vida-de-prateleira a 5°C. Os teores de clorofila a e b e de vitamina C apresentaram uma perda significativa ($p \leq 0,05$) após 21 e 24 dias de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron, respectivamente. O cultivar ramoso-Piracicaba apresentou um valor nutricional superior em relação a vitamina A ao término da vida-de-prateleira. A atividade da enzima peroxidase, os parâmetros de cor: L*, a*, b* e de textura sofreram alterações nos dois cultivares de brócolis durante a vida-de-prateleira. Na temperatura de 25°C, a vida-de-prateleira de ambos cultivares de brócolis variou entre 1 e 2 dias. Os resultados sugerem que o brócoli cultivar baron terá aceitação junto ao mercado nacional, apresentando um maior tempo de vida-de-prateleira em relação ao cultivar ramoso-Piracicaba, quando armazenado a 5°C.

PALAVRAS CHAVES: vida-de-prateleira, brócolis, perfil sensorial.

ABSTRACT

The chemical, physical, nutritional and sensory profiles of broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italic* ramoso-Piracicaba e baron) were determined and compared. A Quantitative Descriptive Analysis was applied and a sensory ballot including 22 terms describing the attributes of appearance, aroma, flavor and texture of the raw and cooked samples was produced. Nine trained panelists used the descriptive ballot to monitor changes occurring in the sensory profiles of the cultivars during storage at 5°C. Overall acceptability and consumer buying attitude towards the raw and cooked samples were evaluated on hedonic and attitude scales and the results used to define the shelf-life of the vegetable at 5 and 25°C. Changes in the vitamin C, β -carotene, chlorophyll a and b contents, peroxidase activity, instrumental color (L^* , a^* , b^*) and texture measurements were also investigated. Studies of the loss of vitamins as a function of cooking and the correlations between sensory and instrumental color and texture measurements were carried out. The data were analyzed by Univariate and Multivariate statistical techniques. At zero time, the cultivar ramoso-Piracicaba showed higher intensities of green-grassy aroma, sulfur and residual flavors, fibers and juiciness. The cultivar baron was characterized by a bitter-sweet taste and softness. The cultivars were equally well accept by consumers. The cultivar ramoso-Piracicaba presented significantly higher values ($p \leq 0,05$) of β -carotene, chlorophyll a and b contents and peroxidase activity than the cultivar baron at zero time and significantly lower values ($p \leq 0,05$) of vitamin C. Both cooked samples (100 g) attended the individual requirements for adult men for vitamins A and C. There was no significant difference ($p \leq 0,05$) in color measurements at zero time. However, the cultivar baron exhibited significantly higher value ($p \leq 0,05$) for texture than the cultivar ramoso-Piracicaba. At a storage temperature of 5°C the shelf-life of the cultivar ramoso-Piracicaba was between 14 and 21 days while that of the cultivar baron was between 21 and 24 days. The Multivariate Analysis suggested that the presence of yellow florets, state and sulfur aromas, bitter taste and residual flavor characterized the end point the shelf-life for the cultivar ramoso-Piracicaba. For the cultivar baron, the Multivariate Analysis suggested that the presence of yellow florets, sulfur aroma and residual flavor characterized the end point for the shelf-life at 5°C. The chlorophyll a and b and vitamin C contents presented significant losses ($p \leq 0,05$) after 21 and 24 days at the storage temperature of 5°C for broccolis of the cultivars ramoso-Piracicaba and baron, respectively. At the end of the shelf-life, the cultivar

ramoso-Piracicaba presented a higher nutritional content with respect to vitamin A. During the shelf-life, changes in the peroxidase activity, color and texture measurements were observed in both cultivars. At a storage temperature of 25°C, the shelf-life of both broccoli cultivars was between 1 and 2 days. The results suggest that the broccoli cultivar baron would be acceptable on the national market, presenting a longer shelf-life than the cultivar ramoso-Piracicaba at a storage temperature of 5°C.

KEYWORDS: shelf-life, broccoli, sensory profile.

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças exercem um papel importante na nutrição humana, suprindo nutrientes em que outros alimentos são, via de regra, deficientes. Em decorrência, o valor nutritivo desses vegetais como fonte de minerais, vitaminas e fibras alimentares tem sido bastante reconhecido (SALUNHKE & DESAI, 1984).

Hortaliças de coloração verde e amarela, são fontes de β -caroteno, o qual é convertido pelo homem em retinol ativo (vitamina A). No homem, essa vitamina é essencial ao funcionamento dos processos visuais, à proliferação e diferenciação celular e à reprodução e integridade do sistema imunológico (OLSON, 1989). Atribui-se ainda ao retinol, efeito anticarcinogênico (PETTO et al., 1981; WATTENBERG, 1983).

Hortaliças são também fontes de vitamina C, e junto com as frutas, têm sido reconhecidas como responsáveis por 90% da ingestão diária dos indivíduos com relação a esse micronutriente. Na verdade, várias hortaliças contêm em 100 gramas de tecido, o nível de requerimento dietético diário do homem, no que diz respeito à vitamina C (WILLS et al., 1981). A importância do ácido L-ascórbico na nutrição humana, deve-se ao seu envolvimento nas seguintes funções bioquímicas e fisiológicas: i) resposta imunológica (BENDICH, 1987), ii) agente bloqueador da formação de nitrosaminas, iii) metabolismo de lipídeos, iv) efeito protetor à toxicidade devido a sua interação com metais pesados, v) biossíntese de colágeno, e vi) biossíntese de aminas biogênicas (HORNIG et al., 1989).

Dentre as frutas e as hortaliças consumidas pelo homem, atribui-se ao brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) um lugar de destaque com relação à concentração de vitaminas e minerais (RICK, 1978). A incorporação de vegetais da família *Brassica* na alimentação tem sido associada a um decréscimo da incidência de câncer humano (GRAHAM et al., 1978) e parece inibir a carcinogênese experimental em animais de laboratório (WATTENBERG, 1983). MARKS et al. (1992) atribuíram parte deste efeito à vários compostos organosulfurados presentes nestes vegetais, principalmente ao composto S-metilcisteína sulfóxido (SMCSO). HERTOOG et al.

(1992) e HERRMANN (1994) encontraram valores consideráveis do flavonóide quercitina em brócoli. Atribui-se a esse flavonóide, potencial anticarcinogênico.

No Brasil, o nome brócoli é reservado para a hortaliça que produz inflorescência, com haste carnosa e grossa, tendo nas extremidades tufos de botões florais de cor verde-azulada. Os brotos e botões constituem a parte comestível da hortaliça a qual atinge comprimentos diversos em função da variedade ou linhagem. Quando de pequeno tamanho, os botões são reunidos e amarrados formando maços para serem comercializados (CAMARGO, 1989; FORNASIER & LISBÃO, 1990).

Segundo CAMARGO (1989), no Brasil o consumidor prefere os cultivares de botões graúdos, entre eles : ramoso-santana, ramoso IAC-4112 e ramoso-Piracicaba.

TIGHELAAR (1980) descreveu novos cultivares de brócolis, caracterizados por uma coloração verde-azulada escura, apresentando larga cabeça compacta com botões florais pequenos e um moderado número de tufos laterais largos. Estes novos cultivares estão sendo introduzidos a aproximadamente sete anos no Brasil. São conhecidos como "brócolis de cabeça única" e sua adequação ao clima tropical está sendo estudada (ASGROW, 1993). O "brócoli de cabeça única" constitui uma excelente opção para o horticultor para o plantio a partir de março, como uma cultura de inverno, que não apresenta maiores riscos por suportar naturalmene baixas temperaturas (ASGROW, 1990). Segundo ASGROW (1996), o cv. baron (cabeça única) é o mais procurado pelos consumidores de outros países, devido a alta qualidade e boa adaptação para o plantio em qualquer época do ano. Alguns produtores, que trabalham com vendas dirigidas, conseguem com o cultivar baron preços até 150% maiores àqueles conseguidos com o ao brócoli ramoso.

Nos Estados Unidos da América os "brócolis de cabeça única" dominam o mercado consumidor desta hortaliça, em função de apresentarem maior rendimento tecnológico, uma vida-de-prateleira mais prolongada (retardo na abertura dos botões florais) e melhores características de congelamento (ASGROW, 1994).

Vantagens adicionais do "brócoli de cabeça", relacionam-se com os aspectos agronômicos desta variedade. Dentre elas, citam-se uma maior resistência a pragas e doenças e a possibilidade de poder programar sua cultura. Enquanto no brócoli ramoso, os botões devem ser retirados a medida que a inflorescência ocorre, no brócoli de cabeça única a inflorescência acontece a uma só vez, permitindo colheita única e a conseqüente programação de plantio e colheita desta hortaliça. Essas vantagens traduzem-se em uma melhoria na relação custo/benefício ao produtor (ASGROW, 1994).

Finalmente, o brócoli de cabeça têm sido apontado como um produto de qualidade sensorial superior ao brócoli ramoso. Isso ocorre em função de que o brócoli ramoso deve ter seus botões colhidos ao longo de um grande espaço de tempo, fazendo com que sua haste central apresente alteração de textura, tornando-se fibrosa e gerando um produto de qualidade sensorial inferior (ASGROW, 1994).

Entretanto, ainda que o "brócoli de cabeça única" nos E.U.A. apresente vantagens tecnológicas, sensoriais e agronômicas sobre o brócoli ramoso, estudos devem ser realizados para garantir que este cultivar irá oferecer o mesmo desempenho no Brasil, uma vez que diferentes situações climáticas, tipo de solo, temperatura, irradiação solar e outros fatores, podem alterar as características físico-químicas e nutricionais dos vegetais (NONNECKE, 1989). Em complementação, é possível que no Brasil, onde o brócoli ramoso sempre foi o cultivar disponível, os consumidores apresentem baixa aceitação do novo cultivar em função da singularidade das características sensoriais em comparação com o cultivar tradicional.

Assim, o presente estudo teve por objetivos :

- Determinar e comparar as propriedades químicas, físicas, nutricionais e sensoriais de dois cultivares de brócolis: *Brassica oleracea* L. var. *italica* baron e *Brassica oleracea* L. var. *italica* ramoso- Piracicaba, cultivados em clima tropical;
- Determinar e comparar a vida-de-prateleira dos cultivares de brócolis acima especificados através das suas propriedades químicas, físicas, nutricionais e sensoriais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)

Conhecido como brócolos, brócoli ou couve-brócolo, esta hortaliça é uma variedade botânica da mesma espécie e morfologicamente semelhante à couve-flor. O nome se originou do italiano "brocco"- que significa "broto", pois são as brotações florais a parte comestível (FILGUEIRA, 1982). O brócoli é originário da couve selvagem *Brassica oleracea* L., planta indígena da Europa e, provavelmente, da Ásia Ocidental (CAMARGO, 1989).

No Brasil, a região centro-sul concentra quase toda a produção de brócoli nacional, predominando os cultivares do grupo ramoso. Neste grupo, destaca-se o cultivar de verão ramoso-Piracicaba, selecionado para temperaturas elevadas, apresentando numerosas ramificações laterais. Um segundo grupo, plantado em menor escala, é o brócoli de cabeça central grande, representado pelo antigo cultivar paulista Jundiaí, que produz poucas ramificações laterais (FILGUEIRA, 1982).

O cultivo do brócoli é realizado através de sementes, de forma similar ao da couve-flor. O padrão nacional de germinação é de 70% sendo que o transplante das mudas ocorre, em média, 30 dias após a semeadura e, a colheita, após 90 dias (FORNASIER & LISBÃO, 1990). Quando a cabeça central atinge o ponto de colheita ela deve ser rapidamente cortada, para que se promova um maior desenvolvimento das inflorescências laterais. Em qualquer cultivar, é importante que haste, botões e cabeças apresentem uma coloração verde-intenso, e que os botões estejam bem fechados, não se percebendo as pétalas amarelo-vivo das flores. Para a comercialização do cultivar ramoso, as cabeças laterais juntamente com suas hastes são reunidas em maços atados com fibra. Diferentemente, os cultivares de cabeça central, são comercializados como a couve-flor, não havendo a necessidade de elaboração de maços (WERNER, 1978; FILGUEIRA, 1982).

Nos Estados Unidos da América, o cv. de brócoli mais cultivado é o do tipo italiano, conhecido como brócoli Calabrês (cabeça única). Neste país, foram introduzidos cultivares

específicos para as diferentes estações do ano, de forma a se atender demandas agronômicas e otimizar aspectos tecnológicos (SALUNKHE & DESAI, 1984).

2.2 VIDA-DE-PRATELEIRA

O brócoli é considerado uma hortaliça muito perecível, apresentando um curto período de vida-de-prateleira pós-colheita. Isso se deve ao fato de que os botões florais e o caule, as partes da planta comercializadas, possuem alta taxa de respiração e transpiração (BRENNAN & SHEWFELT, 1989).

A vida-de-prateleira do alimento é o período de tempo em que o produto mantém suas qualidades pré-determinadas, sob condições específicas de estocagem (ASTM, 1993). Do ponto de vista da indústria de alimentos, estudos de vida-de-prateleira baseiam-se em mensurar a perda de qualidade do produto em relação ao atributo que irá priorizar seu consumo. Para o consumidor, o final da vida-de-prateleira de um produto é o período de tempo em que o alimento deixa de ser aceitável (FU & LABUZA, 1993).

Estender o máximo possível a vida-de-prateleira de produtos alimentícios é um importante objeto de pesquisa na área da Ciência dos alimentos. Testes de vida-de-prateleira tem sido fundamentais para minimizar custos de distribuição e armazenamento dos produtos. Por esse motivo, na indústria de alimentos, a área de desenvolvimento de novos produtos acredita ser fundamental o conhecimento e a otimização da vida-de-prateleira do produto antes de introduzi-lo no mercado consumidor (WALETZKO & LABUZA, 1976).

De um modo geral, a vida-de-prateleira de um produto é grandemente determinado por quatro fatores (WALETZKO & LABUZA, 1976):

- interação entre as substâncias presentes no alimento;
- tipo de processamento;
- permeabilidade da embalagem à luz, umidade e gases;
- relação tempo-temperatura durante o transporte e estocagem do produto.

No caso de frutas e hortaliças, tanto o agricultor como a indústria de alimentos, necessitam ter conhecimento dos pontos críticos que levam à perda de qualidade do alimento. Este tipo de informação, permite tanto ao agricultor como à indústria de alimentos, a alteração do sistema de plantio, produção, distribuição e armazenamento de forma a se maximizar a vida-de-prateleira do produto (WALETZKO & LABUZA, 1976).

Estudos de monitoramento de atributos de qualidade de vegetais dentro do sistema de manuseio pós-colheita tem sido conduzidos (SHEWFELT et al., 1985; SHEWFELT, 1986; SHEWFELT et al., 1987a,b; BRENNAN & SHEWFELT, 1989). De acordo com SAGUY & KAREL (1980), pesquisas sobre a perda de qualidade dos alimentos tem fornecido subsídios para o desenvolvimento de processos alternativos, de manipulação e armazenamento, que minimizam as alterações nas propriedades sensoriais ou otimizam a retenção de nutrientes. Aspectos específicos do sistema de embalagem, refrigeração e operações de corte de brócolis também tem sido descritos e estudados (HUDSON et al., 1986; PERRIN & GAYE, 1986). SIMONS (1987) descreveu um sistema de produção, manuseio e distribuição para exportação de brócolis, onde a vida-de-prateleira e a qualidade do produto foram os principais parâmetros otimizados. PERRIN & GAYE (1986) relatam que bastam algumas alterações no manuseio do brócoli para melhorar a qualidade do produto, permitindo o prolongamento de sua vida-de-prateleira. Um bom relacionamento entre o agricultor, a indústria de alimentos e o mercado varejista geralmente traz impactos positivos sobre a vida-de-prateleira de um produto (SHEWFELT et al., 1987b).

Os métodos usados por diferentes indústrias alimentícias, para a determinação da vida-de-prateleira de seus produtos, podem ser tecnologicamente complexos, envolvendo inclusive a utilização de sistemas computadorizados de monitoramento da relação tempo-temperatura. Através desse tipo de estudo é possível determinar-se o motivo da perda de qualidade do produto após sua produção, bem como os fatores que influenciam sobre a perda de qualidade do produto (LABUZA & SCHMIDL, 1988).

Medidas objetivas para se determinar o fim da vida-de-prateleira do alimento geralmente envolvem parâmetros estreitamente relacionados com a segurança microbiológica e nutricional do produto. Assim metodologias e padrões de qualidade envolvendo parâmetros químicos e

microbiológicos tem sido ditados às indústrias de alimentos através de regulamentações do Estado. Órgãos fiscalizadores, geralmente, não monitoram as alterações sensoriais nos produtos alimentares, a não ser que estas alterações estejam relacionadas com odores desagradáveis decorrentes de uma toxicidade potencial (LABUZA & SCHMIDL, 1988). Entretanto, sob o ponto de vista do consumidor, os critérios mais importantes de qualidade que tem sido relevantes para o mercado são: aparência, presença/ausência de defeitos, textura, sabor e valor nutricional do vegetal (WILLS et al., 1981).

Muitos países, especialmente os exportadores de frutas e vegetais, tem ditado padrões de qualidade para o mercado. Estes padrões são usualmente dispostos por autoridades governamentais através de serviços de inspeção. Cada país tem seus próprios critérios dependendo das circunstâncias de mercado. Diferentes padrões de qualidade podem ser aplicados para alimentos direcionados para o consumo local ou exportação (WILLS et al., 1981).

Vários estudos tem sido realizados com o objetivo de se estender a vida-de-prateleira do brócoli, através do uso de inibidores de etileno (WANG, 1977), inibidores de senescência (BATAL et al., 1982), e diferentes métodos de estocagem. O armazenamento em atmosfera modificada tem provido efeito significativo na redução do amarelamento dos botões florais e inibição da produção de etileno (LEBERMANN et al., 1968a; WANG, 1979). Entretanto, uma exposição prolongada do brócoli a altas concentrações de CO_2 e baixos níveis de O_2 induz ao aparecimento de odores e sabores desagradáveis (KASMIRE et al., 1974; WU & SALUNKHE, 1976; WANG, 1979). Segundo WANG (1977), o armazenamento sob atmosfera modificada pode ser realizado em embalagem de filme de polietileno obtendo-se maiores benefícios que a estocagem em atmosfera controlada.

De acordo com FENNEMA (1977), a temperatura de estocagem é um dos fatores mais importantes na perda de qualidade do produto. Muitos processos de perda de qualidade podem ocorrer nos produtos agrícolas durante o armazenamento pós-colheita em função das condições ambientais. Dentre os fatores ambientais que influem sobre a perda da qualidade dos produtos agrícolas, os mais importantes são: a temperatura e umidade relativa (SLOOF et al., 1996). TAOUKIS & LABUZA (1989) relatam que a qualidade de alguns produtos alimentícios e a sua

vida-de-prateleira são extremamente dependentes do histórico da temperatura a qual o produto foi exposto desde a produção até o consumo. Durante o processamento, distribuição e estocagem de alimentos, flutuações de temperaturas podem afetar a taxa de deterioração dos mesmos, especialmente a perda de nutrientes (CHEN et al., 1983). De acordo com GILLIES & TOINOVEN (1995), baixas temperaturas e alta taxa de umidade relativa do ar são condições difíceis de se manter durante a comercialização de vegetais, resultando numa perda de qualidade significativa devido ao murchamento ou amarelamento dos botões florais de brócolis. Os mesmos autores estudaram a influência do resfriamento na qualidade pós-colheita do brócoli. A coleta de dados foi realizada durante duas semanas de armazenamento do produto a 2°C, utilizando-se como parâmetros de qualidade, as alterações de peso, firmeza e cor da cabeça do brócoli. De um modo geral, o início da perda de qualidade do brócoli ocorreu a partir dos 14 dias de armazenamento.

Segundo WERNER (1978), nas condições ideais de conservação, 0°C e 90 a 95% de umidade relativa do ar e embalado em filmes plásticos perfurados, o brócoli pode permanecer em boas condições de qualidade por 1 a 2 semanas.

BLEINROTH et al., (1985) estudaram o comportamento de diferentes hortaliças, armazenadas sob refrigeração, entre elas, o brócoli ramoso. Para auxiliar a preservação do brócoli, esses pesquisadores aplicaram o ácido giberélico e usaram o filme de polietileno como embalagem. Durante o tempo em que os brócolis permaneceram sob refrigeração, as suas hastes perderam a cor verde, tornando-se amareladas. Essa decorreu da perda de clorofila e pôde ser reduzida quando o produto foi embalado em polietileno, permitindo que a sua conservação fosse estendida por mais alguns dias. Sob temperatura de 0°C e 90% UR, os brócolis não envoltos em polietileno conservaram-se apenas durante uma semana, ocorrendo, rapidamente, o seu amarelamento. Nessas mesmas condições, os brócolis envoltos em polietileno conservaram-se durante duas semanas. Segundo os mesmos autores é necessário que a temperatura seja mantida constante, sem oscilações, pois variações de temperatura provocaram ativação da respiração dos brócolis os quais entraram mais rapidamente em senescência. O armazenamento a 3°C não se mostrou recomendável para os brócolis não envoltos em filme plástico. Entretanto, quando envoltos com polietileno, após retirada do excesso de ar, os brócolis conservaram-se por uma

semana. Finalmente, esses pesquisadores observaram que quando retirados da refrigeração, os brócolis necessitam ser comercializados imediatamente, pois uma vez submetidos à temperatura ambiente, a sua perda de qualidade era muito rápida.

Para SALUNKHE et al. (1991), os atributos/parâmetros de qualidade de um produto alimentício podem ser divididos em três categorias principais: sensorial, de superfície e quantitativa. Os atributos sensoriais de qualidade incluem: cor, brilho, tamanho, forma, defeitos, odor e tato, os quais o consumidor pode avaliar através de seus sentidos. O que o consumidor não pode avaliar através dos sentidos são os atributos de superfície, como o valor nutricional, presença de adulterantes e substâncias tóxicas. Finalmente, parâmetros quantitativos como o rendimento do produto, como as partes comestíveis da fruta ou da hortaliça após o preparo, também são uma forma de caracterizar a qualidade do produto. Assim, a caracterização dos aspectos sensoriais, químicos, nutricionais e físicos dos alimentos são fundamentais na avaliação da qualidade de produtos alimentícios.

2.2.1 Aspectos sensoriais

A vida-de-prateleira de produtos alimentícios é efetivamente determinada pelos consumidores a partir da recusa de compra do produto, em função de características sensoriais que no momento da compra não satisfazem as expectativas dos indivíduos (LABUZA & SCHMIDL, 1988).

Segundo recomendações da ASTM (1993), a escolha do teste sensorial a ser utilizado em um estudo de estabilidade de alimentos baseia-se na previsão dos critérios que irão determinar o fim da vida-de-prateleira. Desta forma, três diferentes categorias de testes sensoriais podem ser utilizados: testes de aceitação, testes discriminativos e testes descritivos. Se qualquer alteração perceptível no produto é o critério selecionado para determinar o final da vida-de-prateleira, então um teste discriminativo é apropriado. Alguns exemplos de testes discriminativos incluem: Duo-trio, Triangular, Diferença do Controle e Pareado. Testes descritivos podem ser usados quando um ou mais atributos podem definir o final da vida-de-prateleira. Exemplos de testes descritivos

incluem: Perfil de Textura, Perfil de Sabor e Análise Descritiva Quantitativa. Finalmente, o critério pode envolver um valor de aceitação específico, ou um valor de aceitação significativamente menor que um padrão, o qual pode ser tanto o produto controle ou um produto de referência. Uma combinação dos testes de aceitação, testes discriminativos e testes descritivos pode ser muito apropriada.

A aceitação do consumidor dita o sucesso do produto alimentício no mercado e, logicamente, dita também os padrões de qualidade do mesmo (MUÑOZ et al., 1992; VAISEY-GENSER et al., 1994). Nos últimos anos, a vida-de-prateleira do alimento, de acordo com KAHN & FIRSTENBERG-EDEN (1987) e FU & LABUZA (1993), tem sido determinada através de testes sensoriais de aceitação. A percepção e a atitude do consumidor são de grande importância na determinação da qualidade sensorial de um produto (SIDEL, 1988). Neste caso o parâmetro avaliado é a queda da aceitação do produto durante o armazenamento (LABUZA & SCHMIDL, 1988), a qual é medida através de uma escala hedônica de nove pontos que avalia o quanto o consumidor “gosta” ou “desgosta” do produto nos diferentes tempos de armazenamento (WATTS et al., 1989). A escala hedônica de nove pontos é a escala mais conhecida dentre os estudos sensoriais de alimentos, tendo sido desenvolvida pelas Forças Armadas dos Estados Unidos da América no ano de 1940 (MEISELMAN, 1984). Os participantes de testes de aceitação devem ser qualificados em função de: critérios demográficos, frequência de consumo do produto, idade, sexo, renda e de atitude, e não serem treinados (MEILGARD et al., 1988).

O critério proposto por BISHOP et al. (1984) para se definir o final de vida-de-prateleira baseia-se na obtenção de valores iguais ou inferiores a 5 na escala hedônica de nove pontos por três julgadores; sendo o dia posterior considerado o final da vida-de-prateleira.

LABUZA & SCHMIDL (1988) enfatizam que o teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) pode ser usado para caracterizar e quantificar alterações específicas de aparência, aroma, sabor e textura ocorridos durante o armazenamento de um produto. Entretanto, esta metodologia requer uma equipe sensorial muito bem treinada e conseqüentemente demanda um longo período de pesquisa.

O método de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi desenvolvido por STONE et al. (1974), e avalia todos os aspectos de todos os atributos sensoriais presentes no produto, quais sejam: aparência, aroma, sabor e textura. Para quantificar a intensidade do produto avaliado, o método de ADQ utiliza, via de regra, uma escala não estruturada (de 9 cm) ancorada em seus extremos com palavras que indicam a intensidade da característica sensorial avaliada. Os autores acreditam que ancorar os termos de intensidade nos extremos da escala, aproximaria a escala a uma escala de categoria, e desta forma, a escala sofreria um desvio de linearidade, por isso, os termos de intensidade são ancorados um pouco aquém dos extremos da escala. A aplicação da ADQ envolve as seguintes etapas:

- seleção de provadores: a equipe de provadores é composta de 10 a 12 indivíduos previamente selecionados com base em: disponibilidade, ser consumidor potencial do produto, demonstrar habilidade em perceber diferenças entre as amostras avaliadas, como também possuir habilidade para verbalizar as sensações e trabalhar em grupo.
- desenvolvimento de terminologia descritiva: os provadores avaliam sensorialmente o produto e verbalizam as sensações percebidas, discutindo-as em grupo com a ajuda do líder da equipe.
- treinamento: é realizado com os próprios produtos a serem avaliados e com os materiais de referência.
- seleção final: são selecionados os provadores que realmente conseguem discriminar as amostras, apresentam boa reprodutibilidade e produzem resultados consistentes com os demais membros da equipe sensorial.
- teste sensorial propriamente dito.
- análise de resultados: os resultados são avaliados por análises univariadas, como: Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey e/ou análises multivariadas.

Segundo CIVILLE & LAWLESS (1986), o teste de ADQ fornece uma terminologia descritiva que pode ser aplicada de uma forma ampla, para avaliar as características sensoriais dos produtos. Através do ADQ os provadores geram uma lista de termos que descrevem características específicas relacionadas com a aparência, aroma, sabor e textura do produto. Posteriormente, os provadores quantificam a intensidade de cada descritor sensorial que está

presente no produto, permitindo o monitoramento das alterações nos produtos em função das variações ocorridas na formulação, embalagem, processamento e estocagem do alimento.

DELDOLPH et al. (1963), realizaram um teste de aceitação para verificar a retenção da qualidade de brócolis tratados com agentes químicos e observaram que os provadores apresentaram uma aceitação maior do brócoli tratado com citoquinina em relação ao controle. Estes dados sugerem que os consumidores baseiam-se primeiramente na aparência para julgar a qualidade do brócoli, visto que, a citoquinina aumenta a retenção da clorofila.

LEBERMANN et al. (1968a) apresentaram amostras de botões florais de brócolis embalados com e sem atmosfera modificada, e armazenados a 3 e 5°C a uma equipe sensorial composta de 12 provadores. As amostras foram identificadas com um único código, sendo julgadas pela cor e sabor em escala hedônica estruturada de 9 pontos (9=excelente, 5=±aceitável, 1=completamente inaceitável). Os autores verificaram uma maior retenção da qualidade da cor nas amostras embaladas sob atmosfera modificada e armazenadas tanto a 3 quanto a 5°C. Com relação ao sabor, não foram verificadas diferenças entre as amostras armazenadas com e sem atmosfera modificada nas diferentes temperaturas.

LEBERMANN et al. (1968b) ao analisarem a alteração na textura durante a estocagem a 5°C de brócolis embalados sob atmosfera modificada utilizaram uma escala estruturada de 5 pontos (1=macio; 3=ótimo; 5=duro). Esses pesquisadores verificaram que o caule dos brócolis cozidos mostraram uma perda da qualidade de textura com o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera modificada. Entretanto, os caules de brócolis crus não mostraram alteração na qualidade de textura.

LEE et al. (1979) analisaram o efeito da embalagem na qualidade nutricional e sensorial de vagem (variedade Tendermost) e brócoli crus, congelados e enlatados, quando armazenados em diferentes temperaturas. Esses cientistas avaliaram a queda na qualidade dos atributos relacionados com a aparência, sabor, textura utilizando uma escala estruturada de qualidade de 4 pontos (4=qualidade ótima; 3-3,9 = boa qualidade; 2-2,9= qualidade aceitável; 1-1,9= inaceitável).

A equipe sensorial era composta por 12 provadores treinados, os quais verificaram que após 30 dias de estocagem a 5°C o brócoli cru tornou-se inaceitável ao consumo.

BALLANTYNE et al. (1988) estudaram a vida-de-prateleira de brócolis embalados sob atmosfera modificada e armazenados a 5°C. A qualidade sensorial foi monitorada através da alteração da cor e desenvolvimento de odores estranhos no produto. Presença/ausência de odores estranhos, presença/ausência de amarelamento dos botões florais, presença/ausência de limo foram os atributos julgados. O brócoli manteve sua qualidade sensorial (aceitável para o consumo) por 14 dias de armazenamento.

FORNEY & RIJ (1991) determinaram o efeito da temperatura sobre a vida-de-prateleira de brócoli (*Brassica oleracea* L. *italica* group) armazenados sob atmosfera controlada. O início da perda de qualidade dos atributos de aparência foi observado a partir de 7 dias de armazenamento a 5°C com 85 a 90% de umidade relativa.

Para avaliar a perda de qualidade de brócoli durante o armazenamento, GNANASEKHARAN et al. (1992) utilizaram uma equipe sensorial treinada e uma escala estruturada com os termos verde, verde-amarelo e amarelo. Os autores não encontraram alterações na cor do brócoli durante 11 dias de armazenamento a 4°C, entretanto, eles observaram uma perda de qualidade da cor no mesmo intervalo de tempo, quando o brócoli foi armazenado a 21°C.

BREWER et al. (1995) ao avaliarem as características sensoriais de brócolis frescos e submetidos a diferentes métodos de branqueamento (água em ebulição, vapor, microondas - utensílio de vidro, microondas - em embalagens plásticas) armazenados a -18°C por 4 semanas, utilizaram uma equipe sensorial composta por 8 provadores treinados que utilizaram uma escala de 5 pontos para avaliar aparência, cor, textura, sabor, sabor de passado e aceitação do produto. Os autores observaram que o branqueamento realizado em microondas utilizando utensílio de vidro reteve melhor as características de aparência, cor, textura em relação aos outros tratamentos.

2.2.2 Aspectos químicos e nutricionais

2.2.2.1 Clorofilas

O pigmento verde das plantas foi descoberto pela primeira vez em 1818 por Pelletier e Caventou, a quem se deve o nome de clorofila, e em 1868 Stokes demonstrou que esse pigmento verde era na verdade constituído por uma mistura de dois compostos que foram obtidos na forma relativamente pura, pela primeira vez, por Sorby em 1873 (BOBBIO & BOBBIO, 1992). Assim, as clorofilas, conhecidas como clorofila *a* e clorofila *b*, são os pigmentos responsáveis pela cor verde de diversas frutas e vegetais (HEATON & MARANGONI, 1996).

As clorofilas constituem a classe de pigmentos mais largamente distribuída na natureza, podendo ser encontradas em folhas e outras partes verdes de quase todas as plantas. São essenciais para a fotossíntese, processo pelo qual a energia da luz é utilizada pelas plantas na síntese de carboidratos. As clorofilas estão confinadas aos cloroplastos, estando presentes em uma suspensão coloidal. Estudos indicam que a maior proporção de clorofila encontra-se associada a proteínas, lipídios e lipoproteínas. As clorofilas são obtidas facilmente por extração com solventes orgânicos, entre os quais o mais indicado é a acetona. Willistater, em 1910, estabeleceu a estrutura básica das clorofilas, a qual consiste em uma estrutura tetrapirrólica denominada porfina, mas somente em 1940 é que as estruturas completas destes pigmentos foram definitivamente estabelecidas por Hans e Fischer (HUMPHREY, 1980; FRANCIS, 1985; BOBBIO & BOBBIO, 1992). A estrutura química das clorofilas está apresentada na Figura 1.

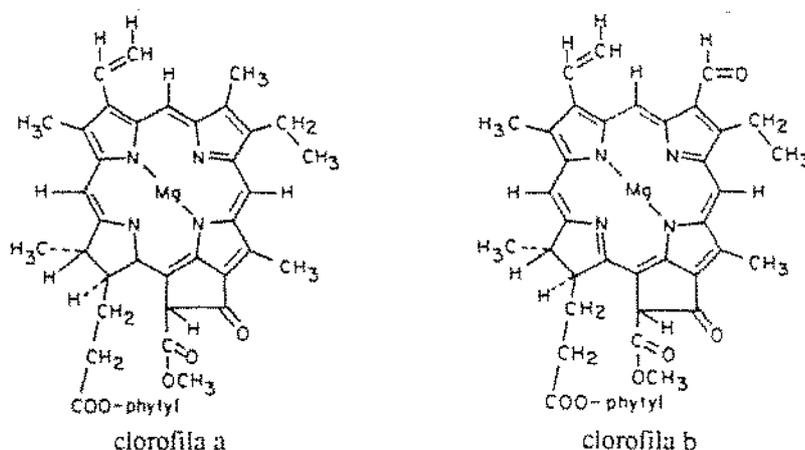


Figura 1: Estrutura química das clorofilas a e b. (Fonte: FRANCIS, 1985).

YAMAUCHI & WATADA (1991) relatam que alterações quantitativas na clorofila e seus produtos de degradação e/ou a hidrólise enzimática tem sido monitorado durante a senescência dos vegetais, mas ainda não parecem muito claros. Entretanto, HEATON & MARANGONI (1996) relataram que frente a diversos fatores, como pH e alterações enzimáticas, as clorofilas podem se degradar, resultando na formação de diferentes compostos intermediários. A degradação das clorofilas, representada pela clorofila *a*, envolve cinco estágios e está apresentada na Figura 2. O primeiro estágio é a clivagem do fitol pela enzima clorofilase, resultando na formação do composto clorofilídeo. O segundo passo, o qual ocorre paralelamente ao primeiro, é a remoção do íon magnésio em meio ácido com formação da feofitina. O clorofilídeo é convertido a feoforbídeo através da perda do íon magnésio, e a feofitina é sequencialmente convertida a feoforbídeo através da perda do fitol. O feoforbídeo sofre uma clivagem do anel da porfirina, através da ação enzimática da dioxigenase e é convertido a um composto fluorescente (FC). A última passagem é a conversão do composto fluorescente a um composto não-fluorescente.

No processamento de alimentos a reação mais importante é sem dúvida a facilidade com que o magnésio é substituído por prótons, pela ação de ácidos diluídos, com formação das feofitinas, compostos de cor verde oliva; cor essa que prejudica a aparência de alimentos ricos em clorofilas (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

A mudança de cor no amadurecimento dos frutos ou envelhecimento de vegetais é causada pela degradação das clorofilas, que enquanto presentes, mascaram a cor dos outros pigmentos (BOBBIO & BOBBIO, 1992). De acordo com ZHUANG et al. (1994), durante a sua senescência o brócoli perde a coloração verde em função da degradação de clorofila, ocorrido assim, o amarelamento de seus botões florais. Segundo FRANCIS (1985), a fim de preservar a cor verde dos vegetais, diversos processos envolvendo o uso de sais alcalinos, hidróxido de cálcio e/ou magnésio, tem sido desenvolvidos e gerado produtos com ótima coloração imediatamente após o processamento, mas não após a estocagem. Parece que um dos melhores caminhos para manter a estabilidade das clorofilas nos vegetais, tem sido trabalhar com produtos de alta qualidade, processando-os rapidamente, e estocando-os a baixa temperatura.

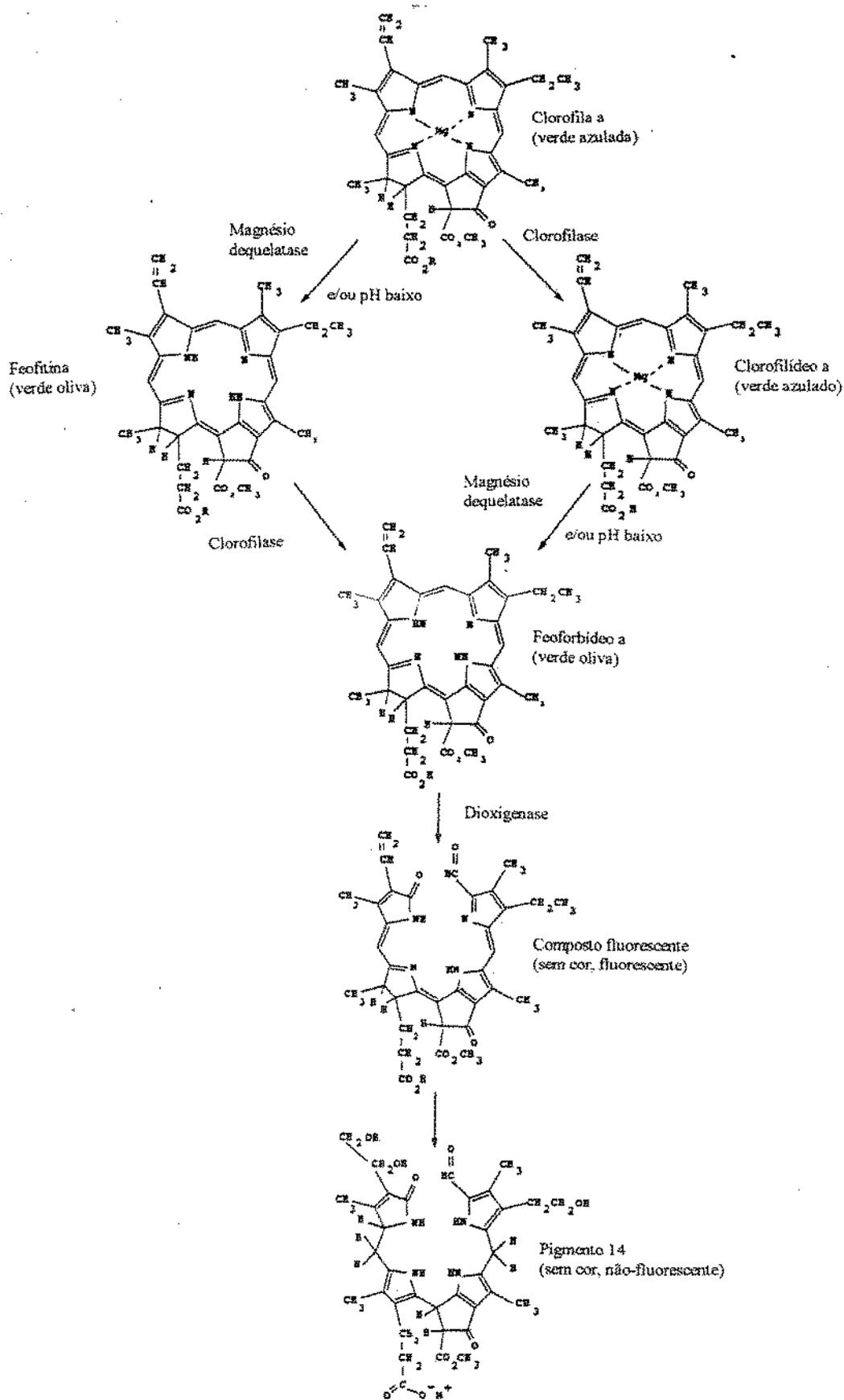


Figura 2: Degradação das clorofilas nos tecidos vegetais.
 Fonte: HEATON & MARANGONI (1996).

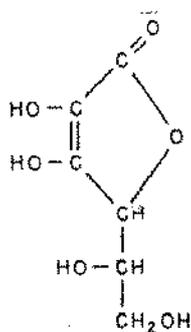
KHACHIK et al. (1986) ao realizarem a separação, identificação e quantificação dos constituintes de clorofilas em extratos de diferentes vegetais verdes por cromatografia líquida, verificaram que as mais importantes clorofilas encontradas nos vegetais verdes examinados, entre eles o brócoli cru, são as clorofilas a e b. Via de regra a proporção com que as clorofilas a e b são encontradas nos vegetais aproxima-se da relação 1:3.

RUSHING (1990) estudou a retenção de clorofilas em botões florais de brócolis armazenados a 16°C, após a aplicação do agente químico citoquinina, que parece ter um efeito na redução da taxa de respiração e produção de etileno. Os resultados mostraram início de degradação das clorofilas entre 4 a 6 dias de armazenamento para as amostras tratadas, sendo que o teor de clorofilas totais decresceu em 50% com 4 dias de armazenamento a 16°C para as amostras não tratadas.

SHEWFELT et al. (1983) ao demonstrarem o potencial de agentes químicos na extensão da vida-de-prateleira de brócolis frescos armazenados a 5°C, observaram que alterações na cor durante a estocagem estavam mais relacionadas com alterações na concentração de clorofilas.

2.2.2.2 Vitamina C (ácido ascórbico)

O ácido L-ascórbico, também conhecido como vitamina C, é o nome genérico de L-threo-2-hexanona-1,4-lactona e tem a fórmula empírica $C_6H_8O_6$ (BOBBIO & BOBBIO, 1992). A Figura 3 apresenta a estrutura química da vitamina C.



Vitamina C

Figura 3: Estrutura química da vitamina C. (Fonte: BOBBIO & BOBBIO, 1992).

O ácido ascórbico é facilmente absorvido no intestino delgado por um mecanismo ativo e, provavelmente por difusão, é transportado para os tecidos pelo sistema circulatório, passando para os tecidos adrenais, dos rins, do fígado e do baço. A vitamina C pode ser armazenada nos tecidos citados anteriormente até a quantidade de 1,5g. O armazenamento se dá por saturação tissular e objetiva o suprimento diário do organismo com a vitamina. As quantidades ingeridas em excesso, acima do nível de saturação dos vários tecidos, são em parte excretadas na urina na forma de ácido oxálico, treônico e deidroascórbico, e em parte são oxidadas e exaladas como dióxido de carbono. A vitamina C tem como principais funções: produção e manutenção de colágeno, facilitar a absorção de ferro, destruição dos radicais livres tóxicos resultantes dos produtos do metabolismo do oxigênio, sendo essencial na oxidação da fenilalanina e da tirosina, bem como na manutenção da integridade do sistema imunológico (KRAUSE & MAHAN, 1989).

O ácido ascórbico tem sido extensivamente estudado, visto que, sendo uma vitamina hidrossolúvel não pode ser estocada no corpo. Em complementação, sendo a vitamina C altamente susceptível a degradação química está sujeita a perdas durante o armazenamento e processamento. Muitas vitaminas em alimentos frescos, notadamente a vitamina C, podem se degradar severamente, durante um armazenamento impróprio (FENNEMA, 1977). Assim, o conteúdo de ácido ascórbico das frutas e dos vegetais varia de acordo com o grau de maturação e com as condições sob os quais foram preparados. Se a vitamina C é bem retida no processamento, geralmente pode-se assumir que outros nutrientes também foram bem retidos (KRAUSE & MAHAN, 1989).

A retenção de vitamina C é, frequentemente, mensurada quando se quer avaliar o efeito do armazenamento sobre o valor nutritivo e a coloração dos vegetais (KLEIN & PERRY, 1982; HUDSON et al., 1985; KLEIN, 1987). De acordo com HUDSON et al. (1986), o ácido deidroascórbico (DHA) compreende unicamente uma pequena parte do total de ácido ascórbico no brócoli. O teor de vitamina C é essencialmente ácido ascórbico. A relativa contribuição do DHA para a atividade de vitamina C não é constante, assim o erro de não se estimar o DHA poderá não ser constante para alguns produtos (WILLS, 1984). Portanto, a determinação de vitamina C refere-se apenas ao teor de ácido ascórbico.

Uma grande variedade de frutas brasileiras são boas fontes de vitamina C, particularmente a acerola, o caju, a goiaba, o abacaxi e os cítricos. Algumas verduras e hortaliças, como brócolis, espinafre e outras folhas verdes, também oferecem quantidades apreciáveis da mesma (VANUCCHI et al., 1990). Segundo HORNIG (1989), o brócoli é considerado uma boa fonte de ácido ascórbico (70 a 160 mg/100g).

A degradação do ácido ascórbico em função do tempo de armazenamento tem sido discutida por diversos autores (WANNINGER, 1972; WALETZKO & LABUZA, 1976; WU & SALUNKE, 1976; NAGY & SMOOT, 1977). WILLS et al. (1984) observaram que houve uma perda de 57% dos teores de vitamina C em brócolis armazenados a 20°C após 4 dias. LEE et al., (1979) observaram que brócolis crus armazenados a 5°C, após 30 dias, apresentaram uma perda de 48% do teor de vitamina C. TOINOVEN (1992) observou que houve uma perda de 10% dos teores de vitamina C de brócolis (*Brassica oleracea* L. *Botrytis* group) entre 20 e 24 dias de armazenamento a 1°C, com uma umidade relativa de 97%.

Entretanto, ODLAND & EHEART (1975) reportaram que o ácido ascórbico em brócoli (cv. waltham-29) aumentou cerca de 36% entre 0 e 7 dias de armazenamento a 2°C. Os autores sugerem que os grupos sulfidrila presentes no brócoli podem prevenir a perda de vitamina C durante a estocagem. WU et al. (1992) ao estudarem o teor de ácido ascórbico em brócolis armazenados a 4°C observaram um aumento significativo no teor de ácido ascórbico de 107,18 para 118,29mg/100g com três dias de refrigeração. Entretanto à temperatura de 20-25°C, esses pesquisadores observaram uma perda significativa de vitamina C de 107,18 para 98,54mg/100g após 4 dias de exposição na temperatura citada.

2.2.2.3 β -caroteno

Carotenóides são substâncias coloridas amplamente distribuídas na natureza, principalmente em plantas, nas quais se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas. Mais de 400 carotenóides diferentes são encontrados em animais e vegetais, dos quais podem ser facilmente obtidos por extração a frio com solventes orgânicos. Os carotenóides que

são encontrados unicamente em animais, provavelmente são produtos de mudanças metabólicas oxidativas, da ingestão de outros carotenóides existentes nos vegetais. Os carotenóides são divididos em carotenos, compostos constituídos apenas por carbono e hidrogênio, e seus derivados oxigenados, as xantofilas. Os carotenóides apresentam uma cor intensa, que varia do amarelo ao vermelho. A cor intensa dos carotenóides se deve ao grande número de insaturações conjugadas presentes na molécula. Como nas clorofilas, os carotenóides são mais estáveis nos tecidos vivos, talvez também por se encontrarem associados a substâncias protetoras (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Quimicamente, os carotenóides são substâncias tetraterpênicas, formadas por oito unidades de isopreno, de tal modo que a ligação isoprênica sofre reversão na parte central da molécula, e dessa maneira os dois grupos metílicos centrais ficam separados por três carbonos. A estrutura do licopeno, pigmento encontrado no tomate, é considerada a estrutura fundamental dos carotenóides, da qual podem ser derivadas outras estruturas por reações de hidrogenação, ciclização, oxidação, ou combinação desses métodos (BOBBIO & BOBBIO, 1992). Na Figura 4 apresenta-se a estrutura química do licopeno.

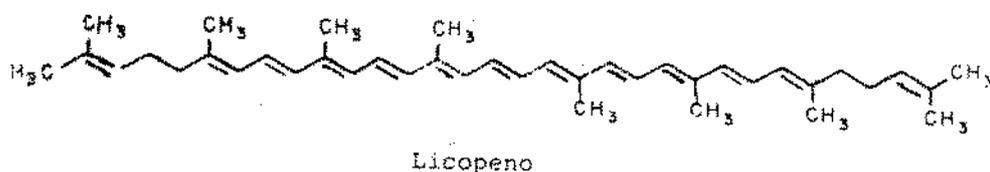


Figura 4: Estrutura química do licopeno. Fonte: BOBBIO & BOBBIO (1992).

A maioria dos carotenóides é termolábil, principalmente as xantofilas. A luz solar direta ou luz ultravioleta podem causar a fotoisomerização cis-trans, podendo inclusive, em condições mais energéticas, causar a destruição destes pigmentos. Estes pigmentos são facilmente oxidados por oxigênio e peróxidos, dependendo da luz, calor e presença de pró-oxidante (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Alguns carotenos são precursores da vitamina A, um nutriente bastante conhecido na dieta humana. Neste caso, os carotenos são denominados pró-vitaminas A, e devem ter necessariamente nas moléculas, a estrutura cíclica da β -ionona (OLSON, 1989). Os mais

importantes desses precursores são α , β e γ carotenos e um monoidroxi- β -caroteno denominado criptoxantina (CHOU & BREENA, 1972). Segundo BOBBIO & BOBBIO (1992), a molécula de β -caroteno, pelo fato de conter dois anéis da β -ionona, deveria ser transformada em duas moléculas de vitamina A, o que não foi observado experimentalmente, fato que leva a supor que metade de cada molécula de β -caroteno é perdida durante a conversão, ou então que de duas moléculas de β -caroteno absorvidas, somente uma é transformada em vitamina A. O α e γ -carotenos são absorvidos de modo semelhante ao β -caroteno, mas devido à presença de apenas um anel da β -ionona na molécula, α e γ -carotenos mostram apenas aproximadamente 50% da potencialidade do β -caroteno. A Figura 5 apresenta a estrutura química do β -caroteno.

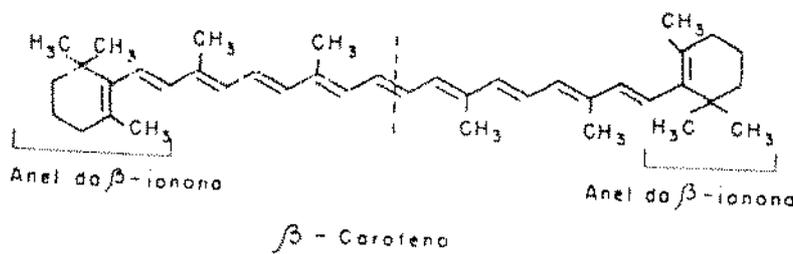


Figura 5: Estrutura química do β -caroteno.
(Fonte: BOBBIO & BOBBIO, 1992)

Os ésteres de vitamina A presentes na dieta são hidrolisados no lúmen do intestino delgado para formar o retinol. O retinol passa através da parede das células da mucosa onde é novamente esterificado e transportado como éster retinil para o fígado, onde é armazenado. O fígado é considerado o local de armazenamento da vitamina A com pequenas quantidades nos depósitos de gordura, nos pulmões e nos rins. Os carotenóides são parcialmente absorvidos nessa forma no intestino. A maior parte do caroteno é convertida em retinal (aldeído da vitamina A) na mucosa intestinal. Tanto o fígado como a mucosa intestinal tem enzimas que catalizam a redução do aldeído a álcool. A vitamina A e os carotenóides são lipossolúveis. Conseqüentemente, os fatores que interferem na absorção de gorduras (sais biliares, lipases, etc.) interferem também na absorção dos carotenóides. A mobilização do retinol do fígado, depende de proteínas dietéticas adequadas, pois ele deve ligar-se à proteína transportadora de retinol (RBP) para ser transportado no sangue (KRAUSE & MAHAN, 1989; RDA, 1989; OLSON, 1989).

A vitamina A possui importante papel no crescimento e desenvolvimento ósseo, no desenvolvimento e manutenção do tecido epitelial, na síntese de hormônios esteróides, na diferenciação celular e no sistema imunológico (KRAUSE & MAHAN, 1989 e OLSON, 1989).

A deficiência de vitamina A em populações carentes, tornou-se um problema de Saúde Pública nos países em desenvolvimento, assim, informações sobre fontes alimentares de vitamina A são muito importantes. As plantas provêm a maior parte da vitamina A da dieta a um custo bem menor que as fontes animais (RAMOS & RODRIGUEZ-AMAYA, 1987). De acordo com MANGELS et al. (1993), ter conhecimento sobre a concentração exata dos carotenóides nos alimentos, é necessário para se estimar a ingestão média individual de carotenóides em uma população. Essa informação pode ser usada para se verificar a relação entre a ingestão individual, a ingestão total de carotenóides e a incidência de doenças.

O retinol só é encontrado em alimentos de origem animal, especialmente em fígado, leite integral e ovos. As boas fontes de caroteno são as verduras de cor verde-escuro (espinafre, mostarda, agrião e outras), cenoura, abóbora e certas frutas tropicais (VANUCCHI et al., 1990).

A atividade de vitamina A nos alimentos é expressa como equivalente em retinol (RE): 1 RE é definido como 1 µg de all-trans-retinol, 6 µg de all-trans-β-caroteno, ou 12 µg de outro carotenóide pró-vitamina A. Esta definição é aceita mundialmente (BIERI & McKENNA, 1981).

De acordo com MARTIN et al., (1960) e CHOU & BREENE (1972), os carotenos nos tecidos vegetais são susceptíveis a oxidação quando são expostos a luz, oxigênio, temperaturas elevadas, enzimas, umidade e armazenamento. AHVENAINEN (1996) relata que a análise dos teores de vitamina C e carotenos é o principal fator de avaliação da manutenção da qualidade nutricional de um alimento processado ou armazenado por um certo período.

WU et al. (1992), em um sistema simulado de varejo e transporte, não observaram perda significativa do teor de β-caroteno em brócoli armazenado a 4°C após três dias. O mesmo ocorrendo em brócoli armazenado por 4 dias na temperatura de 10°C.

2.2.3 Aspectos físicos

2.2.3.1 Cor

A cor e a aparência dos alimentos tem uma função indiscutível na avaliação da qualidade e aceitação do produto (LITTLE, 1975). A diferenciação de frutas e hortaliças pelos consumidores está baseada, em primeiro lugar, na aparência que, frequentemente, influencia a atitude de compra (BAARDSETH et al., 1988).

A cor, de acordo com DIECKMANN (1993), é um indicativo de qualidade de vegetal fresco que segundo SALUNKHE et al. (1991) está frequentemente associada a características de sabor, textura e valor nutricional dos vegetais. A percepção de cor é um fenômeno sensorial, assim a medida sensorial é sempre apropriada podendo ocasionalmente ser o único método válido para especificar a aparência dos alimentos. Entretanto, por razões de custo, disponibilidade de tempo e de pessoal, uma equipe sensorial dificilmente, consegue avaliar de uma forma rotineira a qualidade pós-colheita do vegetal (GNANASEKHARAN et al., 1992). Desta forma, métodos instrumentais, quando adequadamente correlacionados com métodos sensoriais podem ajudar a avaliar, de forma rápida e eficiente, a qualidade da cor dos vegetais.

Cor é a sensação experimentada por um indivíduo fisiologicamente normal quando energia radiante de comprimento de onda entre 380 e 770 nm atinge sua retina. Assim, cor está associada com comprimento de onda da energia luminosa. A absorção seletiva de diferentes quantidades de comprimentos de ondas entre 380 e 770 nm, determina a cor dos objetos. Assim, comprimentos de onda não absorvidos por um objeto serão refletidos (objetos opacos) ou transmitidos (objetos transparentes) e determinarão a cor do objeto (CLYDESDALE, 1978).

A cor possui três dimensões em função da resposta de três diferentes receptores sensoriais (vermelho, verde e azul) responsáveis pela visão (CLYDESDALE, 1991). Desta forma, a cor pode ser representada por um ponto específico neste espaço tridimensional (CLYDESDALE, 1978).

Em 1905, Munsell foi o primeiro indivíduo a desenvolver um sistema de classificação de cores. Munsell descreveu as três dimensões das cores em termos de tonalidade (vermelho, verde, azul, etc), valor (relacionado com a luminosidade) e croma (relacionado com a saturação). Dessa forma, Munsell arranhou as cores em um sólido de três dimensões, que é conhecido como o Sólido de Cores de Munsell (CLYDESDALE, 1978).

Em 1931, a CIE (Commision Internationale de l'Eclairage) desenvolveu o mais importante sistema de especificação/classificação de cores, baseado em quantificações numéricas do mecanismo tricromático de resposta do olho humano, segundo a teoria tricromática de Thomas Yong (1802). Este sistema inclui:

- uso de iluminantes padronizados, ao invés da luz natural do dia;
- especificações das condições exatas de observação e medida da cor da amostra;
- o uso de unidades matemáticas apropriadas para expressar as cores de um objeto;
- definição de curvas que relacionam as medidas objetivas da cor com a resposta visual do indivíduo.

Em 1950, Hunter desenvolveu um novo sistema de escalas, que ao invés de se basear na teoria tricromática de Thomas Young, basea-se na "Opponent-Process Theory" de Hering (1878). De acordo com essa teoria, no processo da visão de cores pelo homem, o verde é comparado com o vermelho, gerando uma dimensão vermelho-verde. Da mesma forma pela teoria de Hering (1878) azul e amarelo são comparados no processo de visão de cor do olho humano, formando uma única dimensão. Assim, baseado na teoria de Hering (1878), Hunter desenvolveu um colorímetro que para fornecer medidas instrumentais das cores de superfícies, compara o vermelho-com-o-verde e o amarelo-com-o-azul. Desta forma, o sistema de Hunter, possui três dimensões para medir a cores: 1) a dimensão $+a -a$, que é grandemente associada com a dimensão vermelho-verde, 2) a dimensão $+b -b$ que é grandemente associada com a dimensão amarelo-azul e 3) a dimensão L que mede a luminosidade (CLYDESDALE, 1978).

Em 1976, a CIE a fim de reduzir um dos maiores problemas do sistema Yxy , onde as distâncias das coordenadas de cromaticidade x e y não variavam exatamente como a percepção

visual, passou a especificar cor através dos parâmetros: L^* indica a luminosidade e a^* e b^* são as coordenadas de cromaticidade (CLYDESDALE, 1978).

Em brócolis, segundo SHEWFELT (1984), o teor de clorofila e a cor do produto, determinada por uma equipe sensorial, tem sido os métodos mais utilizados para se avaliar a cor do produto. Entretanto, uma geração de novos colorímetros estão sendo introduzidos para prover uma avaliação de cor rápida e segura de brócoli fresco. Infelizmente, estudos de alteração de cor no período pós-colheita de vegetais verdes como aspargos (BERRANG et al., 1990), brócoli (BATAL et al., 1982; BRENNAN & SHEWFELT, 1989) e tomates verdes (YANG et al., 1990) não mostraram resultados instrumentais consistentes com respostas sensoriais.

2.2.3.2 *Textura*

Textura é o atributo que resulta da combinação daquelas propriedades físicas de uma substância, que podem ser percebidas pelo sentido do tato (quinestético e bucal), sentido da visão e sentido da audição. As propriedades podem incluir tamanho, número, natureza e conformação de constituintes estruturais da substância sendo avaliada (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1975).

Atualmente, deve-se investir em técnicas instrumentais e metodologias sensoriais de fácil aplicação para avaliar a textura dos produtos no controle de qualidade e desenvolvimento de produtos (GUINARD & MAZZUCHELLI, 1996).

Em uma clássica publicação em 1963, SZCZESNIAK propôs uma classificação de termos de textura, a qual é ainda grandemente usada em sua forma original ou modificada. SZCZESNIAK propõe três categorias de características de textura:

1. características mecânicas: são as características relacionadas à reação do alimento à força que lhe é aplicada, são elas: dureza, coesividade, viscosidade, elasticidade, adesividade;

2. características geométricas: são as características relacionadas com o tamanho, formato e orientação das partículas dentro do alimento, são elas: fibrosidade, celular, cristalino, granulosidade e outras;

3. outras características: características relacionadas com a percepção de umidade e teor de óleos e gorduras dos alimentos: oleosidade, suculência e outras.

SZCZESNIAK (1963) ainda dividiu as características mecânicas em primárias e secundárias, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características mecânicas primárias, secundárias e seus respectivos termos populares de textura.

Características primárias	Características secundárias	Termos populares
Dureza	-	macio, duro, firme
Coesividade	fraturabilidade mastigabilidade gomosidade	fraturável, quebradiço tenro, mastigável pastoso, gomoso
Viscosidade	-	viscoso
Elasticidade	-	elástico
Adesividade	-	grudento

Fonte: SZCZESNIAK (1963).

Segundo SZCZESNIAK (1963) as características mecânicas podem ser definidas da seguinte forma:

Dureza: definida como a força necessária para se obter uma deformação;

Coesividade: força das ligações internas que dão corpo ao produto;

Elasticidade: a velocidade com que um material deformado volta ao seu estado original após a força que o deformou ter sido removida;

Adesividade: o trabalho necessário para vencer as forças de atração entre o alimento e a superfície de outros materiais com os quais o alimento entra em contato (dentes, palato, língua).

Fraturabilidade: força com a qual o material fratura.

Mastigabilidade: energia necessária para mastigar um alimento sólido até um estado em que possa ser engolido.

Gomosidade: energia requerida para se desintegrar um alimento semi-sólido a um estado em que possa ser engolido.

A textura dos alimentos também pode ser avaliada, além da avaliação sensorial, por métodos instrumentais. Segundo KRAMER & SZCZENIAK (1973), a forma mais comum de se avaliar a textura de alimentos por métodos instrumentais, é submeter a amostra a uma força e avaliar a extensão da deformação ou resistência da amostra a essa força, usando esse parâmetro para a avaliação da textura do alimento. Embora, existam várias metodologias (empíricas, imitativas e fundamentais) de avaliação instrumental de textura, a força que é aplicada à amostra, pode ser aplicada basicamente de cinco formas diferentes:

1. Força de compressão: refere-se a se comprimir a amostra de tal forma que ela permaneça íntegra, mas ocupando um volume menor, como é apresentado na Figura 6.

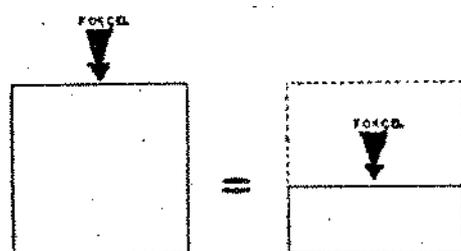


Figura 6: Esquema representativo da força de compressão.

2. Força de cisalhamento: resulta da aplicação de uma força onde a amostra pode ser separada em duas ou mais partes, com uma delas escorregando sobre a outra parte (Figura 7).

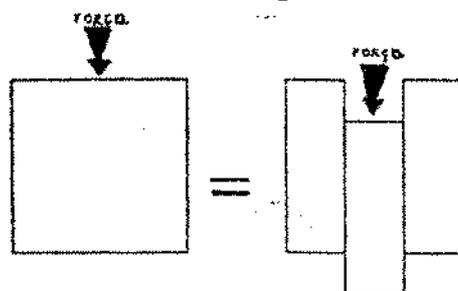


Figura 7: Esquema representativo da força de cisalhamento.

3. Força de corte: ocorre quando a força é aplicada de tal forma que a amostra é dividida, mas os pedaços resultantes permanecem em suas posições originais uns com relação aos outros (Figura 8).

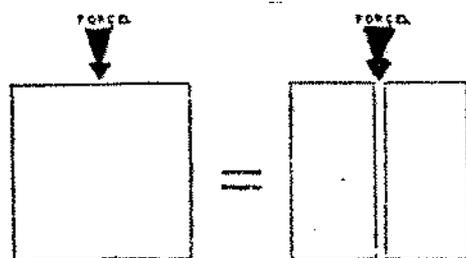


Figura 8: Esquema representativo da força de corte.

4. Força de tensão: a força é aplicada de fora para dentro do alimento (Figura 9).

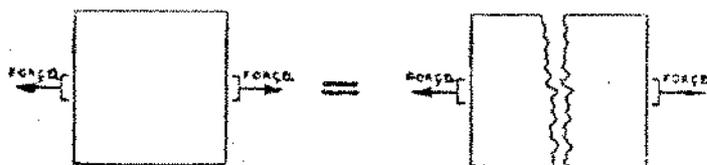


Figura 9: Esquema representativo da força de tensão.

5. Força de cisalhamento-pressão: essa força simula a ação dos dentes sobre o alimento, pois consiste na ação combinada de cortar e comprimir, como apresentado na Figura 10.

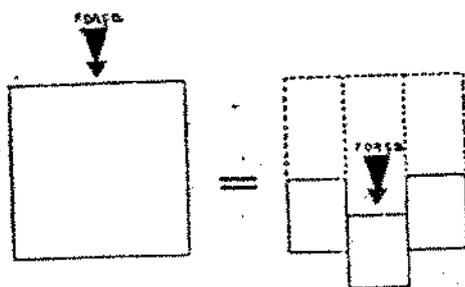


Figura 10: Esquema representativo da força de cisalhamento-pressão.

JACKMAN & STANLEY (1995) acreditam que a textura é o atributo de qualidade que mais influe sobre a aceitação dos vegetais. Entretanto, o termo é ainda pouco definido e aplicado. Nos vegetais, a textura é definida pela composição e organização dos tecidos. A textura dos vegetais pode ser atribuída principalmente à integridade da parede celular e da lamela média, bem

como à pressão de turgor gerado dentro da célula por osmose. Alterações de textura dos vegetais, estabelece-se pelo amadurecimento e processamento dos mesmos e estão diretamente relacionados com a arquitetura da célula do vegetal. Assim, um maior conhecimento de aspectos da textura relacionados com a estrutura dos alimentos bem como dos fundamentos das medidas de textura, pode assistir ao problema de determinação da qualidade dos vegetais. Por métodos instrumentais a deteriorização da textura em vegetais ocorre desde a colheita continuando até a distribuição e estocagem, e resulta em grande parte em perda econômica e desperdício. Devido a estas perdas, o conhecimento das transformações relacionadas com a textura é um dos primeiros passos na redução de custos e melhoria da qualidade de hortaliças disponíveis no mercado consumidor.

Segundo SLOOF et al. (1996), a firmeza dos vegetais pode ser descrita como uma combinação da pressão de turgor, que é uma quantificação física, e da concentração de vários compostos químicos, como as pectinas, que são afetadas por reações químicas nos vegetais. Para WILLS et al. (1981) a textura é, frequentemente, a característica dominante para determinar a data da colheita e a qualidade do vegetal. A perda de firmeza nos vegetais é associada com a degradação da parede epidermal da célula (KRAMER & SZCZENIAK, 1973).

A percepção dos consumidores dos atributos relacionados com a textura é muito importante para a indústria de alimentos (SZCZENIAK, 1977). RAMANA (1992) relata que as características de textura que os consumidores mais apreciam nos vegetais são a crocância e a firmeza. Segundo BAXTER et al. (1987) a fibrosidade é um dos fatores que mais influenciam na qualidade dos vegetais. Vegetais muito fibrosos são inaceitáveis pelos consumidores.

LEBERMANN et al. (1968b) estudaram as alterações de textura em brócolis armazenados sob atmosfera modificada com diferentes concentrações de gases e não observaram alterações na textura do brócolí cru durante 16 dias de armazenamento, entretanto, os brócolis cozidos armazenados com altas taxas de CO₂, apresentaram um decréscimo dos valores de textura (força de cisalhamento).

BATAL et al. (1982) verificaram o efeito de N⁶-benziladenina na qualidade e na vida-de-prateleira de brócoli cru (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) e observaram que o brócoli tratado com o agente químico manteve sua qualidade em relação à textura (firmeza) durante o período de 5 semanas.

BERRANG et al. (1990) avaliaram parâmetros de qualidade relacionados com características microbiológicas, de cor e de textura de aspargo, brócoli e couve-flor armazenados com e sem atmosfera controlada a 4°C durante 21 dias. Os autores observaram que os brócolis armazenados com e sem atmosfera controlada mantiveram a firmeza durante os 21 dias de armazenamento.

BARTH et al. (1992) não observaram diferença significativa nas medidas de textura instrumental entre os brócolis submetidos à vaporização controlada, até 72 horas de armazenamento a 18°C.

BARTH et al. (1993b) trabalharam com brócoli embalado em filme polimérico semipermeável durante 96 horas a 20°C e não encontraram diferença significativa ($p \leq 0,05$) nas medidas instrumentais de textura nos produtos com e sem embalagem.

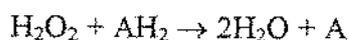
2.2.4 Aspectos Enzimáticos

As enzimas são responsáveis por milhares de reações que ocorrem simultaneamente nas plantas, animais e microrganismos. A denominação enzima (palavra que em grego significa “em leveduras”) foi dada por Khune em 1878, época em que se acreditava que enzimas só eram ativas nas células vivas, conceito que permaneceu até 1897, quando Buchner observou que o extrato obtido por prensagem de células de leveduras ainda possuía a propriedade de fermentar sacarose. Quimicamente as enzimas são proteínas com uma estrutura química especial, contendo um centro ativo, denominado apoenzima e algumas vezes um grupo não protéico, denominado coenzima (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

As enzimas são altamente eficientes, capazes de converter 10^2 - 10^7 moles de substrato de produto/moles de enzima/minuto, à temperatura ambiente. São de alta especificidade, catalizando reações em direções apropriadas em tempos certos. São responsáveis pelo crescimento e maturação do tecido vegetal, produzindo alterações na aparência, aroma, sabor, textura e qualidade nutricional dos alimentos. As reações enzimáticas são muito importantes em alimentos. Delas depende não só a formação de compostos altamente desejáveis nos alimentos, porém, elas podem ter consequências indesejáveis ao reagirem com diferentes constituintes dos alimentos como o ácido ascórbico, carotenóides e ácidos graxos, levando a perda de nutrientes. As reações enzimáticas ocorrem também durante o processamento e armazenamento do alimento (REED, 1975; HEMEDA & KLEIN, 1990).

A atividade das enzimas não cessa quando o alimento atinge características ideais de qualidade. Após a colheita, muitas enzimas continuam agindo no substrato, e a taxa de reação muitas vezes é acelerada devido a senescência do tecido ou algum dano durante a colheita e estocagem (LIM et al., 1989).

Em 1855, Schoenbein observou que extratos de alguns cogumelos e de tecidos de animais, causavam o desenvolvimento de uma cor azul na solução de guaiacol na presença de oxigênio ou com soluções diluídas de peróxido de hidrogênio. Esta atividade ficou caracterizada pela atividade da enzima peroxidase. A peroxidase cataliza uma reação em que o peróxido de hidrogênio age como receptor e outro composto, AH_2 , agindo como doador de hidrogênio (REED, 1975):



Dentre as enzimas, a peroxidase é uma das enzimas mais estudadas, visto que está presente nas plantas superiores e pode influenciar a cor, sabor e o valor nutricional da hortaliça (GKINIS & FENEEMA, 1978 e IADEROZA & BALDINI, 1991).

As peroxidases podem ser classificadas como: peroxidases flavoproteínas e ferro-peroxidases. As peroxidases flavoproteínas tem sido isoladas de microorganismos, como os estreptococos, e de tecidos animais, sendo o grupo prostético destas peroxidases o FAD. As enzimas ferro-peroxidases incluem as enzimas peroxidases ferriprotoporfirina e verdoperoxidases.

As peroxidases ferritoporfirina são caracterizadas pelas peroxidases de plantas superiores, animais e microorganismos (citocromo *c* peroxidase de leveduras) Estas peroxidases contêm ferritoporfirina III como o grupo prostético, apresentando uma cor marrom quando altamente purificadas. As verdoperoxidasas estão presentes no leite, sendo conhecidas como lactoperoxidasas (WHITAKER, 1994).

A peroxidase mais estudada é a peroxidase obtida da couve-rabano. A peroxidase da couve-rabano tem o peso molecular de 40.200 e o ponto isoelétrico de 7.2, com o pH ótimo de 7.0, sendo que 70% da máxima atividade é obtida entre valores de pH de 6.0 a 8.0. Esta enzima contém um grupo de ferritoporfirina III (protoheme) por molécula (Figura 11). Na ferritoporfirina III, quatro dos seis grupos férricos interagem com o anel pirrólico de nitrogênio. As outras duas coordenadas X e Y, são ocupadas por moléculas de água ou OH⁻, dependendo do pH (WHITAKER, 1994).

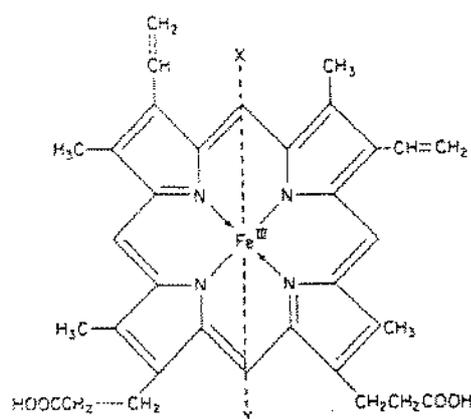
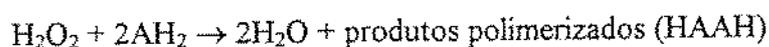


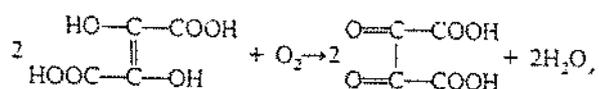
Figura 11: Estrutura química da ferritoporfirina III (protoheme).
Fonte: WHITAKER (1994).

As reações catalizadas pela peroxidase são associadas com quatro tipos de atividade: peroxidativa, oxidativa, catalítica e de hidroxilação.

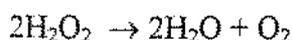
1. Peroxidativa



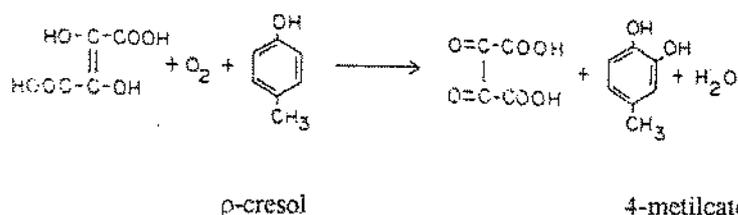
2. Oxidativa



3. Catalítica



4. Hidroxilação



As reações oxidativas ocorrem quando ρ -cresol, guaiacol, resorcinol, anilina são usados como substrato. As reações oxidativas ocorrem quando o substrato é o ácido dihidroxifumárico, ácido ascórbico, hidroquinona e requerem O_2 . Na ausência de um doador de hidrogênio, a peroxidase converte o peróxido de hidrogênio a H_2O e O_2 na reação catalítica. Na presença de certos doadores de hidrogênio, principalmente o ácido dihidroxifumárico e oxigênio, a peroxidase hidrolisa uma variedade de compostos aromáticos, como tirosina, fenilalanina, ρ -cresol e os ácidos benzóico e salicílico (WHITAKER, 1994).

A peroxidase caracteriza-se por ser termoestável, assim, é uma enzima utilizada como parâmetro para se medir a eficiência do branqueamento em vegetais (REED, 1975).

KAMPIS et al. (1984) estudaram as alterações na atividade da peroxidase do brócoli (*Brassica oleracea* var *cimosa*) durante o processamento e armazenamento a -20°C durante 6 meses. Os autores observaram um decréscimo da atividade da peroxidase remanescente do branqueamento após o armazenamento a -20°C .

PIZZOCARO & MONTEVERDE (1985) determinaram a porcentagem de atividade da enzima peroxidase de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*, Plenck) antes e após o

branqueamento, ressaltando que um determinado vegetal pode apresentar notável variação na atividade da enzima peroxidase devido a diversos fatores, como: cultivar, grau de maturação, senescência e tempo pós-colheita.

BARTH et al. (1992) avaliaram o efeito da vaporização controlada em brócolis (cv. Green Duke) armazenados a 18°C. Os autores observaram um aumento significativo na atividade da peroxidase, tanto nos brócolis umidificados ou não, após 72 horas de armazenamento.

BARTH et al. (1993a) avaliaram a atividade enzimática da peroxidase em brócolis (cv. Green Belt) embalados sob atmosfera modificada durante 96 horas a 10°C. Não foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) na atividade da enzima peroxidase em resposta às condições de embalagem.

BARTH et al. (1993b) estudaram o armazenamento de brócolis (cv. Iron Duke) embalados sob atmosfera modificada com concentrações de O₂ e CO₂ de 3 e 9%, respectivamente, estocados durante 96 horas a 20°C. A atividade da peroxidase foi menor no brócoli embalado em relação ao controle (não embalado).

BREWER et al. (1995) realizaram um estudo com o objetivo de comparar o efeito de diferentes métodos de branqueamento no teor de ácido ascórbico, umidade, atividade de peroxidase, cor e características sensoriais de brócolis, e verificaram que a atividade enzimática da peroxidase do brócoli fresco e do brócoli congelado não branqueado apresentaram valores entre 389 e 829 unidades e entre 99 e 167 unidades, respectivamente. Dados estes coletados no intervalo de 1 a 2 minutos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

3.1.1 Matéria-prima

Dois cultivares de brócolis, *Brassica oleracea* L. var. *italica* baron (ASGROW do Brasil Sementes, Campinas, SP 13001-970) e *Brassica oleracea* L. var. *italica* ramoso-Piracicaba (Sementes Sakama, São Paulo, SP, 05305-012) foram cultivados durante a primavera de 1994 e outono de 1995 em uma horta, no município de Atibaia, Estado de São Paulo, segundo métodos de correção de solo, práticas de cultivo e condições de colheita especificados por profissional agrônomo que acompanhou o experimento (Figura 12).

Após a colheita, ocorrida em novembro de 1994 e junho de 1995, as hortaliças foram, rapidamente, transportadas à temperatura ambiente até o laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, Campinas, onde análises das propriedades químicas, físicas, nutricionais e sensoriais dos cultivares foram realizadas no tempo inicial e durante o armazenamento, ocorrido em duas condições: i) em refrigerador doméstico à temperatura média de 5°C e, ii) em câmara ajustada à temperatura média de 25°C.

Foram utilizadas para o estudo apenas as hortaliças da primeira inflorescência.

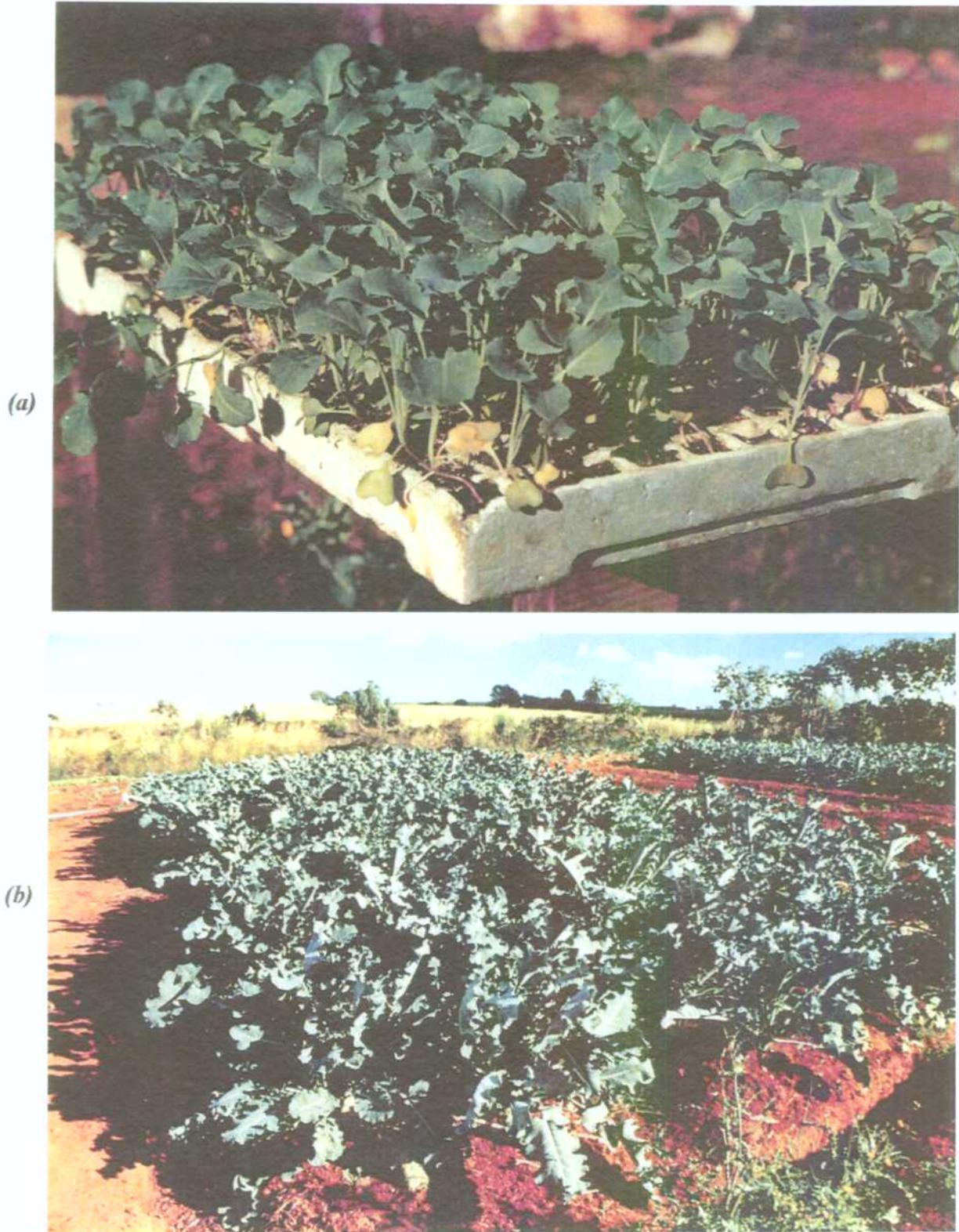


Figura 12: Semeio (a) e cultivo (b) dos cultivares de brócolis.

3.1.2 Equipamentos

- Estufa de secagem e esterilização (modelo 315 SE, Fanem, São Paulo, Brasil)
- Micro-Kjeldahl (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil)
- Espectrofotômetro (modelo DU-70, Beckman Instruments, USA)
- Desintegrador de tecido (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil)
- Espectrofotômetro de Reflectância Difusa (Macbeth, modelo 2020 Plus, Newburgh, New York, 12550)
- Texturômetro TATX2, equipado com a prova Warner-Bratzler (Texture Technologies Corp., Scardale, New York, USA)
- Espectrofotômetro UV / VIS (Perkin Elmer, NorWalk, USA)
- Evaporador rotatório a vácuo (Berchler Instruments Fortlee, USA)
- Balança semi-analítica (Sauter, Germany)
- Balança analítica (Sauter, Germany)
- Agitador rotativo para tubos (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil)
- Centrífuga (RC5C, Sorvall Instruments, Du Pont, USA)

3.1.3 Reagentes

- Acetona PA, Quimex;
- Éter de petróleo PA, Quimex;
- Éter etílico PA, Quimex;
- Ácido oxálico PA, Synth;
- Ácido L(+)-ascórbico PA, Merck;
- 2,6-diclorofenolindofenol PA, Fluka;
- Ácido clorídrico PA, Quimex;
- Ácido sulfúrico PA, Quimex;
- Hidróxido de sódio PA, Quimex;
- Bicarbonato de sódio PA, Synth;
- Sulfato de sódio anidro PA, Synth;
- Óxido de magnésio PA, Reagen;

- Guaiacol, Fluka;
- Álcool etílico PA, Quimex;
- Peróxido de hidrogênio PA, Ecibra;
- Ácido bórico PA, Synth;
- Clorofórmio PA, Quimex;
- Termamyl 60L (α -amilase, Aspergillus oryzae, Novo);
- Pepsina NF, Merck;
- Pancreatina 4xNF, Merck;
- Fosfato de sódio búbásico PA, Ecibra;
- Fosfato de sódio monobásico PA, Ecibra;
- Hiflosupercel.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Otimização do tempo de cocção

Para otimização do tempo de cocção dos dois cultivares de brócolis, amostras baron e ramoso-Piracicaba foram submetidas a cinco tempos distintos de cocção (4, 7, 10, 13 e 16 minutos) em água fervente (150 g de brócolis / litro), com adição de nove gramas de sal de cozinha por litro de água, conforme especificado por BATAL et al. (1982).

Um teste de aceitação a nível laboratorial foi aplicado (STONE & SIDEL, 1985) onde uma equipe sensorial formada por trinta e quatro consumidores do produto, sendo 24 do sexo feminino e 10 do sexo masculino, na faixa etária entre 19 e 50 anos, avaliou o quão ideal se encontrava a firmeza de cada amostra, utilizando a escala "ideal" (Figura 13), conforme o método de VICKERS (1988).

Nome: _____	Data: _____
Prove, por favor, a amostra de brócolis e assinale com um (X) na escala abaixo, quão próximo do ideal está a textura do brócolis.	
Amostra _____	
<input type="checkbox"/> extremamente mais macio que o ideal <input type="checkbox"/> muito mais macio que o ideal <input type="checkbox"/> moderadamente mais macio que o ideal <input type="checkbox"/> ligeiramente mais macio que o ideal <input type="checkbox"/> ideal <input type="checkbox"/> ligeiramente menos macio que o ideal <input type="checkbox"/> moderadamente menos macio que o ideal <input type="checkbox"/> muito menos macio que o ideal <input type="checkbox"/> extremamente menos macio que o ideal	
Comentários: _____	

Figura 13: Ficha de avaliação sensorial utilizada para otimização do tempo de cocção de brócolis.

Os provadores foram recrutados entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, através de um questionário de seleção de provadores (Figura 14), que continha perguntas a respeito de: disponibilidade de tempo do indivíduo para os testes sensoriais, grau de aceitação do brócolis, frequência e motivo de consumo de brócolis e tipos de preparações de brócolis que mais costuma consumir. Somente indivíduos mostrando ser consumidores de brócoli e ter disponibilidade de tempo foram convidados a participar dos testes.

Para o teste sensorial, 7 a 10 gramas da amostra à temperatura ambiente, foram servidas em pratos brancos descartáveis codificados com números de três dígitos. Garfo e faca descartáveis e água para enxágüe bucal foram disponibilizados aos provadores. As amostras cozidas foram avaliadas sob luz branca em cabines individualizadas e mantidas a 22°C.

Os resultados foram analisados através de histograma de distribuição das respostas sensoriais (%) em função do tempo de cocção (min) e também através de regressão linear simples entre os valores hedônicos e o tempo de cocção conforme sugerido por VICKERS (1988).

RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES

As hortaliças tem um papel importante na nutrição humana. Entre elas temos o brócoli que supre a nossa alimentação com vitaminas, minerais e fibras, sendo que seu consumo tem sido associado com um decréscimo da incidência de câncer humano.

Assim, o laboratório de Análise Sensorial deseja formar uma equipe de degustadores para um teste de aceitação de brócolis. Os futuros degustadores avaliarão apenas "se gostam" ou "desgostam" do brócolis, ajudando a tornar esta hortaliça ainda melhor para consumo.

Ser um degustador da nossa equipe não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito de seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil.

A equipe de degustadores se reunirá para um pré-teste nos dias 4 (manhã e tarde) e 5 (manhã) de outubro com duração de 10 minutos por sessão.

O teste será realizado nos dias 7, 8 (manhã e tarde) e 9 (manhã) de novembro, com duração de 10 minutos por sessão.

A equipe será solicitada entre 25 de novembro a 10 de dezembro, a comparecer duas vezes apenas no Laboratório de Análise Sensorial, por um período de 10 minutos.

Se você deseja participar da equipe de degustadores, por favor, preencha este questionário e retorne-o a Elke no laboratório de Análise Sensorial.

Se você tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em contactar-nos.

Desde já agradecemos a atenção.

Então vamos lá!

Figura 14: Questionário para seleção de provadores para teste sensorial afetivo.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS-UNICAMP DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO-DEPAN</p> <p style="text-align: center;">Laboratório de Análise Sensorial</p> <p style="text-align: center;">QUESTIONÁRIO</p> <p>Data ___/___/___</p> <p>Nome: _____</p> <p>Endereço: _____</p> <p>Telefone: Residência _____ Trabalho _____</p> <p>Faixa Etária:</p> <p style="padding-left: 40px;">Abaixo de 18 anos () 19 a 35 anos () 36 a 50 anos () Acima de 50 anos ()</p> <p>Sexo: M () F ()</p> <p>Local de Trabalho: _____</p> <p>1-Existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Especifique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2-Você permanecerá na UNICAMP até a segunda quinzena de dezembro/94?</p> <p style="padding-left: 40px;">() Sim () Não</p>	<p>3-Indique o quanto você gosta ou desgosta de brócolis.</p> <p style="padding-left: 40px;">9. Gosto muitíssimo 8. Gosto muito 7. Gosto moderadamente 6. Gosto ligeiramente 5. Indiferente 4. Desgosto ligeiramente 3. Desgosto moderadamente 2. Desgosto muito 1. Desgosto muitíssimo</p> <p>4-Qual a sua frequência de consumo de brócoli?</p> <p style="padding-left: 40px;">() Consumo muito (mais de quatro vezes ao mês) () Consumo regularmente (quatro vezes ao mês) () Consumo ocasionalmente (uma vez por mês) () Consumo pouco (menos de uma vez por mês)</p> <p>5-Em que tipos de preparações você mais costuma usar o brócolis?</p> <p style="padding-left: 40px;">(a) cru em saladas (b) cozido em saladas (c) com macarrão (d) a dorê (e) outros _____</p> <p>6-Qual o motivo da frequência de consumo ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Obrigado pela sua colaboração e até o próximo contato !</p>
---	--

Figura 14: Questionário para seleção de provadores para teste sensorial afetivo.

3.2.2 - Avaliações sensoriais

3.2.2.1- Teste de aceitação

A aceitação dos produtos crus e cozidos, bem como a atitude de compra dos consumidores com relação aos cultivares crus foram realizados utilizando-se testes laboratoriais, segundo metodologia proposta por STONE & SIDEL (1985). Os provadores avaliaram o quanto gostavam ou desgostavam de cada amostra através de escala hedônica estruturada de nove pontos, conforme ficha de avaliação mostrada na Figura 15.

A equipe sensorial foi composta pelos mesmos provadores recrutados para a otimização do tempo de cocção dos diferentes cultivares de brócolis.

Foram servidas 7 a 10 gramas da amostra, à temperatura ambiente, em pratos brancos descartáveis (Figura 16), codificados com número de três dígitos, acompanhados por garfo e faca descartáveis e água para enxagüe bucal. As amostras cozidas foram avaliadas sob luz branca em cabines individuais e refrigeradas. O produto cru foi avaliado sob luz branca e disposto sob uma superfície branca.

3.2.2.2 - Perfil sensorial

O perfil sensorial dos cultivares baron e ramoso-Piracicaba foram determinados através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) seguindo-se metodologia proposta por STONE & SIDEL (1974). Com relação às amostras cruas, apenas descritores relacionados com aparência e textura manual foram gerados enquanto que para amostras cozidas gerou-se descritores relacionados com aparência, aroma, sabor e textura oral.

Para avaliação do produto cozido, foram servidas a cada provador, de 7 a 10 gramas de amostra em pratos brancos descartáveis codificados com número de três dígitos. Garfo e faca descartáveis e água para enxague bucal foram também servidos aos provadores. Para avaliação da

aparência e textura manual, as amostras codificadas foram apresentadas em pratos brancos descartáveis, sob luz natural e dispostas em uma superfície branca. O aroma, sabor e textura oral das amostras foram avaliados sob luz vermelha em cabines individualizadas.

Nome : _____ Data : _____

Por favor, avalie cada amostra de brócoli usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou:

9. Gostei muitíssimo		
8. Gostei muito		
7. Gostei moderadamente		
6. Gostei ligeiramente	n ^o amostra	valor
5. Nem gostei nem desgostei	_____	_____
4. Desgostei ligeiramente		
3. Desgostei moderadamente	_____	_____
2. Desgostei muito		
1. Desgostei muitíssimo		

Se gostou mais de uma das amostras de brócoli, dê a razão de sua preferência :

Assinale para cada amostra qual seria sua atitude quanto a compra do produto. Justifique.

n^o amostra : _____

() eu certamente compraria esse produto
 () eu provavelmente compraria esse produto
 () tenho dúvidas se compraria ou não esse produto
 () eu provavelmente não compraria esse produto
 () eu certamente não compraria esse produto

Justificativa: _____

n^o amostra : _____

() eu certamente compraria esse produto
 () eu provavelmente compraria esse produto
 () tenho dúvidas se compraria ou não esse produto
 () eu provavelmente não compraria esse produto
 () eu certamente não compraria esse produto

Justificativa: _____

Figura 15: Ficha de avaliação sensorial para teste de aceitação e atitude de compra de brócolis



Figura 16: Apresentação das amostras para os testes sensoriais.

O desenvolvimento da ADQ compreendeu as seguintes etapas: recrutamento e pré-seleção dos provadores, desenvolvimento de terminologia descritiva, treinamento dos provadores, seleção final de provadores, teste sensorial e análise estatística de resultados.

3.2.2.2.1 Recrutamento e pré-seleção de provadores

Os provadores foram recrutados entre alunos de graduação, pós-graduação e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP. Desenvolveu-se um questionário de seleção de provadores (Figura 17) com perguntas a respeito de: disponibilidade de tempo para as sessões de treinamento e teste sensorial; condições médicas, aversão ao produto, familiaridade do futuro provador com termos descritivos de textura, aroma e sabor; e a habilidade do indivíduo em quantificar usando escalas de intensidade.

A partir desse questionário, selecionou-se provadores que tinham disponibilidade de tempo; não possuíam problemas de saúde e aversão ao produto; demonstraram bons resultados no teste de descrição dos atributos sensoriais, respondendo corretamente 80% das questões; e saíram-se bem nos testes de escalas, assinalando nos mesmos, valores que estavam dentro de 10% dos valores corretos para cada figura (MEILGAARD et al., 1988).

Doze provadores que passaram nesse primeiro teste de seleção, compuseram a equipe sensorial que gerou a terminologia descritiva dos brócolis.

RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES

As hortaliças tem um papel importante na nutrição humana . Entre elas temos o brócolis que supre a nossa alimentação com vitaminas, minerais e fibras, sendo que seu consumo tem sido associado com um decréscimo da incidência de câncer humano.

O laboratório de Análise Sensorial deseja formar uma equipe de degustadores de brócolis. Os futuros degustadores avaliarão a qualidade sensorial de brócolis, julgando a aparência, aroma, sabor e textura e dessa forma ajudarão a tornar esta hortaliça ainda melhor para consumo.

Ser um degustador da nossa equipe não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil.

A equipe de degustadores se reunirá em duas primeiras sessões com duração de 45 minutos no dia 18 de outubro nos períodos manhã e tarde para levantamento dos termos descritivos e duas sessões de 30 minutos nos dias 20 e 25 de outubro para treinamento nos períodos manhã e tarde. O teste sensorial será realizado nos dias 22, 25, 28 de novembro e 01, 02, 05, 08 de dezembro nos períodos manhã e tarde com duração de 20 minutos cada sessão.

Se você deseja participar da equipe de degustadores, por favor, preencha este questionário e retorne-o a Elke no laboratório de Análise Sensorial.

Se você tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em contactar-nos.

Desde já agradecemos a atenção.

Então vamos lá!

Figura 17: Questionário para recrutamento e seleção de provadores para Análise Descritiva Quantitativa.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS-UNICAMP
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E
NUTRIÇÃO-DEPAN
Laboratório de Análise Sensorial

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ data: _____

Endereço: _____

Telefone: Residência _____ Trabalho _____

Faixa Etária:

Abaixo de 18 anos ()

19 a 35 anos ()

36 a 50 anos ()

Acima de 50 anos ()

Sexo: M () F ()

Local de trabalho: _____

1-Existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Especifique.

2-Você permanecerá na UNICAMP até a segunda quinzena de dezembro/94?

() Sim () Não

3-Seu ambiente de trabalho possui odores fortes?

Frequentemente ()

Raramente ()

Nunca ()

4-Qual a sua frequência de consumo de brócolis?

() Consumo muito (mais de quatro vezes ao mês)

() Consumo regularmente (quatro vezes ao mês)

() Consumo ocasionalmente (uma vez por mês)

() Consumo pouco (menos de uma vez por mês)

5-Qual o motivo da frequência de consumo?

6-Cite algum(s) vegetal(is) com odor de enxofre.

7-Cite alguns vegetais fibrosos.

8-Quais alterações você acha que podem ocorrer nas hortaliças após um período longo de armazenamento?

9-Em que tipos de preparações você mais costuma usar o brócolis?

(a) cru em saladas

(b) cozido em saladas

(c) com macarrão

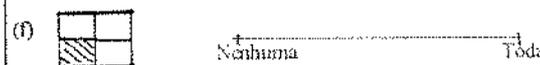
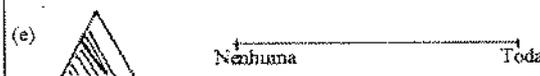
(d) a dorê

(e) outros _____

10-Marque na linha direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto. Não use a régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar. Exemplos:



Agora, você.



11-Especifique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde. Explique, por favor.

12-Você está fazendo alguma dieta?

Sim () Não ()

Qual? E por quê?

13-Você está tomando alguma medicação que interfira na sua capacidade de perceber odores ou sabores?

Em caso positivo, explique, por favor.

14-Você é alérgico a algum alimento ou bebida?

Sim () Não ()

Quais?

15-Marque um x se você possui:

Diabetes ()

Hipoglicemia ()

Hipertensão ()

Doenças Buciais ()

Dentadura ()

Obrigado pela sua colaboração e até o próximo contato!

Figura 17: Questionário para seleção de provedores para Análise Descritiva Quantitativa (cont.).

3.2.2.2.2 Desenvolvimento de terminologia descritiva

O desenvolvimento da terminologia descritiva foi realizado através do método de rede que se baseia na descrição das similaridades e diferenças existentes entre as amostras quanto a aparência, aroma, sabor e textura (KELLY, 1955, citado por MOSKOWITZ, 1983). A ficha de aplicação do método de rede encontra-se na Figura 18.

Nome: _____		Data: _____	
Por favor, compare as duas amostras quanto a aparência, aroma, sabor e textura e descreva em que são similares e em que são diferentes.			
Amostras: _____		e _____	
SIMILARIDADES		DIFERENÇAS	
APARÊNCIA:			
AROMA:			
SABOR:			
TEXTURA:			

Figura 18: Ficha de aplicação do método de rede.

Foram realizadas um total de quatro sessões, utilizando-se amostras dos diferentes cultivares com tempos de armazenamento distintos, de forma a expôr a equipe sensorial a todo tipo de variação que poderia ocorrer entre as amostras estudadas na presente pesquisa.

As amostras foram avaliadas aos pares e após a avaliação sensorial em cabines individuais, os provadores eram reunidos e sob a orientação de um líder, após discussão, eram selecionados de forma consensual, os termos descritivos mais frequentemente citados, eliminando-se os sinônimos e os termos menos frequentemente citados. Os descritores selecionados eram definidos por escrito, sendo estabelecidas também as amostras referências para serem usadas como extremos das escalas .

Após a avaliação de todas as amostras, o grupo, de forma consensual e sob a orientação do líder, elaborou uma ficha de avaliação das amostras, onde cada descritor a ser avaliado era acompanhado de uma escala de intensidade não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos com os termos de intensidade adequados. Uma lista consensual de definição dos descritores também foi desenvolvida.

3.2.2.2.3 Treinamento dos provadores

O treinamento dos provadores consistiu na avaliação de amostras representativas da variabilidade existente entre os cultivares durante o armazenamento, utilizando-se a ficha de avaliação desenvolvida, as amostras referências e a definição consensual dos termos descritivos. O treinamento foi realizado em 4 sessões individuais efetuadas em diferentes dias.

3.2.2.2.4 Seleção final de provadores

Para a seleção da equipe final de provadores, cada indivíduo foi solicitado a avaliar em três repetições, três amostras de brócolis: uma amostra fresca de cada cultivar e uma amostra da cultivar ramoso armazenada três dias em temperatura ambiente. As amostras mostravam variações moderadas de qualidade sensorial. Os resultados individuais de cada provador foram estatisticamente analisados por análise de variância univariada -ANOVA- (fontes de variação: amostra e repetição). Os níveis de significância (p) dos valores de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ foram computados para cada indivíduo em cada atributo. Os julgadores foram finalmente selecionados

com base em capacidade discriminatória ($p_{amostra} \leq 0,3$), repetibilidade ($p_{repetição} > 0,05$) e consenso com a equipe sensorial conforme sugerido por ASTM (1981) e DAMÁSIO & COSTELL (1991).

3.2.2.2.5 Teste sensorial

O teste sensorial foi realizado por uma equipe final de 9 julgadores treinados, sendo 7 do sexo feminino e 2 do sexo masculino na faixa etária entre 19 e 36 anos. Os provadores avaliaram a intensidade dos atributos sensoriais dos brócolis através da ficha elaborada no treinamento. Todos os provadores avaliaram as duas amostras em três repetições.

3.2.2.2.6 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado pelas equipes sensoriais foi o de blocos casualizados completos, onde todos os provadores avaliaram todas as amostras em três repetições, conforme sugerido por MEILGAARD et al. (1988). Aos resultados foram aplicados análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, provador, amostra x provador), teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (ACP). Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa SAS (1985).

3.2.3 Caracterização da matéria-prima

3.2.3.1 Determinação das propriedades químicas e nutricionais

3.2.3.1.1 Composição centesimal aproximada

A composição centesimal aproximada dos cultivares foi realizada em triplicata no produto cru e cozido.

O teor de umidade foi determinado pelo método de estufa (98 a 100°C), até peso constante, segundo procedimento nº 14.084 da AOAC (1980).

O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl segundo o procedimento nº 47.021 da AOAC (1980). O teor de proteína foi obtido multiplicando-se o teor de nitrogênio total pelo fator 6,25 (FAO, 1970).

O teor de lipídeos totais foi determinado segundo a metodologia proposta por BLIGH & DYER (1959).

A determinação do teor de cinzas foi realizada de acordo com o procedimento nº 31.012 da AOAC (1980).

As fibras solúveis e insolúveis foram determinadas segundo o método enzimático proposto por ASP et al. (1983).

O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença.

3.2.3.1.2 Teor de clorofilas

No produto cru, as clorofilas foram extraídas com solvente orgânico (acetona), seguindo-se leitura espectrofotométrica a 645 e 663 nm, conforme metodologia definida por LEBERMAN et al. (1968a) e adaptada por BATAL et al. (1982).

Foram pesadas 10 gramas de cada amostra, seguindo-se homogeneização com acetona P.A. em um desintegrador de tecido, sendo a amostra filtrada em funil sinterizado sob vácuo. A extração seguiu-se até a obtenção de um resíduo sem cor e um filtrado com coloração levemente amarela. Após o término da extração, a amostra foi novamente filtrada em funil sinterizado sob vácuo, completando-se para um volume conhecido e finalmente procedendo-se leitura espectrofotométrica a 645 e 663 nm para clorofila "b" e "a", respectivamente.

A quantificação de cada clorofila foi feita a partir da absorbância máxima, aplicando-se a Lei de Beer. Os coeficientes de absorção foram obtidos a partir da tabela apresentada por MACKINNEY (1941). Os resultados finais foram expressos em mg de clorofilas por 100 gramas de amostra.

$$\text{clorofila mg/100g} = \frac{\text{volume (mL)} \times \text{absorbância} \times 10^3}{A \times \text{peso da amostra (g)}}$$

volume = volume final de extração (conhecido).

A = coeficiente de absorção das clorofilas

3.2.3.1.3 Teor de ácido ascórbico

No produto cru, o ácido ascórbico foi determinado quantitativamente através de reação com 2,6-diclorofenolindofenol, segundo método padrão da AOAC (1984), modificado por BENASSI & ANTUNES (1988).

A amostra (25 g) foi homogeneizada em 50 mL de solução de extração (ácido oxálico 2%). Do extrato obtido, retirou-se uma alíquota de 10 g. Esta foi diluída a 50 mL com solução de extração e filtrada. Uma alíquota de 2 mL foi então retirada e titulada com 2,6-diclorofenolindofenol 0,01%, sendo o ponto de viragem detectado visualmente. Antes de proceder a titulação, elevou-se o volume da alíquota de análise com 10 mL de ácido oxálico 2% para melhor visualização do ponto de viragem. A solução de 2,6-diclorofenolindofenol foi padronizada através da titulação de 1 mg de ácido ascórbico P. A..

O cálculo do teor de ácido ascórbico foi realizado como descrito abaixo:

$$\text{Vit C (mg/100g)} = \frac{\text{DCFI amostra (mL)} \times 100 \text{ g} \times \text{m solvente} + \text{m amostra (g)} \times \text{V (50 mL)}}{\text{DCFI padrão (mL)} \times \text{m amostra (g)} \times \text{m alíquota (g)} \times \text{V alíquota (mL)}}$$

DCFI amostra = volume de solução de diclorofenolindofenol gasto na titulação da amostra

DCFI padrão = volume de solução de diclorofenolindofenol gasto na titulação do padrão

m amostra = massa de amostra

m solvente = massa de solvente utilizada para diluir a amostra

m alíquota = massa da alíquota

V = volume do extrato

V alíquota = volume da alíquota

3.2.3.1.4 Teor de β -caroteno

O teor de β -caroteno foi estimado segundo método de RODRIGUEZ et al. (1976), tendo como princípio a separação em cromatografia em coluna de óxido de magnésio e respectiva leitura espectrofotométrica de 350 a 550 nm.

Como o β -caroteno é um pigmento susceptível à ação da luz, todas as operações foram realizadas com luzes apagadas e os pigmentos protegidos, envolvendo-se os recipientes que os continham com papel alumínio.

Para adaptar o método ao produto em estudo algumas modificações foram introduzidas: i) a etapa de saponificação foi omitida e, ii) o brócolí foi submerso em acetona P.A. antes da extração.

Inicialmente, foram pesadas 10 gramas de cada amostra, submergindo-as em acetona P.A. durante 20 minutos. Em seguida, a extração foi feita com acetona P.A. em um desintegrador de tecido, sendo a amostra filtrada em funil sinterizado sob vácuo. Prosseguiu-se com novas extrações até a obtenção de um resíduo sem cor e um filtrado com coloração levemente amarela. Após a última extração, a amostra foi novamente filtrada em funil sinterizado sob vácuo.

Os pigmentos dissolvidos em acetona foram transferidos para éter de petróleo, em funil de separação, adicionando-se pequenas porções da solução pigmento-acetona, seguida de água

destilada, e descartando-se a camada inferior (água-acetona) após a separação das duas fases. Quando todos os pigmentos se encontravam no éter de petróleo, foram realizadas mais quatro lavagens com água destilada para assegurar-se que toda a acetona havia sido retirada. A solução de pigmentos foi então concentrada em um evaporador rotatório a vácuo, até aproximadamente 10 mL. Sulfato de sódio anidro foi adicionado à solução para retirada da água residual.

Para separação do β -caroteno, utilizou-se uma coluna de vidro empacotada à vácuo com MgO : hiflosupercel (1:2). Adicionou-se uma pequena quantidade de Na_2SO_4 no topo da coluna para a retirada de possíveis gotas de água ainda presentes na amostra. A coluna foi molhada com éter de petróleo e após a aplicação da amostra, foi adicionada uma solução de 4% de éter etílico em éter de petróleo para eluição do β -caroteno, presente na primeira banda eluída.

A quantificação do β -caroteno foi feita a partir da absorbância máxima, aplicando-se a Lei de Beer. O coeficiente de absorção foi obtido a partir da tabela apresentada por DAVIES (1976). Os resultados finais foram expressos em equivalente em retinol (RE) por 100 gramas de amostra.

$$\beta\text{-caroteno ug/g} = \frac{\text{volume (mL)} \times \text{absorbância} \times 10^6}{A \times \text{peso da amostra (g)} \times 100}$$

volume = volume final de extração (conhecido)

A = coeficiente de absorção do β -caroteno

$$\text{RE}/100\text{g} = \frac{\beta\text{-caroteno ug/g}}{0.6} \times 100$$

3.2.3.2 Determinação das propriedades físicas

3.2.3.2.1 Cor

A cor da amostra de brócoli, nos vários tempos de armazenamento, foi medida através do equipamento Espectrofotômetro de Reflectância Difusa (Macbeth, modelo 2020 Plus, Newburgh, New York, 12550), utilizando-se os parâmetros L^* , a^* , b^* .

As leituras foram realizadas na porção contendo os botões florais, em três diferentes posições (replicações) com três repetições para cada tratamento, tendo sido reportada como valor de L^* , a^* , b^* e tonalidade ($\tan^{-1}b/a$) conforme sugerido por SHEWFELT et al. (1984).

3.2.3.2.2 Textura

A textura da amostra foi avaliada através da força de cisalhamento, determinada através do texturômetro TA-TX2[®] (Texture Technologies Corp., Scardale, New York, USA), utilizando-se lâmina tipo Warner - Bratzler.

A textura foi medida no caule, logo abaixo da porção floral. A amostra foi padronizada com 6mm e 15mm de diâmetro para os cultivares ramoso e baron, respectivamente, realizando-se cinco repetições por amostra. A velocidade da lâmina foi padronizada em 5mm/s.

3.2.3.3 Determinação da atividade da enzima peroxidase

A determinação quantitativa da enzima peroxidase foi realizada no produto cru pelo método espectrofotométrico sugerido por HEMEDA & KLEIN (1990) e adaptado por BARTH et al. (1993a). O método baseia-se na oxidação do guaiacol (incolor) a tetraguaiacol (vermelho-

tijolo) na presença de peróxido de hidrogênio. A oxidação do guaiacol foi acompanhada pelo aumento da absorbância a 470 nm.

A amostra (10 g) foi homogeneizada em água destilada (100 mL) em um liquidificador durante dois minutos. Seguiu-se a filtração através de filtro comum. Uma aliquota de 5 mL foi tomada do filtrado e diluída com água destilada a 50 mL em balão volumétrico. O substrato constituiu-se de 0,62 mL de guaiacol, 5 mL de etanol, 0,23 mL de H₂O₂ 30 %, diluídos com tampão fosfato pH 6,5 a 100mL em balão volumétrico. Para leitura espectrofotométrica pipetaram-se 3 mL do substrato em uma cubeta e adicionou-se 0,5 mL de amostra acompanhando-se o aumento da absorbância a 470 nm durante um minuto.

Para o cálculo da atividade enzimática considerou-se uma unidade de atividade igual ao aumento de 0,001 na absorbância a 470 nm/minuto/g de amostra.

3.2.4 Perda de vitaminas em função da cocção do produto

Uma vez definido o tempo ótimo de cocção, as perdas de vitamina C e β -caroteno devido à cocção foram avaliadas, comparando-se os teores de vitaminas nos vegetais crus com os teores de vitaminas nos vegetais cozidos.

Aos resultados foram aplicados análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, tratamento, amostra x tratamento) e teste de média (Tukey, $p \leq 0,05$).

3.2.5 Estudo de vida-de-prateleira

Dois estudos de vida-de-prateleira foram realizados em duas diferentes temperaturas de armazenamento, 5°C e 25°C, respectivamente. A condição de 5°C foi obtida utilizando-se refrigerador doméstico, sendo os brócolis crus mantidos em embalagens de polietileno de baixa densidade pigmentadas seladas, as quais são regularmente utilizadas na comercialização do

brócolis no varejo. A condição de 25°C foi obtida utilizando uma câmara ajustada à respectiva temperatura, sendo os brócolis armazenados sem qualquer embalagem, a fim de simular-se as condições mais usuais de comercialização.

3.2.5.1 Estudo da vida-de-prateleira a 5°C

O estudo da vida-de-prateleira dos cultivares armazenados a 5°C foi realizado através do monitoramento das seguintes propriedades:

- químicas e nutricionais: teor de clorofila, teor de β -caroteno e teor de ácido ascórbico nos produtos crus;
- físicas: cor no produto cru e textura nos produtos crus e cozidos;
- enzimática: teor de peroxidase nos produtos crus;
- sensoriais: aceitação dos produtos crus e cozidos, atitude de compra de indivíduos com relação aos produtos crus e cozidos e perfil sensorial dos produtos crus e cozidos determinados através da ADQ.

As determinações foram realizadas a 0, 4, 7, 10, 14, 16, 21, 24, 28 dias de armazenamento para os dois cultivares, exceto do dia 28 para o cultivar ramoso. Seguiu-se metodologia proposta pela ASTM (1993) a qual recomenda que para produtos que não tenham uma história de vida-de-prateleira ou um produto similar que possa servir de base de comparação, devem ser avaliadas a 0%, 25%, 50%, 75%, 100% e 110% de sua vida-de-prateleira.

A vida-de-prateleira de cada cultivar foi definida em função da queda de aceitação visual do produto cru; queda de aceitação do aroma, sabor e textura do produto cozido e atitude de compra do consumidor com relação ao produto cru ou cozido (ASTM, 1993). Estabeleceu-se como ponto de corte notas inferiores a 5 (nem gostei/nem desgostei) para o teste de aceitação e notas inferiores a 3 (tenho dúvidas se compraria ou não esse produto) para atitude de compra.

Delineamento experimental utilizado pelas equipes sensoriais foi o de blocos casualizados completos onde todos os provadores avaliaram todas as amostras em três repetições, conforme sugerido por MEILGAARD et al. (1988). Aos resultados do Teste de Aceitação foram aplicados análise de regressão linear, análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, provador, amostra x provador), teste de comparação de médias (Tukey, $p \leq 0,05$). Aos resultados da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foram aplicados análise de regressão, análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, provador, amostra x provador), teste de comparação de médias (Tukey, $p \leq 0,05$) e Análise de Componentes Principais (MUNÓZ et al., 1992).

As variações ocorridas em cada um dos atributos sensoriais (descritores) em função do tempo de armazenamento de cada cultivar foram analisados através de quatro modelos estatísticos: linear, exponencial, recíproca e quadrático. Para testar qual seria o modelo mais adequado ($p \leq 0,05$) utilizou-se, inicialmente, o teste de "lack-of-fit" (referência) computando-se para cada tempo de armazenamento, a média de cada provador. Para cada modelo, valor de F resultante do teste de "lack-of-fit" e o coeficiente de determinação (R^2) foram calculados e utilizados para se julgar a adequação do modelo. Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa SAS (1985).

Aos resultados do monitoramento das propriedades químicas, nutricionais, físicas e enzimática foram aplicados análise de regressão linear, análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, tratamento, amostra x tratamento) e teste de comparação de médias (Tukey, $p \leq 0,05$). Para os cálculos estatísticos utilizou-se o programa SAS (1985).

3.2.5.2 Estudo da vida-de-prateleira a 25 °C

O estudo da vida-de-prateleira dos cultivares armazenados a 25°C foi realizado através do monitoramento das propriedades sensoriais: aparência, aroma, sabor, textura oral do produto cozido, aparência e textura manual do produto cru.

A vida-de-prateleira de cada cultivar foi definida pela queda de aceitação visual do produto cru, queda de aceitação do produto cozido em função do aroma, sabor e textura e atitude de compra do consumidor com relação ao produto cru ou cozido (ASTM, 1993). Estabeleceu-se como ponto de corte notas inferiores a 5 (nem gostei nem desgostei) para o teste de aceitação e notas inferiores a 3 (tenho dúvidas se compraria ou não esse produto) para atitude de compra.

As determinações foram realizadas diariamente para os dois cultivares, até que valores hedônicos inferiores a 5 e notas inferiores a 3 para atitude de compra foram obtidos.

O delineamento experimental utilizado pelas equipes sensoriais foi o de blocos casualizados completos conforme sugerido por MEILGAARD et al. (1988). Aos resultados do Teste de Aceitação foram aplicados análise de variância (ANOVA - fontes de variação: amostra, provador, amostra x provador) e teste de média (Tukey, $p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE COCÇÃO

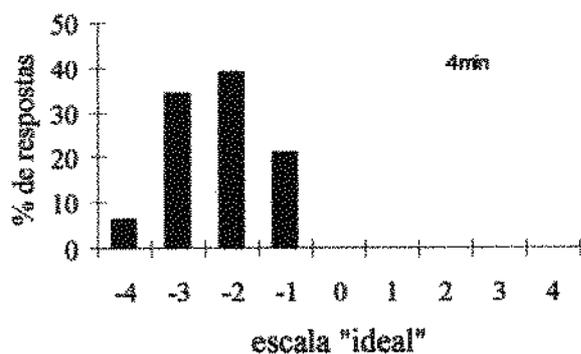
Os resultados obtidos no teste de escala "ideal" para os diferentes tempos de cocção das amostras de brócolis estudadas podem ser visualizados através das Figuras 19 e 20.

As Figuras 19 e 20 sugerem que tanto para o brócoli ramoso como para o baron, os tempos de cocção de 4 e 7 minutos produziram uma firmeza "menos macia que o ideal", para a maioria dos provadores. Por outro lado, as Figuras 19 e 20 e indicam que, para ambos cultivares de brócolis, os tempos de cocção de 13 e 16 minutos produziram uma firmeza "mais macia que o ideal", na opinião da maioria dos provadores. Assim, a análise gráfica dos resultados do teste de escala "ideal" sugere que para os dois cultivares de brócolis estudados, o tempo de cocção ideal situa-se próximo aos 10 minutos.

Quando os mesmos resultados obtidos pela escala do "ideal" são analisados através de metodologia proposta por VICKERS (1988), obtêm-se os modelos lineares mostrados na Figura 21 onde as médias da escala "ideal" encontram-se graficadas em função dos diferentes tempos de cocção das amostras de brócolis.

Assim, de acordo com a técnica proposta por VICKERS (1988), para escala "ideal" com cálculo de regressão linear simples, o tempo de cocção ideal é de 9 minutos e 14 segundos e 9 minutos e 44 segundos para os cultivares ramoso-Piracicaba e baron, respectivamente. Esses resultados sugerem fortemente que os dois cultivares apresentam tempos de cocção bastante similares entre si.

Enquanto a análise dos resultados do teste de escala "ideal" através de histogramas de frequência fornece o intervalo do tempo de cocção mais adequado por meio de uma análise visual dos gráficos, conforme sugerido por VICKERS (1988), permite que se obtenha valores de tempo de cocção melhor definidos. Ambos os métodos demonstram fornecer resultados similares e de grande importância para se determinar o tempo de cocção ideal do brócoli em função da opinião dos consumidores.



4. extremamente mais macio que o ideal
3. muito mais macio que o ideal
2. moderadamente mais macio que o ideal
1. ligeiramente mais macio que o ideal
0. ideal
- 1. ligeiramente menos macio que o ideal
- 2. moderadamente menos macio que o ideal
- 3. muito menos macio que o ideal
- 4. extremamente menos macio que o ideal

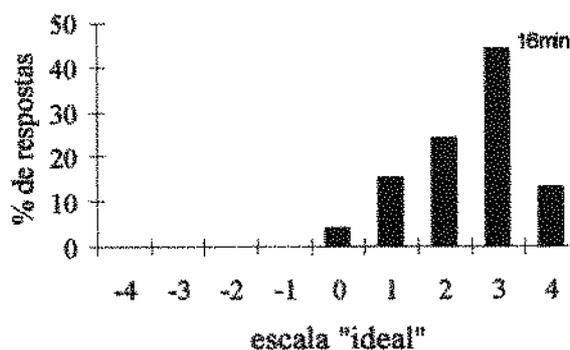
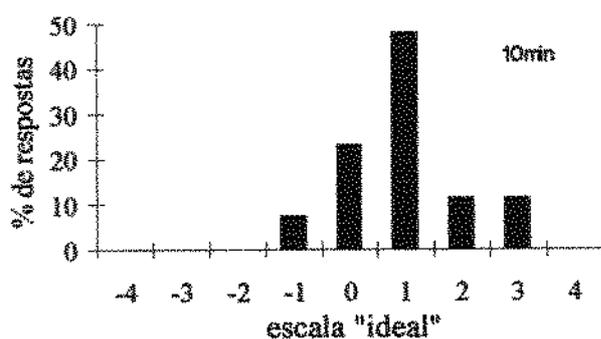
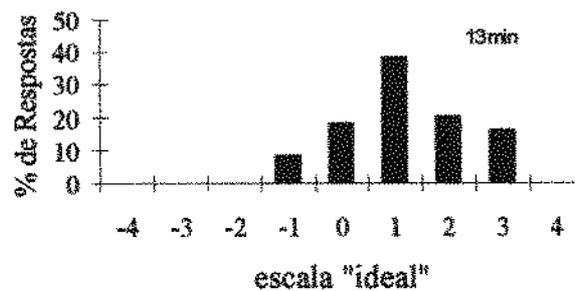
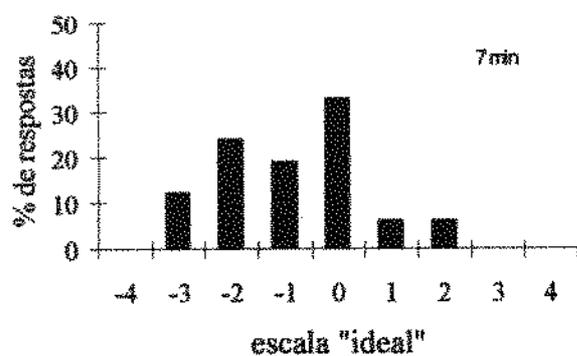
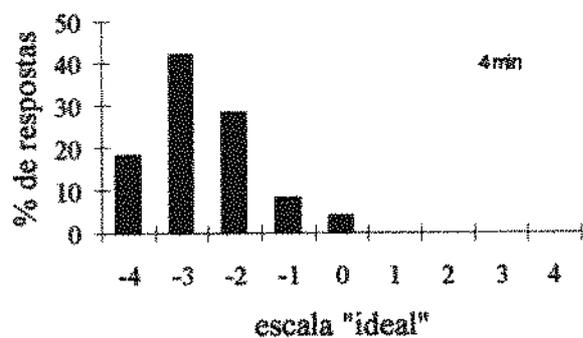


Figura 19: Gráficos de freqüência dos provadores em função de suas impressões sobre a maciez do brócoli, expressas na escala "ideal" para 4, 7, 10, 13 e 16 minutos de cocção do brócolis cultivar ramoso-Piracicaba.



4. extremamente mais macio que o ideal
3. muito mais macio que o ideal
2. moderadamente mais macio que o ideal
1. ligeiramente mais macio que o ideal
0. ideal
- 1. ligeiramente menos macio que o ideal
- 2. moderadamente menos macio que o ideal
- 3. muito menos macio que o ideal
- 4. extremamente menos macio que o ideal

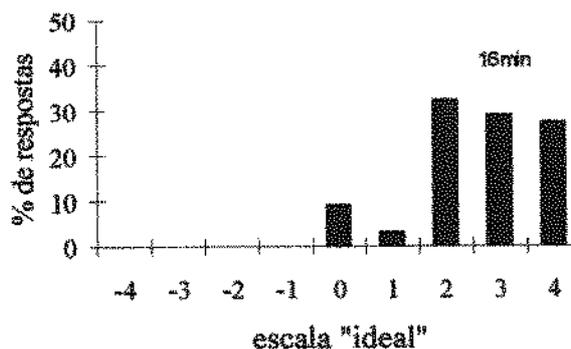
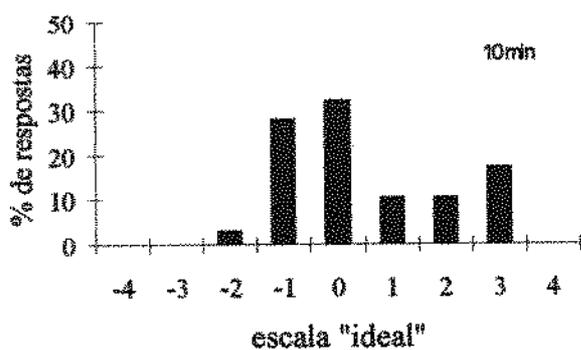
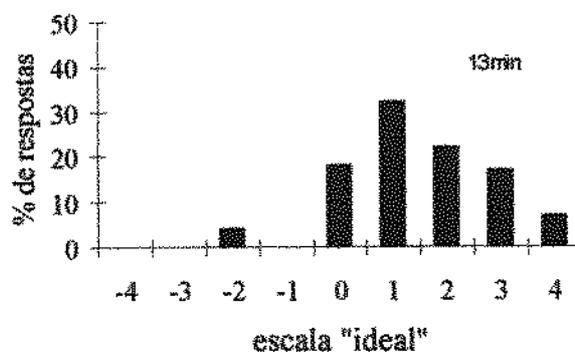
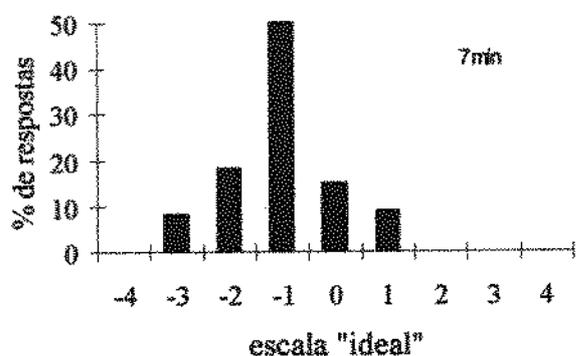


Figura 20: Gráficos de frequência dos provadores em função de suas impressões sobre a maciez do brócoli, expressas na escala "ideal" para 4, 7, 10, 13 e 16 minutos de cocção do brócoli cultivar baron.

EHEART (1970) ao estudar o efeito do armazenamento na composição de brócoli congelado utilizou como tempo de cocção 11 minutos a partir do momento em que a hortaliça era adicionada a água fervente. ODLAND & EHEART (1975) com o objetivo de investigarem o efeito do bicarbonato de amônia no branqueamento e congelamento de brócoli, utilizaram o intervalo de tempo de 8,5 a 11 minutos para a cocção do brócoli. SCHRUMPH & CHARLEY (1975) pesquisando diferenças na textura de brócolis submetidos a diferentes métodos de cocção, utilizaram o tempo de 12 minutos para o método convencional.

Observa-se que os tempos de cocção do brócoli mencionados na literatura são próximos ao apresentado pelo presente estudo, entretando os diversos autores citados não mencionam o critério utilizado para estabelecer o tempo de cocção da hortaliça.

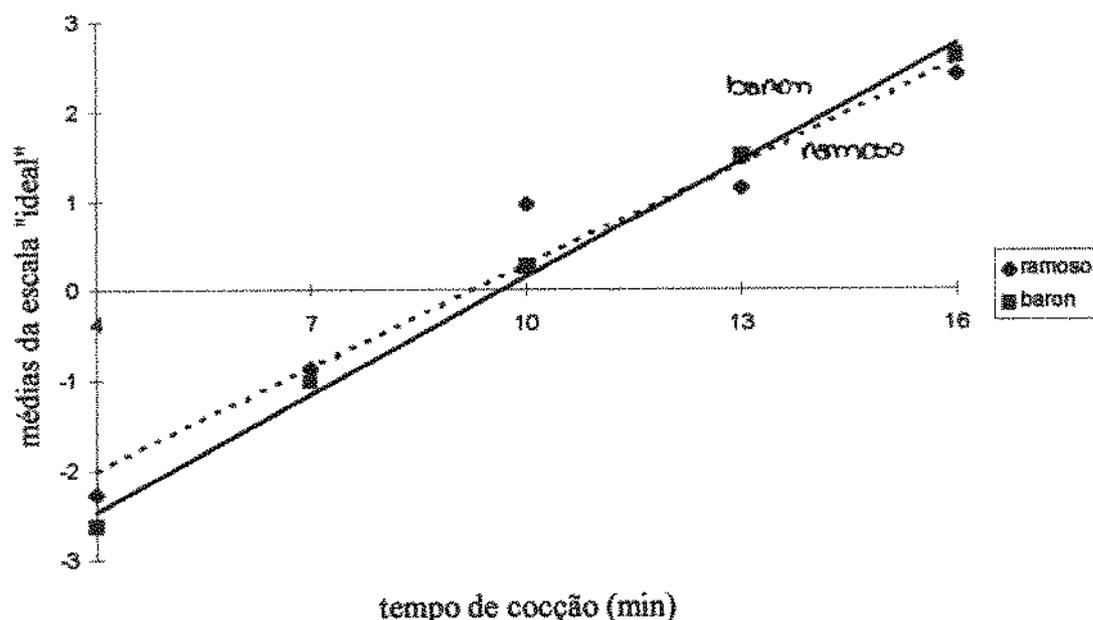


Figura 21: Modelos lineares das médias da escala "ideal" em função dos diferentes tempos de cocção das amostras de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba ($y = -3,51 + 0,38x$, $R^2 = 0,95$; $p \leq 0,05$) e baron ($y = -4,19 + 0,43x$, $R^2 = 0,99$; $p \leq 0,05$). (-3=muito menos macio que o ideal, 0=ideal, +3=muito mais macio que o ideal).

4.1.1 Correlações entre medidas sensoriais do teste de aceitação e medidas instrumentais de textura nos diferentes tempos de cocção.

Estudos de correlação entre medidas sensoriais e instrumentais são muito úteis principalmente na indústria de alimentos, visto que os testes sensoriais muitas vezes podem ter um custo elevado e sobretudo serem demorados. Assim, a existência de correlação entre medidas sensoriais e instrumentais permite utilizar o instrumento para o controle de qualidade dos alimentos (SZCZESNIAK, 1977).

A correlação entre a aceitação dos brócolis e a textura instrumental dos mesmos em diferentes tempos de cocção permitirá prover, a partir de medidas instrumentais, o tempo de cocção adequado para os diferentes cultivares. Dessa forma, modelos lineares entre as medidas instrumentais de textura e as medidas sensoriais do teste de aceitação utilizando a escala do "ideal" foram obtidos para os dois cultivares de brócoli e estão apresentados na Figura 22. Os resultados mostram existência de correlação linear significativa ($R^2=0,86$; $p\leq 0,05$) entre medidas sensoriais e instrumentais para o cv. ramoso-Piracicaba, como também, para o cv. baron ($R^2=0,96$; $p\leq 0,05$). Entretanto, enquanto para o brócoli ramoso, a textura ideal especificada pelos provadores, corresponde à força de cisalhamento de 1803 g, para o cultivar baron, a textura ideal corresponde a força de cisalhamento de 6600 g. Os modelos mostrados na Figura 22, indicam que o parâmetro força de cisalhamento é bastante distinto para os dois cultivares em todos os tempos de cocção, sugerindo que os dois cultivares devem possuir características sensoriais de textura bastante singulares.

Por outro lado, os resultados indicam que a textura instrumental pode ser utilizada como parâmetro preditor do tempo de cocção ideal de brócolis, com boa precisão, notadamente no que diz respeito ao cv. baron, que apresentou valor de R^2 igual a 0,96.

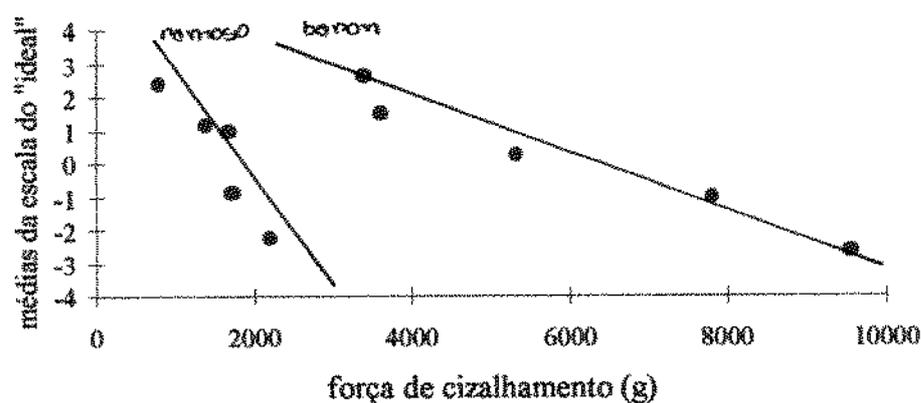


Figura 22: Modelos lineares correlacionando as medidas instrumentais de textura com as medidas sensoriais do teste de aceitação nos diferentes tempos de cocção dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba ($y=5,41 - 0,003x$, $R^2=0,86$; $p \leq 0,05$) e baron ($y = 4,62 - 0,0007x$, $R^2=0,96$; $p \leq 0,05$). (-4=extremamente menos macio que o ideal, 0=ideal, +4=extremamente mais macio que o ideal).

4.2 ANÁLISES SENSORIAIS

4.2.1 Terminologia descritiva de brócolis

Vinte e dois termos descritivos foram gerados pelos provadores para descrever as similaridades e diferenças sensoriais entre as amostras de brócolis avaliadas. A definição dos descritores utilizados foi desenvolvida consensualmente pela equipe sensorial, bem como as referências qualitativas e quantitativas as quais encontram-se relacionadas nas Tabelas 2, 3 e 4. Os descritores desenvolvidos foram utilizados para compor a ficha de avaliação sensorial (Figura 23).

Tabela 2: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de aparência.

ATRIBUTO SENSORIAL	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
APARÊNCIA		
Cor verde	tonalidade da cor verde característica de vegetais verdes.	<u>claro</u> : cor verde característica da casca de chuchu fresco cru <u>escuro</u> : cor verde característica da folha fresca do brócolis (cultivar ramoso) crua
Presença de botões florais amarelos	quantidade de botões florais amarelos no brócolis	<u>nenhum</u> : brócolis (cultivar ramoso) sem a presença de botões amarelos <u>muito</u> : brócolis (cultivar ramoso) com todos os botões amarelos
Compactação dos botões florais	grau com que os botões florais estão juntos, comprimidos	<u>pouca</u> : botões florais separados <u>muita</u> : botões florais juntos (comprimidos)
Tamanho dos botões florais	dimensão dos botões florais	<u>pequeno</u> : botões florais de dimensão reduzida <u>grande</u> : botões florais de dimensão aumentada

Tabela 3: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de aroma e sabor.

ATRIBUTO SENSORIAL	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
AROMA		
Característico	aroma característico de brócolis (cultivar ramoso) fresco cozido	<u>pouco</u> : aroma de couve-flor (30g) fresca crua <u>muito</u> : aroma de brócolis cultivar ramoso (30g) fresco cozido em água (300 ml) por 10 minutos
Sulfuroso	qualidade de aroma associado ao repolho cozido	<u>fraco</u> : aroma de repolho cru (folha inteira) <u>forte</u> : aroma de repolho picado (20g) cozido em água (200ml) por 25 minutos
Mato úmido	qualidade do aroma proveniente de grama verde umidecida	<u>fraco</u> : capim verde (não picado) <u>forte</u> : capim verde picado, umidecido e macerado com água (20ml)
Passado	aroma de brócolis (cultivar ramoso) armazenado por um longo período de tempo	<u>nenhum</u> : aroma de brócolis cultivar ramoso (30g) fresco cozido em água (300ml) por 10 minutos <u>muito</u> : aroma de brócolis cultivar ramoso (30g), armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias, cozido em água (300ml) por 10 minutos
SABOR		
Característico	sabor característico de brócolis (cultivar ramoso) fresco cozido	<u>pouco</u> : sabor de couve-flor (30g) fresca cozida em água (300ml) por 10 minutos <u>muito</u> : sabor de brócolis cultivar ramoso (30g) fresco cozido em água (300ml) por 10 minutos
Amargo	gosto associado a soluções aquosas de cafeína	<u>pouco</u> : gosto produzido por solução aquosa de cafeína a 0,03% <u>muito</u> : gosto produzido por solução aquosa de cafeína a 0,12%
Sulfuroso	sabor proveniente de repolho cozido	<u>pouco</u> : sabor de couve-flor (30g) fresca cozida em água (300ml) por 10 minutos <u>muito</u> : sabor de repolho (20g) fresco picado cozido em água (200ml) por 25 minutos
Adocicado	gosto associado a soluções aquosas de sacarose	<u>pouco</u> : gosto produzido por solução aquosa de sacarose a 1,5% <u>muito</u> : gosto produzido por solução aquosa de sacarose a 6,0%
Passado	sabor de brócolis (cultivar ramoso) armazenado por longo período de tempo	<u>nenhum</u> : sabor de brócolis cultivar ramoso (30g) fresco cozido em água (300ml) por 10 minutos <u>muito</u> : sabor de brócolis cultivar ramoso (30g), armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias, cozido em água (300ml) por 10 minutos
Residual	qualidade de sabor remanescente que permanece na cavidade bucal após a degustação do brócolis	<u>pouco</u> : permanência curta de sabor remanescente na cavidade bucal após a degustação do brócolis <u>muito</u> : permanência longa de sabor remanescente na cavidade bucal após a degustação do brócolis

Tabela 4: Definição dos termos descritivos e referências usadas como extremos de escala de intensidade na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de brócolis para os atributos de textura oral e textura manual.

ATRIBUTO SENSORIAL	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
TEXTURA ORAL		
Fibrosidade	propriedade de textura relacionada com a percepção de fibras no produto	<u>nenhuma</u> : textura de batata fresca cortada em cubos de 0,5cm cozida em água (300ml) por 30 minutos <u>alta</u> : textura de manga verde, <i>Mangifera indica</i> L. (nome popular - manga coquinho) cortada em fatias de 1,0cm de comprimento e 0,3cm de altura
Maciez	propriedade de textura relacionada com a força requerida para romper uma substância entre os dentes molares (menor força, maior a maciez)	<u>baixa</u> : textura de cenoura fresca crua (100g) cortada em rodela de 0,5cm de altura <u>alta</u> : textura de cenoura fresca (100g) cortada em rodela de 0,5cm de altura cozida em água (300ml) por 30 minutos
Suculência	propriedade de textura relacionada com a percepção da quantidade de água liberada pelo produto durante a mastigação	<u>pouca</u> : textura de batata fresca cortada em cubos de 0,5cm cozida em água (300ml) por 30 minutos <u>muita</u> : gomo de laranja pera madura cortado em três partes iguais
TEXTURA MANUAL		
Firmeza do produto	propriedade de textura relacionada com a percepção de rigidez da amostra quando manuseada com os dedos	<u>pouca</u> : textura manual de cenoura armazenada em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante sete dias <u>muita</u> : textura manual de cenoura fresca

Nome: _____ Data: _____

BRÓCOLIS

Avalie cada amostra da esquerda para direita quanto aos atributos de APARÊNCIA e marque na escala abaixo a intensidade de cada atributo julgado:

AMOSTRA

COR VERDE _____ | _____ | _____
 claro _____ escuro

_____ | _____ | _____
 claro _____ escuro

AMOSTRA

PRESENÇA DE
 BOTÕES FLORAIS
 AMARELOS _____ | _____ | _____
 nenhuma _____ muita

_____ | _____ | _____
 nenhuma _____ muita

AMOSTRA

COMPACTAÇÃO
 DOS BOTÕES
 FLORAIS _____ | _____ | _____
 pouca _____ muita

_____ | _____ | _____
 pouca _____ muita

AMOSTRA

TAMANHO
 DOS BOTÕES
 FLORAIS _____ | _____ | _____
 pequeno _____ grande

_____ | _____ | _____
 pequeno _____ grande

Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron.

Nome: _____ Data: _____

BRÓCOLIS

Prove cada amostra da esquerda para direita avaliando os atributos de AROMA e marcando na escala abaixo a intensidade de cada atributo julgado:

CARACTERÍSTICO

AMOSTRA

_____ pouco |-----| muito

_____ pouco |-----| muito

SULFUROSO

AMOSTRA

_____ fraco |-----| forte

_____ fraco |-----| forte

MATO ÚMIDO

AMOSTRA

_____ fraco |-----| forte

_____ fraco |-----| forte

PASSADO

AMOSTRA

_____ nenhum |-----| muito

_____ nenhum |-----| muito

Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron (cont.).

Nome: _____ Data: _____

BRÓCOLIS

Prove cada amostra da esquerda para direita avaliando os atributos de SABOR e marcando na escala abaixo a intensidade de cada atributo julgado:

CARACTERÍSTICO

AMOSTRA

_____ |-----|

pouco muito

_____ |-----|

pouco muito

AMARGO

AMOSTRA

_____ |-----|

pouco muito

_____ |-----|

pouco muito

SULFUROSO

AMOSTRA

_____ |-----|

fraco forte

_____ |-----|

fraco forte

Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron (cont.).

Nome: _____ Data: _____

BRÓCOLIS

Avalie cada amostra da esquerda para direita quanto aos atributos de TEXTURA e marque na escala abaixo a intensidade de cada atributo julgado:

FIBROSIDADE

AMOSTRA

_____ |-----|

baixa alta

_____ |-----|

baixa alta

MACIEZ

AMOSTRA

_____ |-----|

baixa alta

_____ |-----|

baixa alta

SUCULÊNCIA

AMOSTRA

_____ |-----|

pouca muita

_____ |-----|

pouca muita

Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron (cont.).

Nome: _____	Data: _____
BRÓCOLIS	
Avalie cada amostra da esquerda para direita quanto ao atributo de TEXTURA MANUAL e marque na escala abaixo a intensidade de cada atributo julgado:	
AMOSTRA	
FIRMEZA DO PRODUTO	

Figura 23: Ficha de avaliação sensorial descritiva quantitativa para brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron (cont.).

4.2.2 Seleção de provadores

Após o período de treinamento, o desempenho de cada provador com relação ao seu poder de discriminação e repetibilidade, pode ser avaliado através das Tabelas 5, 6, 7 e 8. Assim, segundo o critério utilizado, o qual estabelecia $P_{amostra} \leq 0,3$ e $P_{repetição} > 0,05$ os provadores números 1, 3, 9 e 12 apresentaram deficiência discriminatória com relação a somente um atributo e os provadores números 2 e 7 a dois atributos. Os provadores números 3, 8, 11 e 12 apresentaram deficiência de repetibilidade com relação a apenas dois atributos, e o provador número 2 em relação a um atributo.

Algumas deficiências discriminatórias e de repetibilidade dos indivíduos com relação a uns poucos atributos sensoriais é indesejável, porém de ocorrência regular em testes sensoriais. Assim, estabelecer a proporção de atributos que o provador deve discriminar dentre o total dos julgados, de forma a que ele/ela possa ser selecionado para compor a equipe sensorial final, tem sido uma problemática abordada por vários pesquisadores (FISCHMAN et al., 1987).

STONE et al. (1974) discutem que qualquer provador com valor de F significativo a $p \leq 0,5$ contribui para a discriminação entre amostras, porém não indicam quantos atributos, do total dos que são avaliados no estudo, devem ser utilizados para a seleção. POWERS et al. (1984) em um de seus estudos, utilizaram como critério de seleção os candidatos que apresentaram valores de F significativos a $p \leq 0,3$ para 10 ou mais dos 12 atributos selecionados. Segundo POWERS et al. (1988), o nível mínimo de significância para $F_{amostra}$ depende, em cada caso, das características do produto, do objetivo do teste e em alguns casos até do número de provadores disponíveis. Os resultados obtidos pelos provadores no presente estudo (Tabelas 5, 6, 7 e 8) demonstram que os mesmos apresentaram poder discriminativo bem acima daquele sugerido pela literatura internacional, demonstrando assim o sucesso da etapa de treinamento. COSTELL et al. (1989), na seleção de provadores para avaliar a textura de géis hidrocolóides, obtiveram resultados similares, os quais apresentaram-se com relação a $p_{amostra}$, inferiores a 0,05 e 0,03.

Quanto ao consenso de cada provador com a equipe sensorial (Tabelas 9, 10, 11 e 12), os provadores números 7 e 11 apresentaram o maior número de atributos nos quais observou-se falta de consenso (4 e 9 atributos, respectivamente) com a equipe sensorial, por este motivo esses julgadores foram retirados da equipe.

Como um grau de exigência adicional, foram submetidos a um novo período de treinamento, os provadores 2, 3, 8 e 9, com relação àqueles atributos em que haviam mostrado menor discriminação e repetibilidade. Da mesma forma, os provadores 4 e 6 foram retreinados com relação ao atributo sabor sulfuroso, o provador 1 com relação ao sabor residual, os provadores 1, 2, 4 e 9 com relação à suculência (textura oral) e os provadores 3, 6, 8 e 9 com relação à firmeza do produto (textura manual). Toda a equipe foi retreinada com relação à maciez (textura oral) uma vez que observou-se baixo consenso da mesma com relação a esse atributo. Após o retreinamento observou-se uma sensível melhora da equipe sensorial.

Finalmente, o provador 12 foi retirado da equipe sensorial devido a inesperada falta de disponibilidade de tempo para os testes sensoriais.

Tabela 5: Estimativas do poder discriminativo (Pamostra) e repetibilidade (Prepetição, entre parênteses) de cada provador em cada atributo de aparência (valores desejáveis para provadores da equipe sensorial: Pamostra $\leq 0,3$ e Prepetição $> 0,05$).

ATRIBUTO	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cor verde (cm)	0,0012 (0,1286)	0,0001 (0,0540)	0,0001 (0,0922)	0,0001 (0,4050)	0,0001 (0,5323)	0,0001 (0,3096)	0,0001 (0,0035)	0,0001 (0,3352)	0,0056 (0,4072)	0,0001 (0,4320)	0,0001 (0,4298)	0,0001 (0,2380)
Presença bolões florais amarelos(cm)	0,0001 (0,6400)	0,0001 (0,3086)	0,0001 (0,8403)	0,0001 (0,2254)	0,0001 (0,5946)	0,0001 (0,2500)	0,0001 (0,4225)	0,0001 (0,1479)	0,0001 (0,3207)	0,0001 (1,0000)	0,0001 (0,8493)	0,0001 (0,4444)
Compactação bolões florais(cm)	0,0001 (0,6870)	0,0001 (0,0246*)	0,0001 (0,6400)	0,0001 (0,4839)	0,0001 (0,1079)	0,0001 (0,9943)	0,0001 (0,7290)	0,0001 (0,4498)	0,0001 (0,4444)	0,0001 (0,7052)	0,0001 (0,0005*)	0,0001 (0,8711)
Tamanho bolões florais(cm)	0,0001 (0,1586)	0,0001 (0,6208)	0,0001 (0,1182)	0,0001 (0,8403)	0,0001 (0,3086)	0,0001 (0,5152)	0,0001 (0,2201)	0,0001 (0,4545)	0,0001 (0,8264)	0,0001 (0,4532)	0,0002 (0,1436)	0,0001 (0,0230*)
Cor verde (cozido)	0,0001 (0,4778)	0,0001 (0,6539)	0,0001 (0,1736)	0,0001 (0,9484)	0,0001 (0,4116)	0,0001 (0,7799)	0,0001 (0,0639)	0,0001 (0,3211)	0,0001 (0,2839)	0,0001 (0,0554)	0,0001 (0,4768)	0,0001 (0,5289)
Presença bolões florais amarelos(cozido)	0,0001 (0,1111)	0,0001 (0,3487)	0,0001 (0,1736)	0,0001 (0,3086)	0,0001 (0,3086)	0,0001 (0,5487)	0,0001 (0,0494)	0,0001 (0,7296)	0,0001 (0,4718)	0,0001 (0,1561)	0,0001 (0,4878)	0,0001 (0,5900)
Compactação bolões florais(cozido)	0,0001 (0,6117)	0,0001 (0,9862)	0,0001 (0,0095*)	0,0001 (0,3460)	0,0001 (0,1189)	0,0001 (0,4510)	0,0001 (0,6989)	0,0001 (0,4444)	0,0001 (0,4964)	0,0001 (0,8489)	0,0001 (0,8342)	0,0001 (0,9695)
Tamanho bolões florais(cozido)	0,0001 (0,7383)	0,0001 (0,1068)	0,0001 (0,0400*)	0,0001 (0,3044)	0,0001 (0,6877)	0,0001 (0,2810)	0,0001 (0,4562)	0,0001 (0,4644)	0,0001 (0,1545)	0,0001 (0,5017)	0,0001 (0,4444)	0,0001 (0,8173)
D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
R	---	1	2	---	---	---	---	---	---	---	1	1
T	---	1	2	---	---	---	---	---	---	---	1	1

D= número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado ($ps \leq 0,5$)

R= número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ($p > 0,05$)

T= D + R; * = provador que apresentou Pamostra $\geq 0,3$ e Prepetição $\leq 0,05$

Tabela 6: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$) e repetibilidade ($P_{repetição}$, entre parênteses) de cada provador em cada atributo de aroma (valores desejáveis para provadores da equipe sensorial: $P_{amostra} \leq 0,3$ e $P_{repetição} > 0,05$).

ATRIBUTO	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aroma característico	0,0001 (0,0746)	0,0001 (0,1460)	0,0001 (0,3485)	0,0001 (0,1782)	0,0001 (0,6621)	0,1866 (0,4939)	0,0001 (0,3705)	0,0001 (0,5131)	0,0004 (0,8751)	0,0001 (0,9685)	0,0001 (0,1527)	0,0002 (0,7014)
Aroma sulfuroso	0,0009 (0,4403)	0,0001 (0,3652)	0,0088 (0,5110)	0,0062 (0,0775)	0,0001 (0,5590)	0,0020 (0,4310)	0,0001 (0,0091)	0,0006 (0,3005)	0,0012 (0,3005)	0,0004 (0,7496)	0,0003 (0,2018)	0,0001 (0,0839)
Aroma malo úmido	0,0017 (0,7467)	0,0009 (0,8122)	0,2456 (0,8681)	0,0068 (0,9340)	0,0001 (0,2327)	0,0001 (0,5251)	0,0001 (0,3846)	0,0001 (0,0482*)	0,0003 (0,7901)	0,0006 (0,8306)	0,0004 (0,6475)	0,0002 (0,8403)
Aroma passado	0,0002 (0,4444)	0,0001 (0,6128)	0,0001 (0,4444)	0,0001 (0,8456)	0,0001 (0,2215)	0,0001 (0,3134)	0,0001 (0,9914)	0,0001 (0,2527)	0,0001 (0,0677)	0,0001 (0,1202)	0,0007 (0,5552)	0,0001 (0,5917)
D	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
R	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---
T	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---

D= número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado ($p \leq 0,5$)

R= número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ($p > 0,05$)

T= D + R

*= provador que apresentou $P_{amostra} \geq 0,3$ e $P_{repetição} < 0,05$

Tabela 7: Estimativas do poder discriminativo ($P_{amostra}$) e repetibilidade (prepetição, entre parênteses) de cada provador em cada atributo de sabor (valores desejáveis para provadores da equipe sensorial: $P_{amostra} \leq 0,3$ e $Prepetição > 0,05$).

ATRIBUTO	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sabor característico	0,0001 (0,5233)	0,0002 (0,9641)	0,0001 (0,2509)	0,0001 (0,0915)	0,0001 (0,2215)	0,0001 (0,1575)	0,0001 (0,6073)	0,0002 (0,7299)	0,0001 (0,0953)	0,0001 (0,2318)	0,0049 (0,4716)	0,0001 (0,8376)
Sabor amargo	0,0007 (0,6627)	0,0001 (0,1945)	0,0046 (0,4839)	0,0001 (0,3064)	0,0001 (0,3258)	0,0331 (0,3427)	0,0001 (0,0591)	0,0014 (0,4711)	0,0010 (0,9140)	0,0003 (0,3814)	0,1111 (0,0004*)	0,0001 (0,0372*)
Sabor sulfuroso	0,0018 (0,0458)	0,0001 (0,7153)	0,0165 (0,9666)	0,0086 (0,8240)	0,0001 (0,8114)	0,0001 (0,0227)	0,0081 (0,7723)	0,0016 (0,9579)	0,0001 (0,0730)	0,0001 (0,0812)	0,0103 (0,0562)	0,0002 (0,5952)
Sabor adocicado	0,0039 (0,0782)	0,0076 (0,9395)	0,0004 (0,2630)	0,0001 (0,3498)	0,0229 (0,7373)	0,0023 (0,3844)	0,0025 (0,6208)	0,0011 (0,9129)	0,0001 (0,4494)	0,0001 (0,8894)	0,0011 (0,2951)	0,0031 (0,5965)
Sabor passado	0,0001 (0,3213)	0,0001 (0,2101)	0,0056 (0,5341)	0,0001 (0,4357)	0,0001 (0,3951)	0,0001 (0,2729)	0,0001 (0,2548)	0,0001 (0,1346)	0,0001 (0,9205)	0,0001 (0,4843)	0,0001 (0,3867)	0,1315 (0,7633)
Sabor residual	0,0021 (0,1074)	0,0006 (0,2914)	0,0540 (0,4767)	0,0024 (0,5616)	0,0005 (0,1594)	0,0004 (0,4325)	0,3193* (0,4483)	0,0011 (0,2865)	0,0029 (0,5455)	0,0002 (0,1436)	0,0090 (0,6804)	0,0006 (0,4303)
D	---	---	---	---	---	---		---	---	---	---	---
R	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
T	---	---	---	---	---	---		---	---	---	---	

D= número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado ($p \leq 0,5$)

R= número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ($p > 0,05$)

T= D + R

*= provador que apresentou $P_{amostra} \geq 0,3$ e $Prepetição < 0,05$

Tabela 8: Estimativas do poder discriminativo ($p_{amostra}$) e repetibilidade (Prepetição, entre parênteses) de cada provador em cada atributo de textura oral e textura manual (valores desejáveis para provadores da equipe sensorial: $p_{amostra} \leq 0,3$ e Prepetição $> 0,05$).

ATRIBUTO	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fibrosidade	0,0001 (0,0494)	0,0002 (0,2500)	0,0772 (0,1736)	0,0075 (0,4484)	0,0091 (0,4444)	0,0001 (0,3096)	0,0035 (0,2500)	0,0015 (0,4444)	0,0001 (0,4444)	0,0015 (0,4444)	0,0044 (0,4444)	0,0796 (0,8403)
maciez	0,4373* (0,1616)	0,4552* (0,2894)	0,5476* (0,1425)	0,2812 (0,9070)	0,1776 (0,6086)	0,1020 (0,3033)	0,6530* (0,1032)	0,0588 (0,0197*)	0,7665* (0,8461)	0,0198 (0,1479)	0,0878 (0,2844)	0,7923* (0,9305)
Suculência	0,0018 (0,7582)	0,0170 (0,5590)	0,0695 (0,1258)	0,0016 (0,2427)	0,0168 (0,8127)	0,0037 (0,6844)	0,0006 (0,8006)	0,0006 (0,3699)	0,0007 (0,4539)	0,0002 (0,4320)	0,0001 (0,1635)	0,0021 (0,5342)
Firmeza produto	0,0001 (0,3153)	0,6071* (0,3009)	0,0222 (0,4314)	0,0004 (0,3819)	0,0585 (0,5160)	0,0294 (0,4312)	0,0064 (0,8464)	0,0012 (0,1062)	0,0001 (0,5130)	0,0006 (0,8734)	0,0001 (0,2643)	0,0001 (0,0917)
D	I	2	I	---	---	---	I	---	I	---	---	I
R	---	---	---	---	---	---	---	I	---	---	---	---
T	I	2	I	---	---	---	I	I	I	---	---	I

D= número de vezes em que o provador não discriminou as amostras no nível de significância desejado ($p \leq 0,5$)

R= número de vezes em que o provador não apresentou repetibilidade no nível de significância desejado ($p > 0,05$)

T= D + R

*= provador que apresentou $p_{amostra} \geq 0,3$ e Prepetição $< 0,05$

Tabela 9: Médias da equipe sensorial (ES) e de cada candidato para os atributos de aparência para as amostras (Am) avaliadas no teste de seleção (1=brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, 2=brócolis baron fresco e cozido e 3=brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 2,5^{\circ}\text{C}$) durante três dias).

ATRIBUTO	Am	PROVADORES												
		ES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cor verde (cru)	1	7,83 ^a	7,67	8,47	8,30	8,40	8,80	8,40	4,20	8,30	8,57	7,03	8,27	7,50
	2	4,94 ^b	4,53	4,47	6,37	4,20	7,33	6,50	3,27	4,87	6,20	4,03	1,83	5,60
	3	0,51 ^c	1,13	0,13	0,33	0,17	0,43	0,10	0,83	0,10	0,10	1,70	0,87	0,23
Presença botões florais amarelos(cru)	1	0,35 ^c	0,13	0,13	0,43	0,17	0,13	0,10	1,63	0,33	0,60	0,13	0,27	0,13
	2	0,45 ^b	0,80	0,33	0,30	2,80	0,17	0,37	1,17	0,67	0,23	0,17	0,17	0,23
	3	8,78 ^a	8,77	8,87	8,90	8,57	8,60	8,90	8,50	8,90	8,87	8,80	8,70	8,83
Compactação dos botões florais(cru)	1	1,47 ^b	0,80	0,33	0,43	2,80	0,83	2,43	2,97	0,47	1,10	1,40	1,73	2,30
	2	8,60 ^a	8,63	8,53	8,70	8,77	8,87	8,33	8,43	8,90	8,80	8,0	8,60	8,67
	3	1,09 ^c	0,20	0,40	0,37	2,13	1,43	1,37	3,33	0,10	0,23	0,67	0,37	2,37
Tamanho dos botões florais(cru)	1	7,87 ^a	8,37	8,10	8,67	8,57	8,77	6,63	7,83	8,90	7,96	6,53	6,57	7,57
	2	0,54 ^c	0,30	0,17	0,13	0,30	0,13	0,53	1,33	0,10	0,20	0,77	0,57	1,97
	3	7,27 ^b	7,67	8,13	8,70	7,80	5,87	7,27	5,07	8,90	8,83	6,37	5,90	6,67
Cor verde (cozido)	1	8,63 ^a	8,87	8,87	8,90	8,50	8,83	8,67	7,50	8,70	8,83	8,47	8,67	8,70
	2	4,04 ^b	3,73	3,77	4,93	2,40	6,37	5,90	2,33	3,57	1,87	4,03	3,37	6,17
	3	0,71 ^c	0,13	0,13	0,60	0,13	0,13	0,43	4,93 [*]	0,10	0,20	1,20	0,37	0,13
Presença botões florais amarelos(cozido)	1	0,21 ^b	0,17	0,13	0,10	0,13	0,13	0,26	0,17	0,20	0,47	0,53	0,13	0,13
	2	0,33 ^b	0,27	0,30	0,30	0,37	0,17	0,64	0,27	0,83	0,13	0,33	0,17	0,23
	3	8,55 ^a	8,77	7,13	8,53	8,83	8,83	8,87	8,63	8,90	8,87	8,37	8,27	8,60
Compactação botões florais (cozido)	1	2,26 ^b	3,53	2,87	1,87	1,60	1,60	2,10	4,03	0,20	1,37	4,67	0,27	2,97
	2	8,15 ^a	8,77	7,23	8,53	6,97	8,83	8,23	8,03	8,90	8,83	7,30	7,57	8,60
	3	1,86 ^c	2,47	2,17	1,90	1,03	0,77	1,63	1,67	0,10	0,20	0,60	7,60 [*]	2,13
Tamanho botões florais (cozido)	1	7,41 ^a	8,27	7,53	7,60	8,33	8,33	7,34	5,43	8,90	7,83	3,17	8,63	7,57
	2	0,40 ^b	0,33	0,47	0,23	0,37	0,10	1,00	1,10	0,10	0,20	0,50	0,20	0,23
	3	7,45 ^a	7,57	7,13	7,67	7,50	6,37	7,63	8,30	8,90	8,33	4,97	7,50	7,47

Médias com letras em comum numa mesma linha, não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si

* = provador que não está em consenso com a equipe sensorial

Tabela 10. Médias da equipe sensorial (ES) e de cada candidato para os atributos de aroma para as amostras (Am) avaliadas no teste de seleção (1=brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, 2=brócolis baron fresco e cozido e 3=brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias).

ATRIBUTO	Am	ES	PROVADORES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aroma característico	1	8,43 ^a	8,57	8,40	8,33	8,50	8,60	8,03	8,27	8,90	8,10	7,93	8,80	8,77
	2	5,60 ^b	5,13	6,20	6,50	3,93	7,87	7,30	6,50	5,13	5,43	3,73	2,67	6,80
	3	1,70 ^c	0,63	1,20	1,07	1,40	0,20	4,47	3,13	1,07	0,80	0,53	1,97	3,93
Aroma sulfuroso	1	1,78 ^c	0,87	0,80	0,90	2,30	0,97	2,30	1,23*	5,27	2,77	2,50	0,30	1,20
	2	3,51 ^b	4,57	1,30	2,37	3,20	2,67	3,43	1,13*	6,33	5,73	4,33	2,50*	4,57
	3	5,72 ^a	7,23	6,70	7,10	3,47	8,63	6,23	0,33*	7,33	7,33	6,33	1,37*	6,53
Aroma mato úmido	1	6,59 ^a	6,97	6,70	7,07	4,67	7,93	7,93	4,37	7,30	5,23	5,40	7,17	8,30
	2	4,60 ^b	4,97	5,00	5,40	3,40	6,50	7,30	2,70	5,70	3,27	3,93	1,60*	5,40
	3	1,99 ^c	0,17	0,70	4,40	1,07	0,27	5,53	1,00	2,67	0,77	1,60	2,17*	3,53
Aroma passado	1	0,34 ^c	0,30	0,53	0,10	0,23	0,47	0,23	0,60	0,10	0,50	0,63	0,17	0,17
	2	0,61 ^b	1,03	0,33	0,10	0,30	0,40	0,57	1,93	0,10	0,27	1,73	0,20	0,37
	3	7,33 ^a	8,30	8,37	6,63	8,63	8,83	6,97	6,53	8,90	8,47	7,13	2,67	6,57

Médias com letras em comum numa mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si

* = provador que não está em consenso com a equipe sensorial

Tabela 11: Médias da equipe sensorial (ES) e de cada candidato para os atributos de sabor para as amostras (Am) avaliadas no teste de seleção (1=brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, 2=brócolis baron fresco e cozido e 3=brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias).

ATRIBUTO	Am	ES	PROVADORES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sabor característico	1	8,43a	8,47	8,33	8,33	8,63	8,67	8,37	8,07	8,90	8,43	7,63	8,63	8,67
	2	5,98b	4,33	6,03	4,60	7,44	7,23	6,27	7,87	4,27	3,33	7,77	6,40	6,40
	3	1,55c	0,40	0,10	1,77	0,30	5,17	0,40	1,03	0,43	0,27	5,97	2,53	2,53
Sabor amargo	1	0,83c	0,63	0,17	0,60	0,40	0,67	0,93	0,33	3,77	1,17	0,63	0,27*	0,33
	2	1,38b	0,93	0,37	1,23	0,67	1,03	1,37	0,70	4,53	2,53	2,23	0,27*	0,70
	3	5,54a	6,27	8,50	5,17	8,13	7,80	3,90	3,20	7,83	5,43	4,50	0,33	5,47
Sabor sulfuroso	1	3,40b	2,83	1,30	1,93	5,37*	4,57	7,40*	1,50	5,83	4,70	3,27	0,53*	1,57*
	2	2,51c	1,83	0,27	1,37	4,20*	1,13	4,57	1,97	5,20	1,70	1,30	1,17*	5,37*
	3	5,13a	4,20	6,20	5,60	2,53*	7,80	6,40*	0,67*	7,37	6,03	6,67	0,73	7,33
Sabor adocicado	1	2,39b	1,73	2,40	0,70	4,40	2,43	1,40	1,47	4,80	2,87	3,13	0,33	3,00
	2	4,12a	3,00	4,27	1,47	7,00	4,73	1,73	2,57	5,80	4,77	6,00	2,33	5,77
	3	0,61c	0,60	0,63	0,30	0,70	1,10	0,17	0,30	0,77	0,17	0,53	0,23	1,77
Sabor passado	1	0,28b	0,13	0,17	0,10	0,23	0,20	0,17	0,60	0,10	0,83	0,33	0,17	0,33
	2	0,55b	1,23	0,20	0,23	0,23	0,17	0,23	0,93	0,10	0,17	0,90	0,30	1,87
	3	7,70a	8,60	8,77	6,93	8,40	8,53	8,47	7,93	8,90	8,73	6,50	6,00	4,67
Sabor residual	1	5,30a	6,83	7,90	6,57	5,70	4,50	4,50	4,63	5,90	4,13	4,50	1,60	6,80
	2	3,61b	4,50*	6,20	3,77	4,03	2,27	3,37	3,87*	4,67	2,70	2,53	0,47	4,87
	3	2,18c	5,40*	3,57	1,27	2,73	0,70	1,37	3,50*	2,53	1,30	0,60	0,27	2,93

Médias com letras em comum numa mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si.

* = provador que não está em consenso com a equipe sensorial

Tabela 12: Médias da equipe sensorial (ES) e de cada candidato para os atributos de leituras oral e manual para as amostras (Am) avaliadas no teste de seleção (1=brócolis ramoso-Piracicaba fresco e cozido, 2=brócolis baron fresco e cozido e 3=brócolis ramoso-Piracicaba armazenado em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) durante três dias).

ATRIBUTO	Am	ES	PROVADORES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fibrosidade	1	6,14 ^a	7,67	6,33	5,00	7,67	7,00	5,00	6,67	7,00	7,33	5,67	1,33*	7,00
	2	2,92 ^c	1,33	1,00	3,67	3,00	3,67	2,00	4,00	4,33	2,00	3,00	0,00	5,00
	3	4,50 ^b	6,33	5,67	4,00	5,00	5,00	3,00	5,33	6,00	4,00	4,00	2,00*	5,67
Maciez	1	2,96 ^a	2,33	3,33	2,67	1,00	6,67*	4,30*	4,00	2,00	4,00	0,57	0,67	0,57
	2	2,40 ^a	5,33*	3,33	4,33*	4,33*	3,67	1,30	2,33	2,00	4,33	0,53	0,30	0,33
	3	3,66 ^a	4,33*	6,30*	5,00*	5,00*	2,00	7,30*	3,33	3,67	6,00	0,10	0,27	0,50
Suculência	1	4,51 ^c	2,07	5,23	5,57	4,27	4,43	6,23	3,10	5,17	4,60	2,80	6,57*	4,10
	2	7,04 ^a	7,07	7,90	6,77	6,67	7,00	8,40	5,57	7,64	6,93*	6,53	7,60	6,37
	3	5,13 ^b	1,37*	1,07*	6,77	8,33*	5,50	7,33	4,13	6,37	8,67*	4,23	3,70*	4,67
Firmeza produto	1	6,36 ^a	6,77	5,43	5,20	8,03	6,90	8,13	6,90	5,63*	6,57*	7,07	7,13	2,60*
	2	4,50 ^c	1,40	3,33	3,90	4,33	5,13	7,06*	5,37	4,03	1,80	2,93	7,90*	6,83*
	3	5,45 ^b	6,67	4,77	6,50*	6,30	5,33	5,97	6,13	6,33	7,53*	4,40	0,70*	4,73

Médias com letras em comum numa mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si.

* = provador que não está em consenso com a equipe sensorial

4.3 HÁBITO DE CONSUMO, ACEITAÇÃO E PERFIL SENSORIAL DOS CV. DE BRÓCOLIS RAMOSO-PIRACICABA E BARON NO TEMPO INICIAL DE ARMAZENAMENTO

4.3.1 *Hábito de consumo de brócolis*

A partir do questionário desenvolvido para seleção dos consumidores que participaria do teste de aceitação de brócolis, traçou-se o hábito de consumo dos entrevistados com relação a brócoli. Desta forma, quanto a frequência de consumo, 26% dos indivíduos consumiam muito (mais de quatro vezes ao mês), 28,5% consumiam regularmente (quatro vezes ao mês), 28,5% consumiam ocasionalmente uma vez por mês, 17% consumiam pouco (menos de uma vez por mês). A frequência de consumo de brócolis não foi um fator limitante para a seleção, visto que os principais motivos apontados ao consumo ocasional e pouco foram: o preço elevado (31%), alta perecibilidade (6%), pouca disponibilidade nos restaurantes (12,5%) e dificuldade no pré-preparo (12,5%). O valor nutritivo (29%) e sabor “agradável” (23%) da hortaliça foram relacionados como motivo de sua escolha no cardápio dos provadores. Cerca de 17% dos entrevistados reportaram que gostam moderadamente, 46% gostam muito e 37% gostam muitíssimo de brócolis.

O brócoli cozido em salada foi o tipo de preparação mais frequentemente consumida (89%), seguida das preparações com macarrão (34%) e a dorê (17%). Outras preparações com brócoli também foram mencionadas como: suflê, bolinhos com molho branco, refogado com alho e óleo, risoto e sopa.

4.3.2 *Teste de aceitação*

A aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Valores de aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento (médias, n=34 provadores).

Cultivar	Aceitação ¹		Compra ²	
	cru	cozido	cru	cozido
ramoso	7,32 ^a	7,38 ^a	4,41 ^a	4,35 ^a
baron	7,56 ^a	7,03 ^a	4,24 ^a	4,06 ^a

Médias com letras em comum numa mesma coluna indicam amostras que, não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si. 1 (1=desgostei muitíssimo; 5=nemgostei/nem desgostei; 9=gostei muitíssimo), 2 (1=certamente não compraria; 3=tenho dúvidas se compraria; 5=certamente compraria).

Como pode ser observado (Tabela 13) o nível de aceitação para os dois cultivares situa-se entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, e o nível de atitude de compra entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria” o produto. Esses resultados indicam que ambos cultivares possuem boa aceitação pelos consumidores e que os cultivares não diferiram entre si ($p \leq 0,05$) quanto a aceitação e atitude de compra dos consumidores no tempo inicial de armazenamento. Desta forma, pode-se postular que a introdução do novo cultivar de brócoli, cv. baron, no mercado brasileiro será viável e bem aceito pelos consumidores dessa hortaliça.

4.3.3 Perfil sensorial

O perfil sensorial para os dois cultivares de brócolis estudados no tempo inicial de armazenamento, encontra-se representado no gráfico aranha (Figura 24).

Os resultados apresentados na Figura 24 sugerem que os dois cv. de brócolis apresentam perfis sensoriais bastante distintos. O cultivar ramoso-Piracicaba, em seu tempo inicial de armazenamento, caracteriza-se por possuir maior intensidade de cor verde, maior tamanho dos

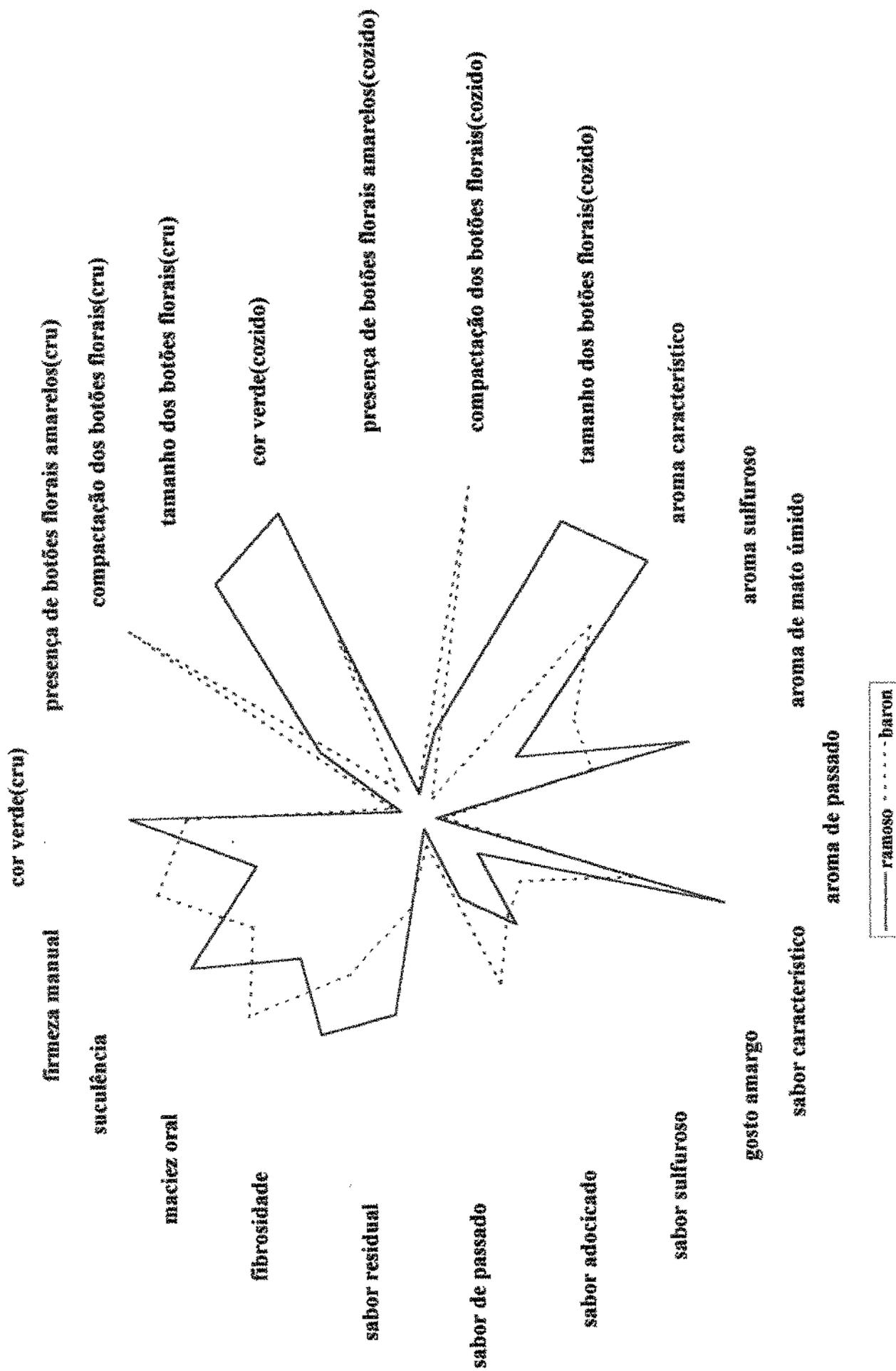


Figura 24: Perfil sensorial de cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento.

botões florais, maior intensidade de aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico, sabor residual, fibrosidade e suculência oral. O cultivar baron caracteriza-se pela maior compactação dos botões florais, maior intensidade de aroma sulfuroso, gosto amargo, gosto adocicado, sabor de passado, maciez oral e firmeza manual. Quando os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), realmente verificou-se que no tempo inicial os dois cultivares diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) com relação a todos os atributos anteriormente mencionados (Tabela 14).

Similaridades e diferenças entre os dois cultivares de brócolis no tempo inicial de armazenamento são também representados no gráfico obtido através da Análise de Componentes Principais (ACP) apresentada na Figura 25. Na ACP do presente estudo, o primeiro componente principal (PC) explica 42,36% da variabilidade entre as amostras e o segundo componente principal (PC) explica 13,99% da variabilidade entre as amostras. Assim, os dois PCs juntos explicam 56,35% da variabilidade entre as amostras (Figura 25).

No gráfico da ACP, cada amostra (cultivar) está representada por um triângulo cujos vértices correspondem a cada uma das três repetições realizadas pela equipe sensorial. A separação espacial dos triângulos sugere amostras com características bastante distintas entre si e a proximidade dos vértices indica boa reprodutibilidade da equipe sensorial. Assim, uma vez que os triângulos que representam os dois cultivares estudados mostram-se bastante distantes entre si na Figura 25, pode-se concluir que os cv. ramoso-Piracicaba e baron são sensorialmente bastante distintos entre si. Por outro lado, a proximidade dos vértices dos triângulos evidenciam uma boa reprodutibilidade da equipe sensorial.

Na Análise de Componentes Principais, os atributos sensoriais julgados são representados como vetores e as amostras são colocadas próximas aos vetores que representam os atributos que aparecem em maior intensidade nessas amostras. Assim sendo, a Figura 25 sugere que o cv. ramoso-Piracicaba, distingue-se do cv. baron por apresentar maior intensidade de cor verde, maior tamanho dos botões florais, aroma característico, aroma de mato úmido e sabor característico mais intensos. Por outro lado, o cv. baron caracteriza-se por apresentar maior compactação dos botões florais, maior intensidade de aroma sulfuroso e firmeza manual. De fato,

como pode-se observar, na Tabela 14, todos os atributos mencionados apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si entre os cultivares estudados.

Na ACP, vetores curtos sugerem atributos nos quais as amostras não diferem muito entre si. Em contraste, vetores longos sugerem atributos nos quais as amostras apresentam-se bastante distintas. Assim, os vetores curtos como os representados pelos atributos presença de botões florais amarelos e sabor sulfuroso sugerem que estes atributos tem uma pequena contribuição na discriminação das amostras. De fato, os dois cultivares não diferiram entre si ao nível de 5% de significância com relação a esses atributos, como pode ser verificado na Tabela 14.

Vetores próximos uns dos outros indicam atributos que possivelmente apresentam correlação positiva entre si ($p \leq 0,05$). Assim, a Figura 25 sugere correlação linear positiva entre os atributos aroma e sabor de passado, sabor adocicado e presença de botões florais amarelos. Como também, entre os atributos compactação dos botões florais do produto cru e cozido e firmeza manual do brócoli. De fato, análise de correlação linear realizada posteriormente, revelou haver correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre esses atributos.

Os vetores que formam um ângulo próximo de 180° entre si possivelmente apresentam correlação linear negativa entre si. Assim, a Figura 25, sugere a existência de uma correlação linear negativa entre os atributos compactação dos botões florais e tamanho dos botões florais e entre sabor característico e aroma de passado, indicando que na medida que o tempo de armazenamento, diminui a compactação dos botões florais, que por sua vez aumentam de tamanho, ocorrendo ainda queda na intensidade do sabor característico e um aumento na intensidade de aroma de passado.

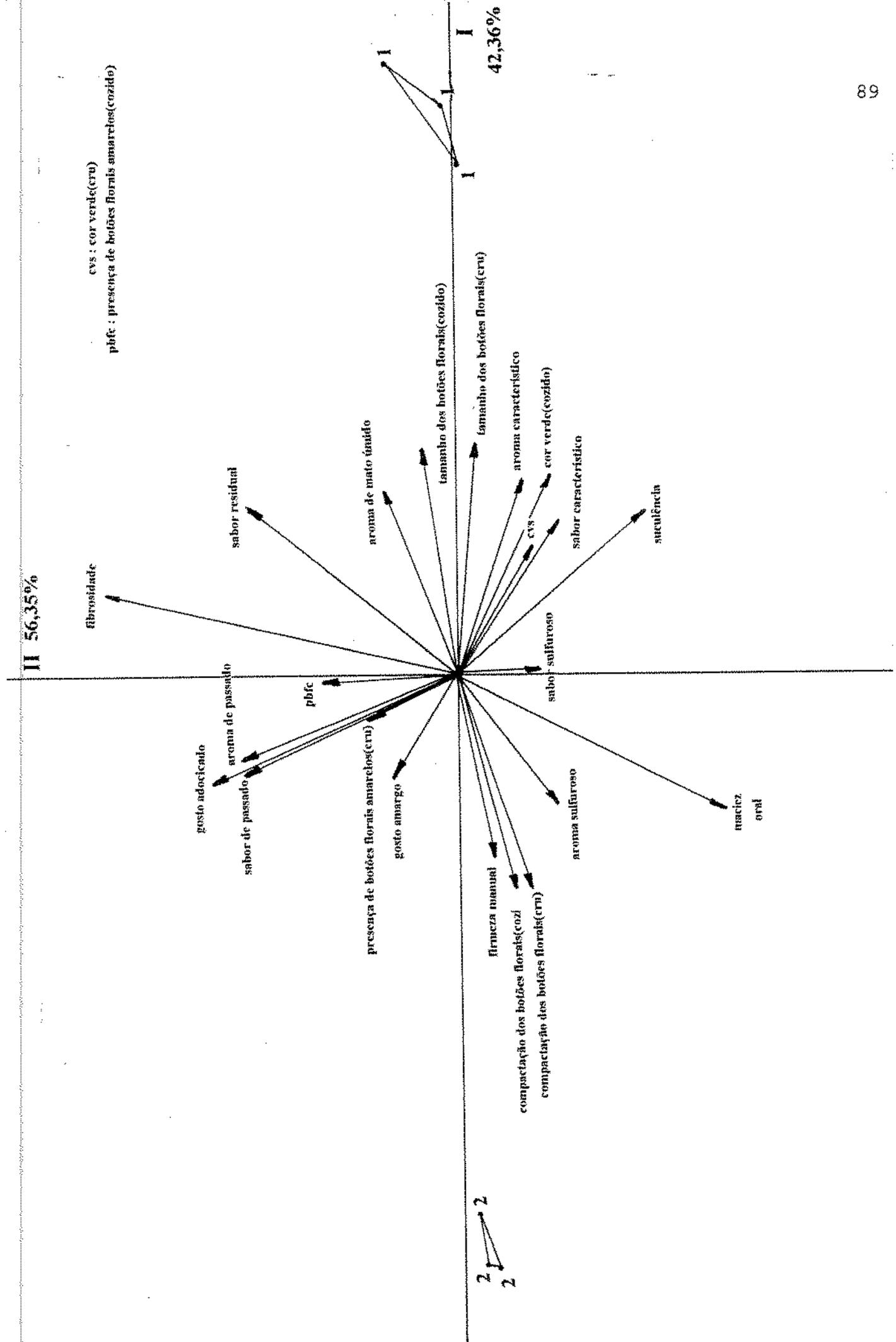


Figura 25: Gráfico da análise de Componente Principal dos cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba (1) e baron (2).

Tabela 14: Médias dos atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual julgados através da Análise Descritiva Quantitativa das amostras de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento (n=9).

ATRIBUTOS	CULTIVAR	
	Ramoso	Baron
Aparência (cru)		
Cor verde	6.99 ^a	5.62 ^b
Presença de botões florais amarelos	0.54 ^a	0.78 ^a
Compactação dos botões florais	2.89 ^b	8.31 ^a
Tamanho dos botões florais	7.51 ^a	0.87 ^b
Aparência (cozido)		
Cor verde	8.10 ^a	4.72 ^b
Presença de botões florais amarelos	0.58 ^a	0.69 ^a
Compactação dos botões florais	2.12 ^b	8.03 ^b
Tamanho dos botões florais	7.86 ^a	0.54 ^b
Aroma		
Característico	8.18 ^a	6.10 ^b
Sulfuroso	2.66 ^b	4.30 ^a
Mato úmido	6.60 ^a	4.20 ^b
Passado	0.33 ^a	0.54 ^a
Sabor		
Característico	7.46 ^a	5.18 ^b
Amargo	1.56 ^b	2.79 ^a
Sulfuroso	3.39 ^a	3.09 ^a
Adocicado	2.13 ^b	4.38 ^a
Passado	0.26 ^b	0.69 ^a
Residual	4.76 ^a	2.22 ^b
Textura oral		
Fibrosidade	5.73 ^a	4.14 ^b
Maciez	4.44 ^b	6.30 ^a
Suculência	6.59 ^a	4.82 ^b
Textura manual (cru)		
Firmeza	4.13 ^b	6.57 ^a

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0.05$) entre si.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

4.4.1 Composição centesimal aproximada

A composição centesimal aproximada dos diferentes cultivares de brócolis estudados está apresentada na Tabela 15.

Tabela 15: Composição centesimal aproximada dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron crus e cozidos.

	Ramoso		Baron	
	cru	cozido	cru	cozido
proteína (% em base seca)	27,12 ^a	26,22 ^a	28,74 ^a	31,58 ^a
lipídios (% em base seca)	7,88 ^a	9,10 ^a	8,45 ^a	9,79 ^a
cinzas (% em base seca)	9,05 ^a	10,31 ^a	8,16 ^a	9,76 ^a
fibras solúveis (% em base seca)	9,17 ^a	8,48 ^a	8,36 ^a	10,47 ^a
fibras insolúveis (% em base seca)	21,96 ^a	19,15 ^a	22,96 ^a	24,05 ^a
carboidratos (% em base seca)	24,82 ^a	26,75 ^a	23,32 ^a	14,35 ^a

Numa mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Os resultados (Tabela 15) demonstraram que os dois cultivares de brócolis apresentam composições centesimais muito próximas, dados estes concordantes com a literatura (ENDEF, 1981 e HOLLAND et al., 1991). Ambos os cultivares caracterizam-se como fonte de fibra alimentar, como também observado por SALUNKE e DESAI (1984).

4.4.2 Caracterização química e nutricional dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e barrou no tempo inicial de armazenamento.

A Tabela 16 apresenta os teores de ácido ascórbico, β -caroteno, clorofila a, clorofila b, clorofila total e peroxidase dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron crus no tempo inicial de armazenamento a 5°C.

Tabela 16: Teores de ácido ascórbico, β -caroteno, clorofila a, clorofila b, clorofila total e peroxidase dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron crus no tempo inicial de armazenamento a 5°C.

	cultivar	
	Ramoso	Baron
ácido ascórbico (mg/100g)	101,95 ^b	109,56 ^a
β -caroteno (RE/100g)	3433,33 ^a	2026,67 ^b
clorofila a (mg/100g)	34,83 ^a	10,94 ^b
clorofila b (mg/100g)	11,14 ^a	8,28 ^b
clorofila total (mg/100g)	45,97 ^a	19,22 ^b
peroxidase (units/min/g)	96,78 ^a	51,23 ^b

Médias com letras em comum numa mesma linha indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Como pode ser observado através da Tabela 16, o cv. ramoso-Piracicaba apresentou uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) dos teores de vitamina C e β -caroteno no tempo inicial de armazenamento a 5°C quando comparado com o cv. baron. Assim, estes dados sugerem que enquanto o cv. ramoso-Piracicaba apresenta um valor nutricional substancialmente superior em relação a vitamina A, o cv. baron apresenta um valor nutricional ligeiramente superior em relação a vitamina C.

Pode-se observar na literatura diferentes teores iniciais de vitamina C em brócolis. EHEART (1970), LEE et al. (1979), CUMMING et al. (1981), HUDSON et al. (1985), BREWER et al. (1995) obtiveram valores iniciais de 132,6 mg, 72 mg, 114,30 mg, 93 mg, 140,44mg/100g, respectivamente, nos cultivares que pesquisaram.

Quanto aos valores de β -caroteno obtidos, estes são superiores aos apresentados por MANGELS et al. (1993) que analisaram os dados analíticos do teor de carotenóides de frutas e hortaliças, reportando valores entre 800 a 1800 RE/100g para brócoli cru. Entretanto, BOBBIO & BOBBIO (1992) reportaram o teor de 4160 RE/100g para brócoli.

O cv. ramoso-Piracicaba apresentou também níveis significativamente superiores ($p \leq 0,05$) dos teores de clorofila a, b e total e atividade da enzima peroxidase em relação ao cv. baron.

4.4.3 Caracterização física dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e barrou no tempo inicial de armazenamento.

A Tabela 17 apresenta os parâmetros de cor: L*, a*, b*, tonalidade e firmeza dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron crus no tempo inicial de armazenamento a 5°C.

Tabela 17: Parâmetros de cor: L*, a*, b*, tonalidade e firmeza dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron no tempo inicial de armazenamento a 5°C.

	cultivar	
	Ramoso	Baron
L*	39,40 ^a	39,26 ^a
a*	-5,87 ^a	-5,99 ^a
b*	10,54 ^a	11,12 ^a
tonalidade ⁽¹⁾	119,16 ^a	118,54 ^a
firmeza força de cisalhamento (g)	4303,8 ^b	10061,3 ^a

Médias com letras em comum numa mesma linha indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si. ⁽¹⁾ Tonalidade = $\tan^{-1} b/a$

Verifica-se através da Tabela 17 que os cv. ramoso-Piracicaba e baron não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si nos parâmetros instrumentais de cor, entretanto, a equipe sensorial percebeu uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) na cor verde (Tabela 14). Este fato vêm em acordo com SHEWFELT et al. (1983) que observaram que o método mais sensível para detectar alterações de cor em brócoli é a avaliação sensorial.

WU & SALUNKE (1976) reportaram que o brócoli fresco apresentou os valores de L, a e b igual a 26,9, -5,0, 8,6, respectivamente. Esses valores são próximos aos obtidos neste estudo, com exceção do parâmetro L. Entretanto, BREWER et al. (1995) obtiveram os seguintes valores para os parâmetros de cor L, a e b: 52,0, -6,47, 29,12, respectivamente para brócoli (cv. Empress) fresco, valores estes superiores aos encontrados neste estudo.

No tempo inicial de armazenamento a 5°C, o cv. baron cru apresentou uma maior força de cisalhamento em relação ao cv. ramoso-Piracicaba ($p \leq 0,05$), verificado na Tabela 17. Esse fato, foi também percebido pela equipe sensorial treinada que apontou uma firmeza manual significativamente maior ($p \leq 0,05$) para o cv. baron cru (Tabela 15).

4.5 PERDA DE VITAMINAS EM FUNÇÃO DO CULTIVAR E COCCÃO DO PRODUTO

A perda de vitaminas em função da cocção dos diferentes cultivares de brócolis está apresentada na Tabela 18.

Tabela 18: Teores de β -caroteno e vitamina C nos diferentes cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron cru e cozido.

	RAMOSO			BARON			RDA*
	cru	cozido	retenção(%)	cru	cozido	retenção(%)	
β -caroteno (RE/100g)	3440,0 ^a	2291,6 ^b	66,6	2228,3 ^b	1770,0 ^c	79,4	800-1000 RE (mulher - homem)
vitamina C (mg/100g)	103,6 ^a	40,5 ^b	39,1	105,4 ^a	36,0 ^b	34,1	60 mg

Médias com letras em comum numa mesma linha indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

*Recommended Dietary Allowances (1989).

Observa-se uma perda significativa ($p \leq 0,05$) dos teores de β -caroteno (33,4 e 20,6%) e vitamina C (60,9 e 65,9%), para os cultivares ramoso e baron, respectivamente, após o processo de cocção (Tabela 18). Estes resultados sugerem que o cultivar baron apresentou uma % de retenção maior do teor de β -caroteno, após o processo de cocção, quando comparado com o cv. ramoso-Piracicaba. A Tabela 18 mostra também que, apesar do teor de vitamina C ser ligeiramente maior ($p \leq 0,05$) no cv. ramoso-Piracicaba cru (Tabela 16), esse efeito desaparece após a cocção da hortaliça, pois após o cozimento, os dois cultivares não mostram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si com relação ao teor de vitamina C. Entretanto, pode-se observar que na Tabela 18, os dois cultivares crus não mostram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si com relação ao teor de vitamina C.

HUDSON et al. (1985) após submeterem o brócoli fresco a 5 minutos de cocção em água fervente verificaram uma de retenção de 58 % da vitamina C, por outro lado, EHEART & GOTT (1965) observaram uma retenção de 44,8 % da vitamina C em brócoli cozido durante 10 minutos em água em ebulição. BREWER et al. (1995), verificaram uma retenção de 41,27 % no brócoli (cv. Empress) fresco após 5 minutos de cocção, ambos valores mais próximos ao encontrado.

PARK (1987), observou que brócoli fresco cozido durante 15 minutos pelo método convencional (fogão), não apresentou diferença significativa quanto ao teor de β -caroteno em comparação ao produto cru.

A Figura 26 compara a porcentagem de preenchimento das necessidades diárias de vitaminas A e C de indivíduos normais frente a ingestão de uma porção de 100g de brócolis cv. ramoso e baron cozidos, respectivamente.

Como foi verificado na etapa de recrutamento de consumidores para o teste de aceitação, o brócoli cozido em salada foi o tipo de preparação mais consumido pelos provadores. Assim, uma porção de 100g dos brócolis cv. ramoso e baron cozido, no tempo de cocção utilizado, preencheriam em média entre 57 a 65% das necessidades diárias de vitamina C de um indivíduo adulto normal. Por outro lado, uma porção de 100g do brócoli cv. ramoso cozido, no tempo de cocção utilizado, preencheria em média 286 e 229% das necessidades diárias de vitamina A de mulheres e de homens adultos normais. Já o cv. baron preencheria em média de 221 e 177% das necessidades diárias de vitamina A de mulheres e de homens adultos normais, respectivamente (Figura 26). Como pode se observar, o fato do cv. baron apresentar teor de vitamina A significativamente inferiores ($p \leq 0,05$) ao cv. ramoso-Piracicaba não chega a ser relevante em termos nutricionais, já que ambos cv. fornecem ao redor do dobro das necessidades diárias de vitamina A de indivíduos normais.

Segundo o RDA (1989), nos casos em que o indivíduo apresenta-se em um bom estado de saúde e ingerindo uma dieta balanceada, a biodisponibilidade do β -caroteno de frutas e hortaliças, não é crítico. Ainda que neste estudo a biodisponibilidade do β -caroteno não tenha sido determinado, mas nota-se que as porcentagens de retenção desta vitamina estão bem acima do recomendado pelo RDA (1989), o que faz do brócoli fonte de β -caroteno.

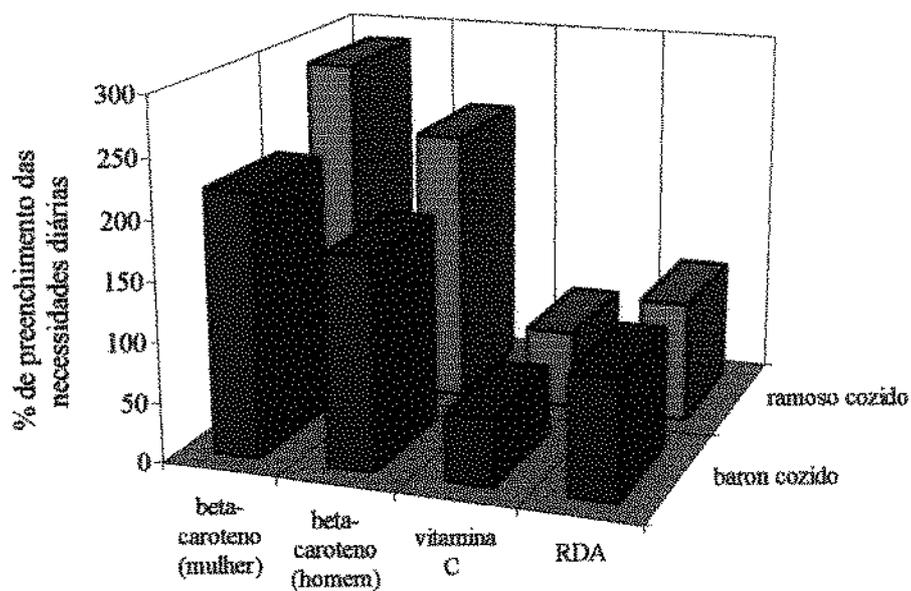


Figura 26: Porcentagem de preenchimento das necessidades diárias de vitaminas A e C de indivíduos normais (RDA, 1989) frente a ingestão de uma porção de 100g de brócolis cv. ramoso e baron cozidos.

4.6 ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA

4.6.1 Estudo de vida-de-prateleira a 5 °C

4.6.1.1 Propriedades sensoriais

4.6.1.1.1 Influência do tempo de armazenamento na aceitação

A aceitação e a atitude de compra dos consumidores com relação aos cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron estão apresentadas na Tabela 19 em função do tempo de vida-de-prateleira do produto cru e cozido.

Tabela 19: Aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.(médias, n=34 provadores)

cultivar		tempo de armazenamento (dias)						
		0	4	7	14	21	24	28
Aceitação¹								
ramoso	cru	7,32 ^a	7,09 ^a	7,32 ^a	6,74 ^a	4,67 ^b	3,03 ^c	
	cozido	7,38 ^a	7,06 ^a	7,18 ^a	6,85 ^a	4,93 ^b	4,66 ^b	
baron	cru	7,56 ^a	7,47 ^a	6,98 ^{ab}	7,21 ^{ab}	5,97 ^b	3,90 ^c	3,13 ^c
	cozido	7,03 ^{ab}	7,38 ^a	6,59 ^{ab}	6,82 ^{ab}	6,23 ^{ab}	5,87 ^b	4,33 ^c
Compra²								
ramoso	cru	4,41 ^a	4,12 ^a	4,12 ^a	3,71 ^a	2,63 ^b	1,83 ^c	
	cozido	4,35 ^a	3,94 ^a	3,94 ^a	3,94 ^a	2,66 ^b	2,37 ^b	
baron	cru	4,24 ^{ab}	4,13 ^{ab}	3,91 ^{ab}	4,35 ^a	3,56 ^b	2,17 ^c	1,77 ^c
	cozido	4,06 ^{ab}	4,27 ^a	3,79 ^{abc}	3,89 ^{abc}	3,46 ^{bc}	3,23 ^{cd}	2,47 ^{de}

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.¹ (1= desgostei muitíssimo, 9=gostei muitíssimo); ² (1= eu certamente não compraria esse produto, 5=eu certamente compraria esse produto)

Como pode ser observado na Tabela 19, de um modo geral, o cv. ramoso apresentou uma queda de aceitação no produto cru, queda de aceitação no produto cozido e também queda de atitude de compra entre 14 e 21 dias de armazenamento, todas ao nível de significância $p \leq 0,05$. O nível de aceitação situou-se entre “nem gostei nem desgostei” e “desgostei ligeiramente” e o nível de atitude de compra entre “tenho dúvidas se compraria o produto “ e “provavelmente não compraria o produto”.

O cultivar baron (Tabela 19) apresentou queda significativa ($p \leq 0,05$) para aceitação do produto cozido como para atitude de compra do produto cru entre 21 e 24 dias de armazenamento, estando o nível de aceitação no 24º dia, entre “desgostei ligeiramente” e “desgostei moderadamente” e o nível de atitude de compra entre “tenho dúvida se compraria o produto” e “provavelmente não compraria o produto”. Entretanto, para o produto cru a queda significativa ($p \leq 0,05$) de aceitação ocorreu entre 14 e 21 dias de armazenamento, estando o nível de aceitação entre “nem gostei/nem desgostei” e “desgostei ligeiramente”. Esses dados sugerem que apesar dos consumidores perceberem uma ligeira queda de qualidade da aparência do brócoli cv. baron entre os dias 14 e 21, essa perda de qualidade não foi marcante ao ponto de diminuir significativamente a atitude de compra do produto cru.

Assim, através do teste de aceitação e atitude de compra os dados sugerem que a vida-de-prateleira do cultivar ramoso-Piracicaba está entre 14 e 21 dias e do cultivar baron, entre 21 e 24 dias de armazenamento a 5°C. Portanto, o cv. baron apresentou um tempo de vida-de-prateleira ligeiramente maior que o cv. ramoso-Piracicaba.

As aparências dos brócolis armazenados a 5°C estão apresentadas nas Figuras 27 e 28.

LABUZA & SCHMIDL (1988) ao discutirem o uso de dados sensoriais em testes de vida-de-prateleira de alimentos sugerem que ao se utilizar o teste de escala hedônica para estudar a vida-de-prateleira, grafique-se as médias do teste de escala hedônica em função do tempo de armazenamento e se calcule uma regressão linear simples entre essas duas variáveis, a fim de se determinar o fim da vida-de-prateleira do produto avaliado.

(a)



CV. RAMOSO-PIRACICABA
14 DIAS DE ARMAZENAMENTO

(b)



CV. RAMOSO-PIRACICABA
21 DIAS DE ARMAZENAMENTO

Figura 27: Brócoli cultivar ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C: com 14 dias de armazenamento (a) e com 21 dias de armazenamento (b).



CV. BARON
21 DIAS DE ARMAZENAMIENTO



CV. BARON
24 DIAS DE ARMAZENAMIENTO

Figura 28: Brócoli cultivar baron nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C: com 21 dias de armazenamento (a) e com 24 dias de armazenamento (b).

De fato, no presente estudo, a correlação entre os dados sensoriais e o tempo de armazenamento revelaram modelos lineares significativos a $p \leq 0,05$ para os produtos crus e cozidos dos diferentes cultivares de brócolis (Figuras 29 e 30).

De acordo com o cálculo de regressão linear simples, utilizando-se como ponto de corte notas inferiores a 5 (nem gostei/nem desgostei), a vida-de-prateleira dos produtos crus armazenados a 5°C é de 18 e 21 dias para os cultivares ramoso-Piracicaba e baron, respectivamente (Figura 29). Para os produtos cozidos obteve-se 23 e 31 dias de vida-de-prateleira para os cultivares ramoso-Piracicaba e baron armazenados a 5°C, respectivamente (Figura 30). Esses resultados sugerem que o cv. baron tanto cru como cozido apresentou uma vida-de-prateleira ligeiramente maior em relação ao cv. ramoso-Piracicaba, sendo 3 dias a mais para o produto cru e 8 dias a mais para o produto cozido.

Entretanto, como pode-se observar através da Figura 29, os dois cultivares de brócolis apresentaram comportamentos similares durante o armazenamento a 25°C, sugerindo que os dois cultivares de brócolis são muito sensíveis a temperaturas elevadas. Assim, a maior estabilidade mostrada pelo cv. baron sobre o cv. ramoso quando ambos são armazenados a 5°C não pode ser observada ao se armazenar os dois cv. a temperaturas próximas ao ambiente. A despeito do produto armazenado a 5°C ter sido embalado e aquele armazenado a 25°C não ter sido embalado, essa ocorrência sugere, fortemente, que o efeito da temperatura sobre a estabilidade do brócoli é mais significativo do que possíveis vantagens de ordem fisiológica intrínseca ao cultivar.

Os brócolis armazenados a 25°C apresentaram alta perecibilidade quando comparados aos produtos armazenados a 5°C (Figura 29), demonstrando que a refrigeração tem um papel fundamental na vida-de-prateleira dessa hortaliça. Assim, precauções quanto à temperatura de armazenamento, logo após a colheita, transporte e distribuição do brócoli, concorrerão para uma diminuição da perda do vegetal durante sua comercialização.

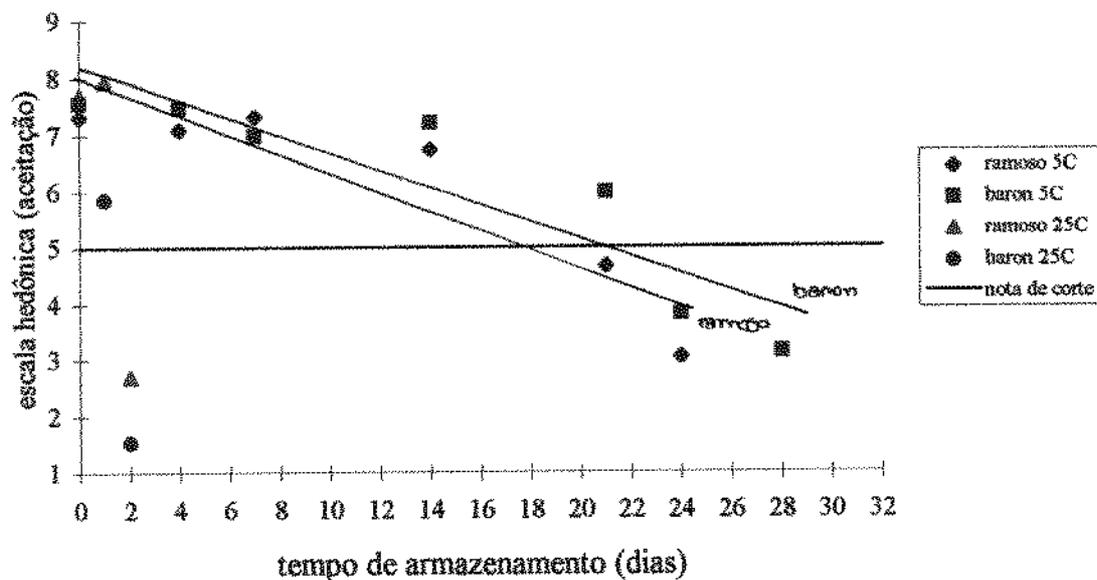


Figura 29: Aceitação dos brócolis crus em função do tempo de armazenamento para os cultivares ramoso-Piracicaba ($y=7,98-0,17x$; $R^2=0,82$; $p\leq 0,05$) e baron ($y=8,16-0,15x$; $R^2=0,81$; $p\leq 0,05$) armazenados a 5°C e 25°C.

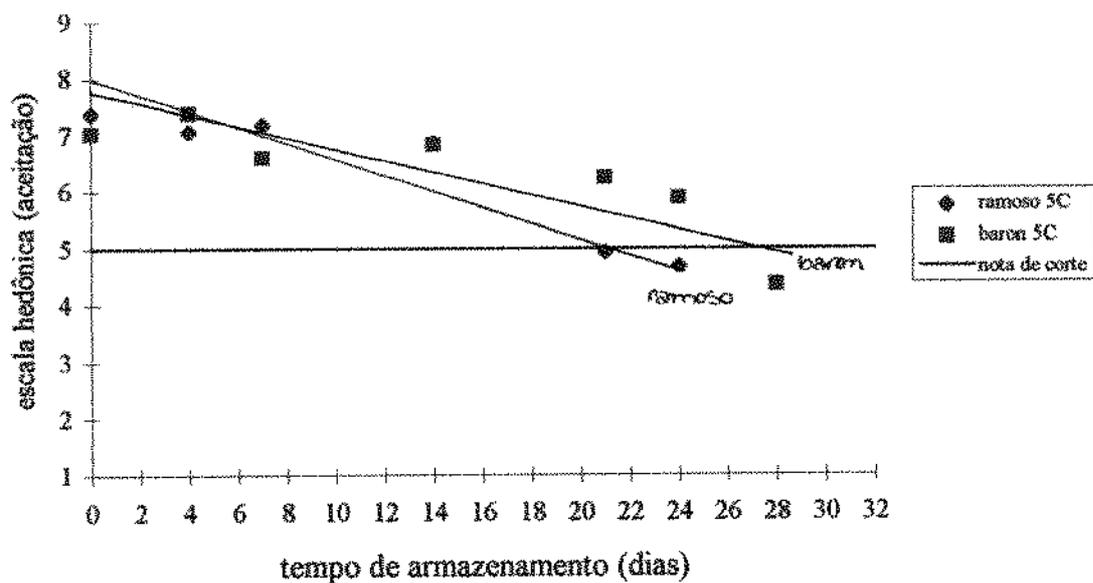


Figura 30: Aceitação dos brócolis cozidos em função do tempo de armazenamento para os cultivares ramoso-Piracicaba ($y=7,72-0,12x$; $R^2=0,87$; $p\leq 0,05$) e baron ($y=7,45-0,08x$; $R^2=0,73$; $p\leq 0,05$) armazenados a 5°C.

4.6.1.1.2 *Influência do tempo de armazenamento no perfil sensorial*

Segundo PEPPARD (1988), a Análise de Componentes Principais pode ser muito útil em estudos cujo objetivo é acompanhar alterações de determinados atributos de um produto durante o armazenamento. Assim, a influência do tempo de armazenamento a 5°C do cultivar de brócoli ramoso-Piracicaba no perfil sensorial do produto cru e cozido estão apresentados no gráfico obtido através da análise de Componentes Principais (ACP) apresentado na Figura 31.

Na ACP do presente estudo, o primeiro componente principal (PC) explica 59,09% da variabilidade entre as amostras e o segundo componente principal (PC) explica 11,80% da variabilidade entre as amostras. Assim, os dois PCs juntos explicam 70,89% da variabilidade entre as amostras (Figura 31).

Uma vez que na ACP as amostras representando os diferentes tempos de armazenamento, situam-se próximo aos vetores que as caracterizam a Figura 31 sugere que o brócoli cv. ramoso-Piracicaba, nos tempos iniciais de armazenamento de 0, 2, 4, 7 e 10 dias caracteriza-se por apresentar maiores intensidade dos atributos cor verde, aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico e fibrosidade. Por outro lado, já nos tempos de armazenamento 14, 16, 21 e 24 dias esse brócoli caracteriza-se pela presença em maior intensidade de botões florais amarelos, aroma de passado, aroma sulfuroso, gosto amargo e sabor residual.

A Figura 31 sugere correlação linear positiva significativa ($p \leq 0,05$) entre os atributos cor verde cru e cozido e também entre os atributos, aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico. Quando relacionados com os dados de consumidor, essa correlação possibilita a utilização de qualquer um desses atributos para a avaliação da qualidade sensorial do produto. Em outras palavras, a cor verde do brócoli está associada a um produto de aroma e sabor característicos intenso e alta aceitação.

Da mesma forma, os atributos presença de botões florais amarelos, tamanho dos botões florais, aroma de passado e sabor residual, mostra correlação linear positiva significativa ($p \leq 0,05$) entre si. Quando relacionados com os dados de consumidor, essa correlação permite que

se afirme que a presença de botões florais amarelos no brócoli está associada a um produto de intenso aroma de passado, sabor residual e baixa aceitação pelo consumidor.

Assim, os dados apresentados no gráfico da ACP (Figura 31) sugerem que os atributos presença de botões florais amarelos, aroma de passado, aroma sulfuroso, gosto amargo e sabor residual predizem o fim da vida-de-prateleira para o cultivar ramoso-Piracicaba armazenado a 5°C.

Similaridades e diferenças entre os diferentes tempos de armazenamento a 5°C do cultivar de brócoli baron estão apresentados no gráfico obtido através da análise de Componentes Principais (ACP) apresentada na Figura 32.

Na ACP, do presente estudo, os dois primeiros PCs juntos explicam 73,65% da variabilidade entre as amostras (Figura 32). Os resultados sugerem que nos tempos iniciais de armazenamento de 0, 2, 4, 7 e 10 dias o brócoli cv. baron caracteriza-se pelos atributos cor verde, compactação dos botões florais, aroma característico, aroma de mato úmido, aroma sulfuroso, sabor característico, gosto amargo, sabor sulfuroso, sabor adocicado, fibrosidade e maciez oral. Por outro lado, nos tempos de armazenamento 14, 16, 21, 24 e 28 dias o brócoli cv. baron caracteriza-se pela presença de botões florais amarelos, tamanho de botões florais, aroma de passado e sabor residual.

A Figura 32 sugere correlação linear positiva significativa ($p \leq 0,05$) entre os atributos presença de botões florais amarelos cru e cozido, aroma de passado e sabor residual, uma vez que o ângulo entre esses vetores é pequeno. Assim, os dados apresentados no gráfico da ACP sugerem que os atributos presença de botões florais amarelos, aroma de passado e sabor residual caracterizam o fim da vida-de-prateleira para o cultivar baron armazenado a 5°C.

De um modo geral, as conclusões obtidas através da ACP são confirmadas pelas análises estatísticas ANOVA e teste de Tukey. As médias dos atributos julgados para o perfil sensorial durante o estudo de vida-de-prateleira a 5°C dos cultivares ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados nas Tabelas 20 e 21, respectivamente.

Esses resultados confirmam que durante o estudo de armazenamento do cultivar ramoso-Piracicaba houve uma queda significativa ($p \leq 0,05$) da intensidade de cor verde, do aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico, sabor adocicado, sabor residual e firmeza manual do produto cru. Por outro lado, houve um aumento significativo ($p \leq 0,05$) da presença de botões florais amarelos, da intensidade do aroma de passado, do gosto amargo e sabor de passado (Tabela 20).

O cultivar baron apresentou durante o estudo de vida-de-prateleira uma queda significativa ($p \leq 0,05$) da intensidade de cor verde, do aroma característico, aroma sulfuroso, aroma de mato úmido, sabor característico, sabor sulfuroso, sabor adocicado, sabor residual e firmeza manual do produto cru. Entretanto, apresentou um aumento significativo ($p \leq 0,05$) da presença de botões florais amarelos e da intensidade do aroma e sabor de passado (Tabela 21).

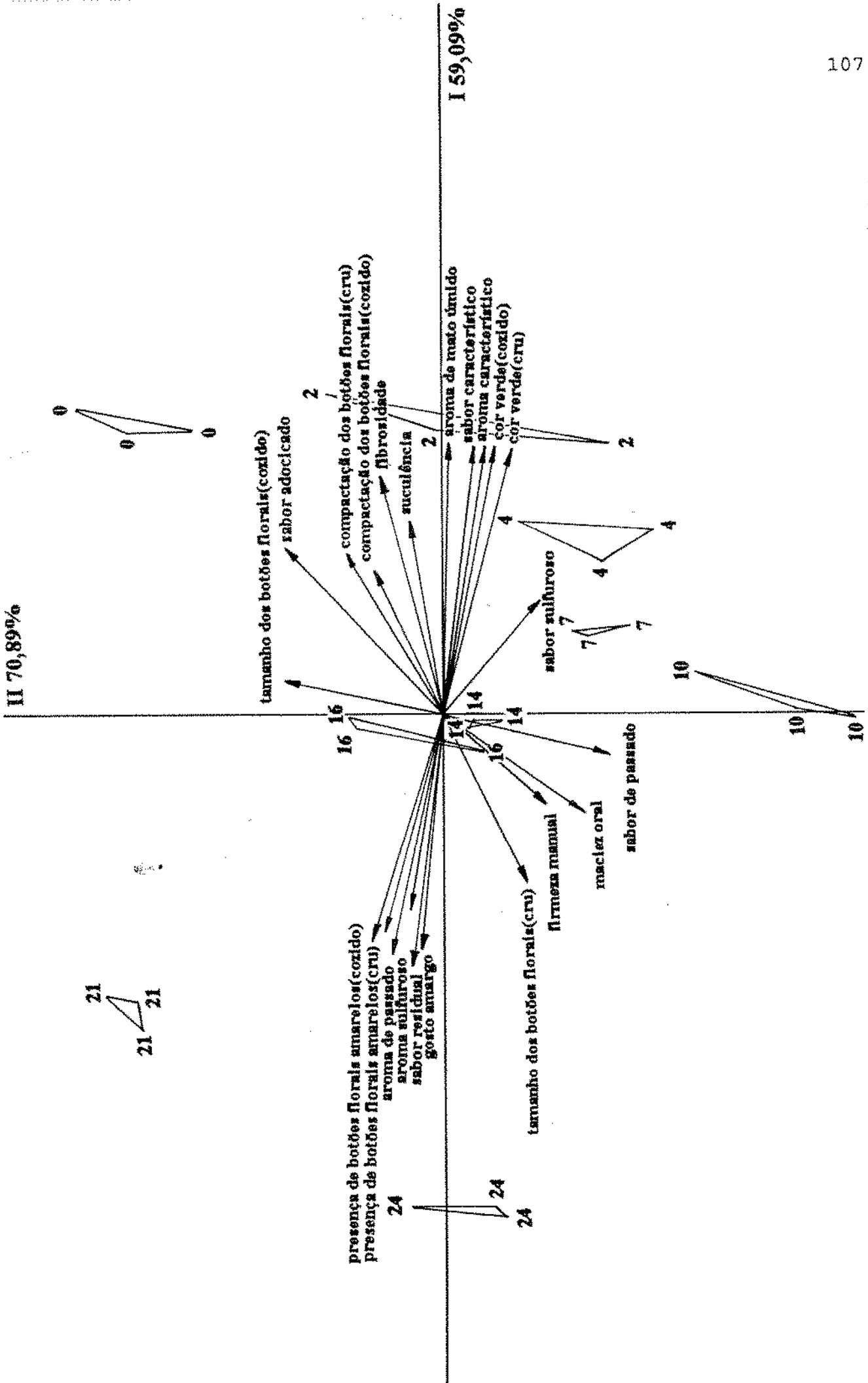


Figura 31: Gráfico da análise de Componente Principal do cultivar de brócolis ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C.

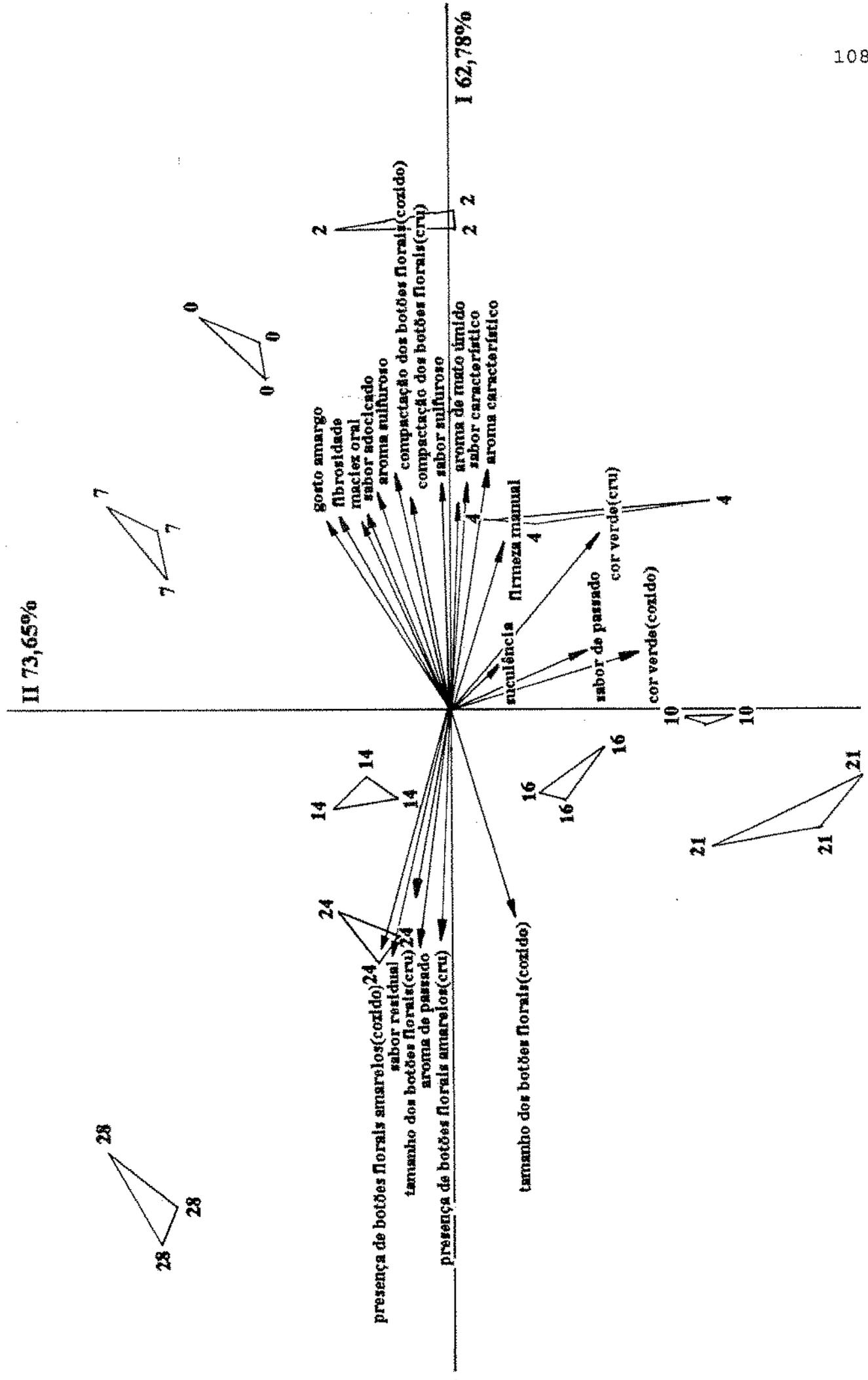


Figura 32: Gráfico da análise de Componente Principal do cultivar de brócolis baron nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C.

Tabela 20: Médias da equipe sensorial para os atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual de brócolis cv. ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenamento.

ATRIBUTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	
Aparência (cru)										
Cor verde	6,99 ^b	7,30 ^a	6,72 ^c	6,94 ^{bc}	7,06 ^{ab}	6,27 ^d	5,35 ^e	3,98 ^f	2,54 ^g	
Presença de botões florais amarelos	0,54 ^{def}	0,30 ^f	0,46 ^{ef}	0,69 ^{de}	0,88 ^d	0,76 ^{de}	1,33 ^c	4,48 ^b	6,27 ^a	
Compactação dos botões florais	2,85 ^a	5,86 ^a	2,06 ^b	1,36 ^c	1,33 ^c	1,33 ^c	1,47 ^c	1,31 ^c	1,56 ^c	
Tamanho dos botões florais	7,51 ^d	7,68 ^{bcd}	7,73 ^{bcd}	7,80 ^{bc}	7,90 ^{ab}	7,84 ^{bc}	7,63 ^{cd}	7,89 ^{ab}	8,10 ^a	
Aparência (cozido)										
Cor verde	8,10 ^a	8,30 ^a	8,08 ^a	7,50 ^b	7,56 ^b	7,41 ^b	6,77 ^c	2,92 ^d	1,01 ^e	
Presença de botões florais amarelos	0,58 ^{de}	0,30 ^e	0,18 ^e	0,44 ^c	0,35 ^e	0,94 ^{cd}	1,14 ^c	5,46 ^b	8,43 ^a	
Compactação dos botões florais	2,12 ^b	3,03 ^a	2,12 ^b	0,99 ^e	1,11 ^{cde}	1,04 ^{de}	1,39 ^c	1,36 ^c	1,29 ^{cd}	
Tamanho dos botões florais	7,86 ^{ab}	7,39 ^{cd}	7,60 ^{bcd}	7,57 ^{cde}	7,30 ^{cde}	7,56 ^{cde}	7,75 ^{abc}	7,89 ^a	7,32 ^c	
Aroma										
Característico	8,18 ^a	7,71 ^b	7,16 ^c	7,28 ^c	7,35 ^c	5,99 ^d	5,55 ^c	3,44 ^f	3,13 ^g	
Sulfuroso	2,66 ^c	3,06 ^d	2,63 ^c	2,86 ^{de}	3,47 ^c	4,06 ^b	3,91 ^b	4,75 ^a	3,92 ^b	
Mato úmido	6,60 ^a	6,88 ^a	5,82 ^b	5,38 ^c	4,91 ^d	4,55 ^d	5,65 ^d	3,05 ^e	2,00 ^f	
Passado	0,33 ^f	0,51 ^{ef}	0,59 ^e	0,81 ^d	0,87 ^{cd}	1,04 ^c	1,03 ^c	4,02 ^b	4,51 ^a	
Sabor										
Característico	7,46 ^a	7,44 ^a	6,85 ^b	6,78 ^b	6,46 ^c	6,03 ^d	5,90 ^d	3,39 ^e	2,10 ^f	
Amargo	1,56 ^c	0,87 ^f	1,03 ^f	1,76 ^e	2,06 ^d	2,58 ^c	2,48 ^c	3,36 ^b	5,58 ^a	
Sulfuroso	3,34 ^d	4,44 ^a	4,24 ^a	3,85 ^b	3,67 ^{bc}	3,83 ^b	3,83 ^b	3,56 ^{cd}	3,56 ^{cd}	
Adocicado	2,13 ^a	2,00 ^a	1,64 ^b	1,15 ^{cd}	0,87 ^e	1,06 ^{cde}	0,96 ^{de}	1,24 ^c	0,58 ^f	
Passado	0,26 ^e	0,53 ^{de}	0,58 ^{cd}	0,53 ^{de}	0,72 ^d	0,79 ^d	1,23 ^c	3,58 ^b	5,52 ^a	
Residual	4,76 ^a	4,16 ^b	3,61 ^d	3,91 ^{bc}	3,70 ^{cd}	3,59 ^d	3,46 ^d	3,16 ^e	3,12 ^e	
Textura oral										
Fibrosidade	5,73 ^c	6,69 ^{ab}	6,64 ^{ab}	6,73 ^{ab}	6,38 ^b	6,61 ^{ab}	6,33 ^b	6,30 ^b	7,03 ^a	
Maciez	4,44 ^{ab}	4,20 ^{bc}	4,49 ^a	3,56 ^{ef}	3,98 ^{cd}	3,46 ^{fg}	3,50 ^{efg}	3,74 ^{de}	3,27 ^g	
Suculência	6,59 ^{cd}	6,40 ^d	6,49 ^{cd}	6,70 ^{bc}	7,53 ^a	6,44 ^{cd}	6,48 ^{cd}	6,87 ^b	6,91 ^b	
Textura manual (cru)										
Firmeza	4,13 ^a	3,61 ^b	4,06 ^{ab}	2,74 ^c	2,51 ^{cd}	2,16 ^{de}	1,79 ^e	1,80 ^e	1,71 ^e	

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Tabela 21: Médias da equipe sensorial para os atributos de aparência, aroma, sabor e texturas oral e manual de brócolis cv. baron nos diferentes tempos de armazenamento.

ATRIBUTOS	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
Aparência (cru)										
Cor verde	5,62 ^{ab}	5,57 ^{ab}	5,57 ^{ab}	4,87 ^{cd}	5,14 ^c	4,81 ^d	5,51 ^b	5,83 ^a	4,81 ^d	3,44 ^f
Presença de botões florais amarelos	0,78 ^E	0,64 ^E	1,51 ^f	1,73 ^{ef}	2,39 ^c	1,94 ^{de}	1,83 ^c	2,13 ^d	3,98 ^b	5,92 ^a
Compactação dos botões florais	8,31 ^a	7,88 ^b	7,58 ^{bc}	7,72 ^{bc}	7,60 ^{bc}	7,43 ^c	7,33 ^c	6,89 ^d	6,51 ^d	6,85 ^d
Tamanho dos botões florais	0,87 ^d	1,15 ^b	0,87 ^d	0,74 ^d	0,81 ^d	1,09 ^{bc}	0,93 ^{cd}	1,16 ^b	1,16 ^b	1,58 ^a
Aparência (cozido)										
Cor verde	4,72 ^e	5,43 ^{bc}	5,43 ^{bc}	4,87 ^{de}	4,83 ^{de}	5,11 ^{cd}	5,63 ^b	6,16 ^a	4,60 ^e	3,71 ^f
Presença de botões florais amarelos	0,69 ^E	0,39 ^h	0,40 ^h	1,69 ^f	1,79 ^{ef}	2,03 ^d	1,96 ^{de}	2,52 ^c	3,81 ^b	6,60 ^a
Compactação dos botões florais	8,03 ^a	7,77 ^{ab}	7,16 ^{cd}	7,56 ^{bc}	7,21 ^d	7,24 ^d	7,30 ^{cd}	6,74 ^c	6,68 ^c	6,53 ^c
Tamanho dos botões florais	0,54 ^c	0,65 ^{dc}	0,89 ^{cd}	0,96 ^c	1,03 ^{abc}	0,92 ^c	1,01 ^{bc}	1,26 ^a	1,24 ^{ab}	1,23 ^{ab}
Aroma										
Característico	5,10 ^a	4,90 ^{ab}	4,59 ^c	4,73 ^c	4,83 ^{abc}	3,40 ^f	3,71 ^{de}	3,85 ^d	3,47 ^{ef}	2,41 ^E
Sulfuroso	4,30 ^b	4,13 ^b	4,18 ^b	4,86 ^a	2,32 ^{cd}	2,12 ^d	2,42 ^c	2,16 ^{cd}	2,27 ^{cd}	1,70 ^c
Mato úmido	4,20 ^a	4,40 ^a	4,23 ^a	3,34 ^b	3,16 ^{bc}	2,87 ^{cd}	2,87 ^{cd}	3,07 ^{bc}	2,41 ^c	2,63 ^{dc}
Passado	0,54 ^E	0,55 ^E	0,88 ^f	1,63 ^e	1,51 ^e	2,37 ^{cd}	2,65 ^c	2,18 ^d	3,03 ^b	4,58 ^a
Sabor										
Característico	5,18 ^a	4,71 ^b	4,52 ^{bc}	4,17 ^{cd}	4,14 ^{de}	3,92 ^{de}	3,82 ^e	4,02 ^{de}	4,00 ^{de}	3,09 ^f
Amargo	2,75 ^a	2,06 ^b	2,12 ^b	2,80 ^a	1,42 ^{cd}	1,70 ^d	1,30 ^d	1,44 ^{cd}	1,66 ^c	1,21 ^d
Sulfuroso	3,09 ^a	2,88 ^{ab}	2,67 ^{bc}	2,52 ^c	1,89 ^e	2,10 ^{de}	2,20 ^d	2,23 ^d	2,20 ^d	1,43 ^f
Adoçado	4,38 ^a	3,73 ^b	3,02 ^c	2,34 ^d	1,75 ^e	2,23 ^d	2,14 ^{de}	2,13 ^{de}	2,23 ^d	1,23 ^f
Passado	0,69 ^f	0,59 ^f	0,73 ^f	1,12 ^c	1,44 ^d	1,87 ^c	2,08 ^c	1,97 ^c	3,09 ^b	4,80 ^a
Residual	2,22 ^b	2,10 ^{bc}	2,03 ^{bc}	2,54 ^a	1,57 ^{de}	1,94 ^c	1,73 ^d	1,65 ^d	1,68 ^d	1,43 ^e
Textura oral										
Fibrosidade	4,14 ^b	4,01 ^{bc}	3,53 ^{de}	4,53 ^a	3,76 ^{cd}	3,68 ^{de}	3,69 ^{de}	3,11 ^f	3,49 ^c	2,93 ^f
Maciez	6,30 ^c	6,68 ^b	7,16 ^a	5,76 ^{de}	7,10 ^d	5,97 ^d	5,91 ^d	6,00 ^d	5,57 ^c	6,63 ^b
Suculência	4,82 ^a	3,95 ^c	4,29 ^b	3,69 ^{cd}	3,67 ^{cd}	3,19 ^{ef}	3,40 ^{ef}	3,47 ^{ef}	3,62 ^d	3,09 ^f
Textura manual (cru)										
Firmeza	6,57 ^a	6,22 ^b	6,19 ^b	6,61 ^a	6,47 ^{ab}	5,45 ^c	4,83 ^d	4,16 ^e	3,64 ^f	3,34 ^f

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente (ps 0,05) entre si.

4.6.1.2 Análise da perda de qualidade sensorial e nutricional em função do tempo de armazenamento.

LABUZA (1982) observa que em muitos casos a perda de qualidade em alimentos, pode ser expressa em função de um modelo de cinética de ordem zero (modelo linear), como por exemplo, nos casos de: degradação enzimática (frutas e vegetais frescos), escurecimento não enzimático (produtos lácteos desidratados) e oxidação dos lipídios (rancificação desenvolvida em alimentos congelados). Modelos de cinética de primeira ordem (modelos exponenciais) são também utilizados em processos de rancificação (óleos vegetais), crescimento microbiano, produção de sabores estranhos, perda de vitaminas e da qualidade proteica (alimentos desidratados). Poucos dados existem descrevendo a degradação do alimento através de modelos que as de cinética de zero e primeira ordem.

Segundo GACULA (1984) os modelos estatísticos mais usados em estudos de vida-de-prateleira onde se quer correlacionar o tempo de armazenamento com perda de qualidade do produto são: regressão linear simples, função exponencial e quadrática.

A adequação dos modelos: linear, exponencial, recíproca e quadrático para correlacionar perda de qualidade sensorial com tempo de armazenamento no presente estudo pode ser analisado através dos seguintes parâmetros: nível de significância de F no teste de "lack-of-fit" dos modelos preditivos e respectivos e coeficiente de determinação (R^2). Nível de significância de F maior que 0,05 indica um modelo estatístico adequado para correlacionar o dado analisado. Por outro lado, para idênticos níveis de significância de F, maiores valores de R^2 indicam superioridade preditiva do modelo proposto.

Assim, analisando-se os resultados apresentados nas Tabelas 22 e 23, verifica-se que nenhum dos modelos utilizados foi plenamente adequado para correlacionar todas as medidas sensoriais com o tempo de armazenamento. Entretanto, por apresentar sistematicamente maiores valores de R^2 , o modelo quadrático mostrou-se uma melhor opção para correlacionar as variáveis estudadas que os demais modelos. De fato, NETER et al. (1989) afirmam que quando a

verdadeira função existente entre duas variáveis não é conhecida, o polinômio de segunda ordem oferece uma boa aproximação da mesma.

Tabela 22: Valores de F e coeficiente de determinação $-R^2-$ (entre parentêses) do teste de lack-of-fit das médias da equipe sensorial para os atributos julgados na ADQ do brócoli cv. ramoso-Piracicaba armazenado a 5°C.

ATRIBUTO	MODELO			
	Linear	Exponencial	Recíproca	Quadrático
Aparência (cru)				
Cor verde	104,95**** (0,81)	73,73**** (0,75)	49,17**** (0,66)	14,35**** (0,98)
Presença de botões florais amarelos	61,59**** (0,71)	135,76**** (0,84)	52,33**** (0,68)	34,24**** (0,96)
Compactação dos botões florais	25,37**** (0,50)	25,06**** (0,50)	23,01**** (0,48)	6,09*** (0,84)
Tamanho dos botões florais	15,23*** (0,37)	14,91*** (0,37)	14,59**** (0,37)	2,60 n.s.
Aparência (cozido)				
Cor verde	76,87**** (0,75)	43,48**** (0,63)	22,62**** (0,48)	35,38**** (0,96)
Presença de botões florais amarelos	50,90**** (0,67)	88,77**** (0,78)	28,93**** (0,54)	27,40**** (0,97)
Compactação dos botões florais	14,77*** (0,37)	11,90**** (0,32)	7,91*** (0,24)	46,02**** (0,61)
Tamanho dos botões florais	0,09 n.s.			
Aroma				
Característico	250,02**** (0,91)	158,29**** (0,86)	103,90**** (0,81)	21,95**** (0,96)
Sulfuroso	25,74**** (0,51)	45,24**** (0,64)	62,85**** (0,72)	3,58* (0,51)
Mato úmido	339,03**** (0,93)	158,46**** (0,86)	74,04**** (0,75)	12,16**** (0,94)
Passado	73,95**** (0,75)	216,22**** (0,90)	112,45**** (0,82)	100,8**** (0,93)
Sabor				
Característico	142,82**** (0,85)	79,01**** (0,76)	47,30**** (0,65)	17,02**** (0,97)
Amargo	100,26**** (0,80)	63,32**** (0,72)	12,33*** (0,33)	00,26**** (0,80)
Sulfuroso	4,22* (0,14)	3,64 n.s.		
Adocicado	16,69**** (0,40)	50,40**** (0,67)	41,20**** (0,62)	7,39*** (0,52)
Passado	68,14**** (0,73)	124,54**** (0,83)	48,97**** (0,66)	29,48**** (0,96)
Residual	73,94**** (0,75)	94,44**** (0,79)	117,08**** (0,82)	11,35**** (0,78)
Textura oral				
Fibrosidade	3,30* (0,12)	3,32 n.s.		
Maciez	47,43**** (0,65)	48,14**** (0,66)	48,40**** (0,66)	48,66**** (0,71)
Suculência	2,14 n.s.			
Textura manual (cru)				
Firmeza	103,18**** (0,80)	116,62**** (0,82)	99,54**** (0,80)	3,12 n.s.

****=valor de F significativo a 0.01%; ***=valor de F significativo a 0.1%; **=valor de F significativo a 1%; *=valor de F significativo a 5%; n.s.= valor de F não significativo.

Tabela 23: Valores de F e coeficiente de determinação $-R^2$ -(entre parênteses) do teste de lack-of-fit das médias da equipe sensorial para os atributos julgados na ADQ do brócoli cv. baron armazenado a 5°C.

ATRIBUTO	MODELO			
	Linear	Exponencial	Recíproca	Quadrático
Aparência (cru)				
Cor verde	13,82**** (0,33)	14,83**** (0,35)	15,42*** (0,36)	69,99**** (0,39)
Presença de botões florais amarelos	91,50**** (0,77)	118,85**** (0,81)	38,88**** (0,58)	14,30**** (0,86)
Compactação dos botões florais amarelos	101,06**** (0,78)	92,20**** (0,77)	81,78**** (0,74)	3,04** (0,79)
Tamanho dos botões florais	25,07**** (0,47)	22,87**** (0,45)	19,26**** (0,41)	14,77**** (0,73)
Aparência (cozido)				
Cor verde	0,28 n.s.			
Presença de botões florais amarelos	115,52**** (0,80)	140,27**** (0,83)	38,19**** (0,58)	114,60**** (0,90)
Compactação dos botões florais amarelos	159,49**** (0,85)	167,13**** (0,86)	170,90**** (0,86)	2,57* (0,85)
Tamanho dos botões florais	73,19**** (0,72)	60,05**** (0,68)	45,78**** (0,62)	2,67* (0,76)
Aroma				
Característico	125,14**** (0,82)	100,69**** (0,78)	73,29**** (0,72)	38,61**** (0,83)
Sulfuroso	69,47**** (0,71)	88,71**** (0,76)	103,13**** (0,79)	97,20**** (0,75)
Mato úmido	102,30**** (0,79)	118,46**** (0,81)	127,37**** (0,82)	13,06**** (0,87)
Passado	211,45**** (0,88)	168,97**** (0,86)	57,63**** (0,67)	52,08**** (0,89)
Sabor				
Característico	74,60**** (0,73)	72,94**** (0,72)	64,60**** (0,70)	9,53**** (0,75)
Amargo	34,07**** (0,55)	38,25**** (0,58)	38,13**** (0,58)	24,16**** (0,60)
Sulfuroso	60,12**** (0,68)	48,08**** (0,63)	34,01**** (0,55)	3,46* (0,30)
Adocicado	49,18**** (0,64)	51,85**** (0,65)	40,24**** (0,83)	26,22**** (0,75)
Passado	163,92**** (0,85)	436,77**** (0,94)	137,72**** (0,83)	84,45**** (0,92)
Residual	33,03**** (0,54)	37,82**** (0,57)	40,86**** (0,59)	16,27**** (0,54)
Textura oral				
Fibrosidade	38,77**** (0,58)	42,42**** (0,60)	44,81**** (0,62)	48,58**** (0,61)
Maciez	4,29* (0,13)	4,37* (0,13)	4,45* (0,14)	86,44**** (0,18)
Suculência	14,05*** (0,33)	16,79**** (0,37)	19,40**** (0,41)	3,52* (0,41)
Textura manual (cru)				
Firmeza	194,44**** (0,83)	191,54**** (0,87)	171,94**** (0,86)	8,07**** (0,91)

****=valor de F significativo a 0.01%; ***=valor de F significativo a 0.1%; **=valor de F significativo a 1%; *=valor de F significativo a 5%; n.s.= valor de F não significativo.

4.6.1.3 Propriedades químicas e nutricionais

4.6.1.3.1 Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor e na % de retenção das clorofilas a e b.

Os teores de clorofilas a e b em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 24.

Verifica-se na Tabela 24 que após 21 dias de armazenamento, o cultivar ramoso-Piracicaba, apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) do teor de clorofila a dos 34,83 mg/100g iniciais para 26,90 mg/100g. Por outro lado, apenas após 24 dias de armazenamento, o cultivar ramoso-Piracicaba, apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) do teor de clorofila b, de 11,14 mg/100g no início do armazenamento para 6,96mg/100g. Esses dados são concordantes com PARADIS et al. (1995) que não observaram uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) do teor de clorofila em brócoli até 21 dias de armazenamento a 4°C.

Após 24 dias de armazenamento, o cultivar baron apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) dos teores de clorofilas a e b, de 10,94 para 6,59 mg/100g e de 8,28 para 5,49 mg/100g, respectivamente (Tabela 24).

No brócoli fresco, um dos atributos de qualidade mais importante é a coloração (BRACKET, 1989). A perda da clorofila, leva ao "amarelamento" do brócoli, termo usado para descrever as condições adversas em que há degradação de sua coloração (SHEWFELT et al., 1983). Na verdade, o aparecimento da cor amarela no cultivar ramoso-Piracicaba, foi notada ($p \leq 0,05$) pela equipe descritiva treinada entre 14 e 16 dias de armazenamento (Tabela 20) e no cultivar baron, após 24 dias de armazenamento (Tabela 21). Entretanto, a cor amarela só apresentou intensidade considerada "de fraca a moderada" após 21 dias de armazenamento para o brócoli ramoso-Piracicaba e 24 dias para o cultivar baron (Tabelas 20 e 21). Esses resultados sugerem que a análise sensorial pode ser mais sensível para detectar mudanças na cor do brócoli que determinações quantitativas do teor de clorofila no vegetal.

Tabela 24. Teores de clorofilas a e b dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
ramoso										
clorofila a (mg/100g)	34,83 ^a	34,38 ^a	34,30 ^a	33,38 ^a	34,17 ^a	34,44 ^{ab}	30,79 ^{ab}	26,90 ^b	11,50 ^c	
clorofila b (mg/100g)	11,14 ^a	11,13 ^a	10,84 ^a	10,12 ^a	9,30 ^a	8,98 ^{ab}	8,57 ^{ab}	8,29 ^{ab}	6,96 ^b	
baron										
clorofila a (mg/100g)	10,94 ^a	11,15 ^a	11,00 ^a	11,15 ^a	10,58 ^a	10,94 ^a	10,80 ^a	10,31 ^a	6,59 ^b	4,06 ^c
clorofila b (mg/100g)	8,28 ^a	8,21 ^a	7,93 ^a	8,21 ^a	8,34 ^a	8,42 ^a	8,39 ^a	7,95 ^a	5,49 ^b	3,65 ^b

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si.

Alguns autores tem relatado que a perda de clorofila obedece à uma cinética de primeira ordem em função do tempo de armazenamento (LAJOLLO et al., 1971 e ZHUANG et al., 1994). Desta forma, considerando-se que a % de retenção de clorofila em função do tempo de armazenamento obedece a uma cinética de primeira ordem, as Figuras 33 e 34 apresentam a retenção de clorofilas a e b dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C, respectivamente. A Figura 33 mostra que os diferentes cv. de brócolis apresentaram um perfil de retenção de clorofila a similares até 16 dias de armazenamento. Entretanto, a Figura 34 mostra claramente uma maior estabilidade da clorofila b para o cultivar baron que para o ramoso-Piracicaba. Esse efeito não pode ser tão claramente observado na Tabela 24, o que demonstra que de fato a análise de regressão linear é mais adequada que a ANOVA para tratamento de dados obtidos e estudo de vida-de-prateleira.

O cultivar ramoso-Piracicaba, ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 14 e 21 dias, apresentou valores de retenção de clorofila a variando entre 99 - 77% (Figura 33) e valores de retenção clorofila b variando entre 80 - 74% (Figura 34). Assim, no cv. ramoso-Piracicaba, a clorofila a parece ser mais sensível ao tempo de armazenamento a 5°C quando comparada a clorofila b, podendo ser utilizada como um parâmetro de qualidade do brócolis cv. ramoso-Piracicaba. De fato, as Figuras 33 e 34 mostra que entre o início e o fim da vida-de-prateleira do brócoli ramoso-Piracicaba a taxa de perda da clorofila b é significativa ($p \leq 0,05$) enquanto a da clorofila a não se apresentou significativa ($p \leq 0,05$).

O cultivar baron, ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 21 e 24 dias, apresentou valores de % de retenção de clorofila a variando entre 94 - 60% (Figura 33) e valores de % de retenção clorofila b variando entre 96 - 66% (Figura 34). Assim, no cv. baron, as clorofilas a e b parecem ser igualmente sensíveis ao tempo de armazenamento a 5°C, podendo ser utilizadas como um parâmetro de qualidade do brócolis cv. baron.

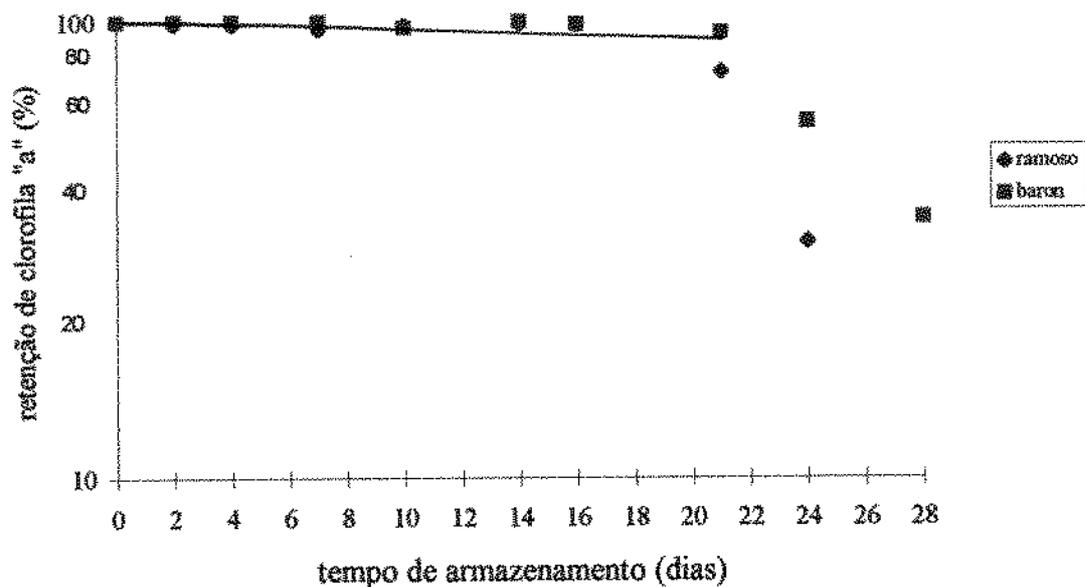


Figura 33: Porcentagem de retenção de clorofila a de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron ($y = 4,62 - 0,002x$, $R^2 = 0,54$; $p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento a 5°C . (regressões calculadas no intervalo de vida útil do produto)

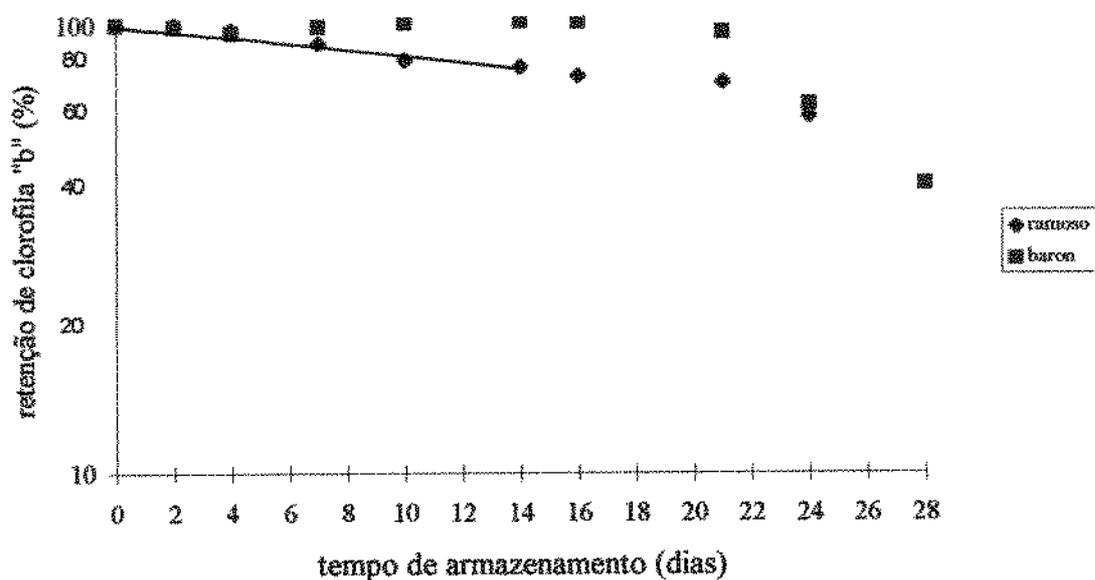


Figura 34: Porcentagem de retenção de clorofila b de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba ($y = 4,63 - 0,02x$, $R^2 = 0,96$; $p \leq 0,05$) e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C . (regressões calculadas no intervalo de vida útil do produto)

4.6.1.3.2 Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor e na % de retenção de ácido ascórbico.

O teor de ácido ascórbico em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 25. Após 21 dias de armazenamento, o cultivar ramoso-Piracicaba, apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) do teor de vitamina C, de 101,95 para 74,92 mg/100g (Tabela 25). PARADIS et al. (1995) também observaram uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) do teor de vitamina C em brócoli após 21 dias de armazenamento a 4°C.

Após 24 dias de armazenamento, o cultivar baron apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) de nível de ácido ascórbico de 109,56 para 61,27mg/100g (Tabela 25). Dados estes concordantes com KAILASAPATHY & KONESHAN (1986) que observaram uma perda significativa de ácido ascórbico em hortaliças com o aumento do tempo de armazenamento.

Estudos relacionados à perda de vitamina C em função do tempo de armazenamento, tem mostrado uma cinética de primeira ordem (WANNINGER, 1972; WALETZKO & LABUZA, 1976; LEE et al., 1977; NAGY & SMOOT, 1977). Assim, considerando-se que a % de retenção de vitamina C em função do tempo de armazenamento obedece a uma cinética de primeira ordem, a Figura 35 apresenta a retenção de ácido ascórbico dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

Observa-se através da Figura 35, que os cultivares ramoso-Piracicaba e baron apresentaram um perfil de retenção de ácido ascórbico bastante similares. Ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 14 e 21 dias, o cultivar ramoso-Piracicaba apresentou valor de % de retenção de ácido ascórbico variando entre 90 e 73% (Figura 35). Entretanto, o cultivar baron, ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 21 e 24 dias, apresentou valores menores de % de retenção de ácido ascórbico variando entre 86 e 56% (Figura 35).

Tabela 25: Teores de ácido ascórbico do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
ramoso										
ácido	101,95 ^a	95,82 ^{ab}	93,26 ^{ab}	90,82 ^{bc}	90,53 ^{bc}	92,48 ^{abc}	82,42 ^{cd}	74,92 ^{de}	67,61 ^e	
ascórbico										
(mg/100g)										
barrou										
ácido	109,56 ^a	102,54 ^b	100,17 ^b	102,54 ^b	96,83 ^c	91,09 ^{de}	88,06 ^e	94,82 ^{ed}	61,27 ^f	33,88 ^g
ascórbico										
(mg/100g)										

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p < 0.05$) entre si.

Ambos os cultivares estudados na presente pesquisa, mostraram % de retenção de ácido ascórbico inferiores aos valores reportados por ALBRECHT et al. (1991), para os quais mais de 95% do teor de ácido ascórbico inicial foi retido no brócoli por eles estudado, após três semanas de armazenamento a 2°C.

A perda de ácido ascórbico em brócolis durante a estocagem, segundo BARTH et al. (1990), ocorre tanto devido a oxidação do L-ácido ascórbico ao ácido deidroascórbico, como também, a alteração da integridade celular do brócoli que pode levar a degradação do ácido ascórbico por enzimas oxidativas.

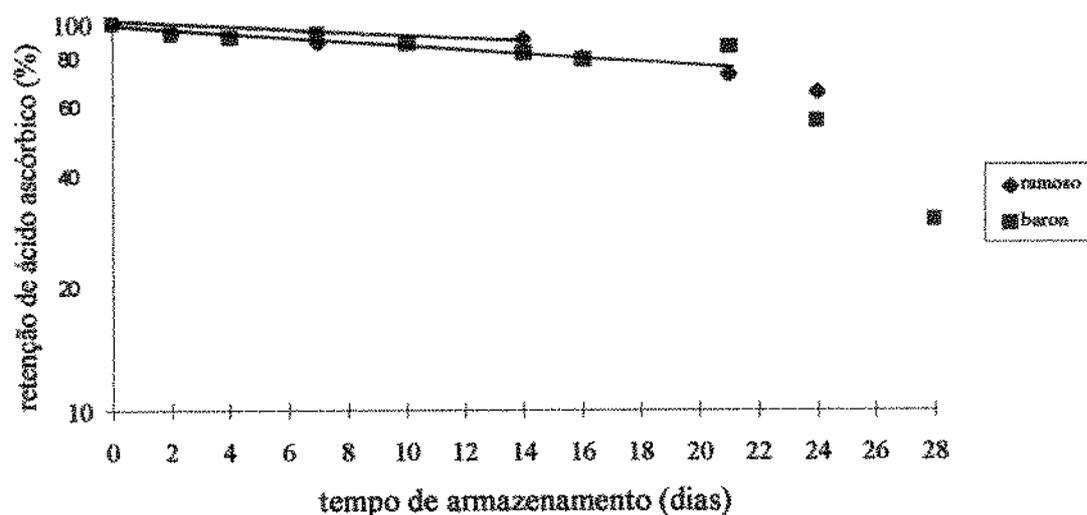


Figura 35: Porcentagem de retenção de ácido ascórbico de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba ($y = 4,56 - 0,006x$, $R^2 = 0,54$; $p \leq 0,05$) e baron ($y = 4,57 - 0,008x$; $R^2 = 0,71$; $p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento a 5°C. (regressões calculadas no intervalo de vida útil do produto)

4.6.1.3.3 Influência do tempo de armazenamento a 5°C no teor e na % de retenção de β -caroteno.

O teor de β -caroteno em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 26. Após 21 dias de armazenamento, o cultivar ramoso-Piracicaba, não apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) do teor de β -caroteno (Tabela 26). Estes dados são concordantes com PARADIS et al. (1995) que não observaram uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) do teor de β -caroteno em brócoli até 21 dias de armazenamento a 4°C. Após 24 dias de armazenamento, o cultivar baron apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) do teor de β -caroteno de 2095 para 1190 RE/100g (Tabela 26).

CHOU & BREENE (1972) atribuíram à perda de β -caroteno em função do tempo de armazenamento também como uma cinética de primeira ordem, considerando-se que a % de retenção de β -caroteno em função do tempo de armazenamento obedece a uma cinética de primeira ordem, assim, a Figura 36 apresenta a retenção de β -caroteno dos cv. de brócolis ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

Observa-se através da Figura 36, que o cultivar ramoso-Piracicaba apresentou a estabilidade de β -caroteno ligeiramente superior em relação ao cultivar baron quando armazenado a 5°C. O cultivar ramoso-Piracicaba, ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 14 e 21 dias, apresentou valor de % de retenção β -caroteno variando entre 94 e 89%. O cultivar baron, ao final de sua vida-de-prateleira estabelecida através de teste de aceitação com consumidores entre 21 e 24 dias, apresentou valor de retenção de β -caroteno variando entre 83 - 57% (Figura 36).

Tabela 26: Teores de β -caroteno do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
ramoso										
β -caroteno (RE/100g)	3433,34 ^a	3436,67 ^a	3505,00 ^a	3333,34 ^a	3263,34 ^a	3240,00 ^a	3275,00 ^a	3081,67 ^a	2240,00 ^b	
baron										
β -caroteno (RE/100g)	2095,00 ^a	1893,34 ^a	1866,67 ^a	1893,34 ^a	1830,00 ^a	1846,67 ^a	1815,00 ^a	1740,00 ^a	1190,00 ^b	986,67 ^b

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p < 0.05$) entre si.

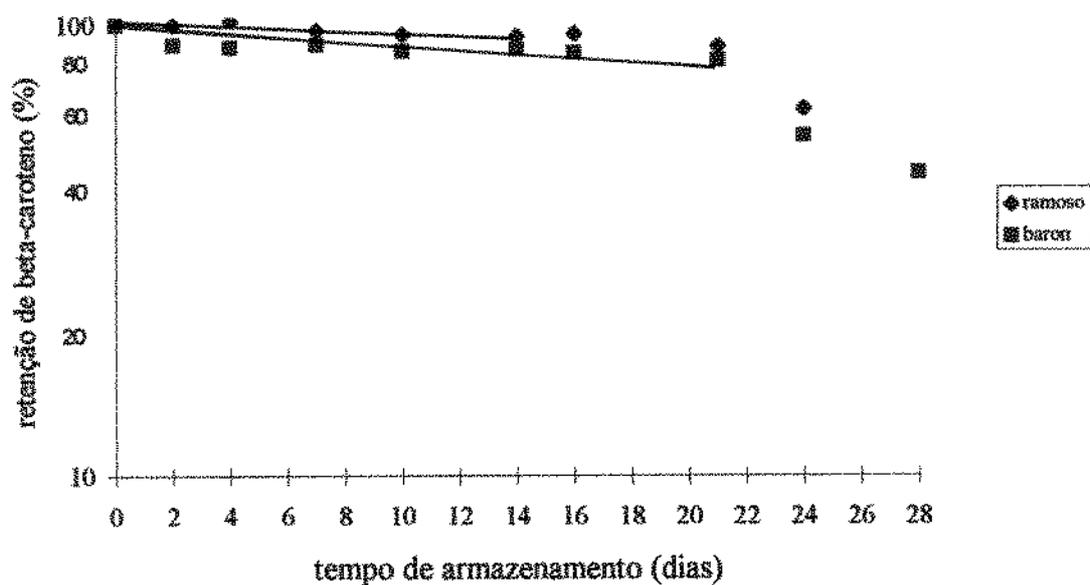


Figura 36: Porcentagem de retenção de β -caroteno de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba ($y = 4,62 - 0,006x$; $R^2 = 0,76$; $p \leq 0,05$) e baron ($y = 4,55 - 0,006x$; $R^2 = 0,67$; $p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento a 5°C . (regressões calculadas no intervalo de vida útil do produto)

4.6.1.4 Propriedades físicas

4.6.1.4.1 Influência do tempo de armazenamento a 5°C na cor.

O parâmetro L^* está associado à luminosidade das amostras, sendo que maiores valores de L^* caracterizam amostras mais claras, enquanto menores valores de L^* caracterizam amostras mais escuras. O parâmetro L^* em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 27.

Após 21 e 24 dias de armazenamento, os cultivares ramoso-Piracicaba e baron, apresentaram um aumento significativo ($p \leq 0,05$) do parâmetro L^* , de 39,40 para 44,93 e de 39,26 para 44,77, respectivamente (Tabela 27). Estes dados sugerem que após o término da vida-de-prateleira dos brócolis estudados, ocorreu um aumento da luminosidade das amostras, apresentando-se mais claras, o que pode ser traduzido como o início da perda da cor verde e da presença da cor amarela.

A Tabela 27 mostra que os cultivares ramoso-Piracicaba e baron apresentaram valores de L^* similares durante o armazenamento.

O parâmetro a^* está associado à dimensão vermelho(+a) e verde(-a). Valores maiores de -a indicam amostras mais verdes. O parâmetro a^* em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 27.

Após 21 e 24 dias de armazenamento, os cultivares ramoso-Piracicaba e baron, apresentaram um aumento significativo ($p \leq 0,05$) do parâmetro a^* , de - 6,87 para - 5,91 e de - 5,99 para - 4,81, respectivamente (Tabela 27). Estes dados sugerem que após o término da vida-de-prateleira dos brócolis estudados, ocorreu um aumento significativo do parâmetro a^* das amostras, caracterizando a perda da cor verde.

Tabela 27: Os parâmetros L*, a*, b* e tonalidade dos brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)										
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28	
ramoso											
L*	39,40 ^c	39,15 ^c	40,45 ^{bc}	39,51 ^c	41,78 ^{bc}	41,29 ^{bc}	40,93 ^{bc}	44,93 ^b	50,43 ^a		
a*	-6,87 ^c	-6,21 ^c	-6,62 ^c	-6,46 ^c	-6,78 ^c	-6,87 ^c	-6,90 ^c	-5,91 ^b	-0,48 ^a		
b*	10,54 ^c	12,01 ^{do}	12,69 ^{de}	14,40 ^{cdc}	16,38 ^{cd}	17,61 ^{bc}	18,66 ^{bc}	21,79 ^b	33,83 ^a		
tonalidade	119,16 ^a	117,89 ^{ab}	117,56 ^{abc}	114,21 ^{abc}	118,34 ^{ab}	111,34 ^{abcd}	110,27 ^{cd}	105,11 ^d	90,63 ^c		
baron											
L*	39,26 ^{bc}	39,08 ^{bc}	40,28 ^b	41,67 ^{ab}	39,93 ^{bc}	39,82 ^{bc}	40,47 ^b	35,79 ^c	44,77 ^a	45,69 ^a	
a*	-5,99 ^c	-5,88 ^c	-5,86 ^c	-5,91 ^c	-6,65 ^c	-6,18 ^c	-5,57 ^c	-6,06 ^c	-4,81 ^b	4,63 ^a	
b*	11,12 ^c	11,26 ^c	11,35 ^c	14,65 ^c	12,62 ^c	12,93 ^c	10,74 ^c	12,08 ^c	20,81 ^b	29,96 ^a	
tonalidade	118,54 ^a	117,84 ^a	117,39 ^a	111,99 ^a	117,85 ^a	115,66 ^a	118,21 ^a	116,72 ^a	102,98 ^b	74,51 ^c	

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Assim, através da Tabela 27, verifica-se que os cultivares ramoso-Piracicaba e baron apresentaram valores de a^* muito próximos até 21 dias de armazenamento.

O parâmetro b^* está associado à dimensão amarelo(+ b) e azul(- b), maiores valores de b^* sugerem amostras mais amareladas. O parâmetro b^* em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 27.

Verifica-se através dos dados apresentados na Tabela 27 que após 10 dias de armazenamento o cv. ramoso-Piracicaba apresentou um aumento significativo ($p \leq 0,05$) do valor b^* , de 10,54 para 16,38, enquanto que o cv. baron apresentou um aumento significativo ($p \leq 0,05$) do valor b^* de 11,12 para 20,81 apenas após 24 dias de armazenamento.

O parâmetro tonalidade em função do tempo de armazenamento a 5°C dos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron estão apresentados na Tabela 27. Este parâmetro é muito utilizado para se medir a mudança de cores, como por exemplo: amadurecimento de frutas e perda da cor verde em hortaliças.

Após 14 dias de armazenamento o cv. ramoso-Piracicaba apresentou uma queda significativa ($p \leq 0,05$) da tonalidade de 119,16 para 111,34 (Tabela 27), enquanto que o cv. baron apresentou uma queda significativa ($p \leq 0,05$) da tonalidade de 118,54 para 102,98 após 24 dias de armazenamento (Tabela 27).

A Tabela 27, apresenta um perfil similar de tonalidade até 14 dias de armazenamento para os dois cultivares em estudo. Aos 21 dias pode-se observar que enquanto a tonalidade do cultivar baron continua estável, a do cultivar ramoso-Piracicaba sofreu queda significativa ($p \leq 0,05$). Resultados similares podem ser observados com os testes sensoriais de aceitação do produto (Tabela 19).

De fato, a queda da aceitação dos cultivares ramoso-Piracicaba e baron reportados nos testes sensoriais como sendo entre 14-21 e 21-24 dias de armazenamento, respectivamente, coincide com o "amarelamento" do brócoli apresentado pelo aumento significativo ($p \leq 0,05$) da luminosidade e dos parâmetros a^* e b^* e a queda significativa ($p \leq 0,05$) da tonalidade.

Estes dados sugerem que os parâmetros de cor: L^* (luminosidade), a^* (dimensão verde-vermelho), b^* (dimensão amarelo-azul) e tonalidade sofreram alterações no brócoli durante a vida-de-prateleira, podendo ser utilizados como parâmetros indicativos da qualidade do brócoli em função do seu armazenamento.

WANG (1979) ao estudar a alteração de cor durante o armazenamento a 5°C de brócolis embalados sob altas concentrações de CO_2 , verificou que as amostras controles, isto é, aqueles que não sofreram nenhum tratamento, apresentaram, após 20 dias de armazenamento, predominantemente, a cor amarela. BERRANG et al. (1990) verificaram que após 21 dias de armazenamento a 4°C em atmosfera controlada iniciou-se o processo de amarelamento no brócoli. Segundo SHEWFELT (1984) a perda da cor verde é o fator limitante na redução da vida-de-prateleira do armazenamento de brócoli fresco. Confirmando os resultados obtidos no presente estudo, RUSHING (1990) ao estudar o efeito das citoquininas na respiração, produção de etileno e retenção de clorofilas em brócolis armazenados em embalagens de polietileno, observou que o amarelamento e a abertura dos botões florais são os principais motivos de perda de qualidade do brócoli.

GNANASEKHARAN et al. (1992) ao estudarem a alteração de cor em vegetais verdes, não observaram alterações consistentes nos valores de tonalidade do brócoli e espinafre armazenados a 4°C durante 12 dias, entretanto, observaram um decréscimo dos valores de tonalidade dos vegetais estudados quando armazenados a 21°C a partir de dois dias.

4.7.1.4.2 Influência do tempo de armazenamento a 5°C na textura.

As Tabelas 28 e 29 apresentam os valores da força de cisalhamento (firmeza), dos brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

Verifica-se através da Tabela 28 que o cv. ramoso-Piracicaba cru já após 2 dias de armazenamento apresentou uma perda significativa ($p \leq 0,05$) de firmeza, efeito que também foi observado pela equipe sensorial treinada, através do atributo de firmeza manual do produto cru (Tabela 20).

O cv. baron cru não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) de firmeza instrumental durante o estudo de vida-de-prateleira (Tabela 29), dado este não concordante com a equipe sensorial que observou uma perda da firmeza manual do brócoli cru. BERRANG et al. (1990) também observou que brócoli armazenado a 4°C sob atmosfera controlada, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) na textura instrumental do caule cru.

O cv. ramoso-Piracicaba cozido apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) de firmeza após 7 dias de armazenamento (Tabela 28). Esse comportamento foi também observado por LEBERMAN et al. (1968b), que reportaram que o caule de brócolis cozidos mostrou, progressivamente, uma queda da força de cisalhamento com o aumento da concentração de CO₂ em atmosfera controlada. Entretanto, o caule do brócoli cru não mostrou alteração na qualidade de textura.

Tabela 28: Força de cisalhamento (firmeza) do brócoli cv. ramoso-Piracicaba cru e cozido em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)								
	0	2	4	7	10	14	16	21	24
cru									
força de cisalhamento(g)	4303,8 ^a	3411,2 ^{bc}	3500,1 ^b	3108,1 ^{cd}	2532,2 ^{def}	2725,3 ^{efde}	2600,6 ^{de}	2288,9 ^{ef}	1863,3 ^f
cozido									
força de cisalhamento(g)	1170,3 ^{ab}	705,0 ^{bed}	785,8 ^{bed}	662,2 ^{cd}	617,8 ^d	1379,6 ^a	534,1 ^d	1116,1 ^{abc}	439,8 ^d

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente (p< 0,05) entre si.

Tabela 29: Força de cisalhamento (firmeza) do brócoli cv. baron cru e cozido em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
cru										
força de cisalhamento(g)	10061,3 ^a	10346,6 ^a	10522,6 ^a	8834,0 ^a	8729,1 ^a	9014,1 ^a	9274,4 ^a	10406,8 ^a	9823,4 ^a	9311,4 ^a
cozido										
força de cisalhamento(g)	6297,0 ^a	6467,0 ^a	6114,0 ^a	3939,0 ^a	3028,0 ^a	9258,0 ^a	2592,0 ^a	3263,0 ^a	2743,0 ^a	2556,0 ^a

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente (p< 0,05) entre si.

4.6.1.5 Correlações entre medidas sensoriais do teste de aceitação e medidas instrumentais de cor e textura obtidos durante o estudo de vida-de-prateleira a 5°C.

A Tabela 30 apresenta os valores de coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2) e o nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e firmeza (força de cisalhamento), durante o armazenamento a 5°C.

Tabela 30: Valores de coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e firmeza (força de cisalhamento), durante o armazenamento a 5°C

medidas instrumentais	a	b	R^2	p
cor				
L^*	23,48	-0,41	0,98	0,0001
a^*	2,68	-0,62	0,72	0,0314
b^*	9,76	-0,20	0,93	0,0019
tonalidade	-11,82	0,16	0,94	0,0015
firmeza-cru				
força de cisalhamento (g)	0,97	0,002	0,71	0,0364
firmeza-cozido				
força de cisalhamento (g)	-	-	-	n.s.

Testes de correlação linear entre as medidas instrumentais de cor e as medidas sensoriais do teste de aceitação do brócoli cv. ramoso-Piracicaba nos diferentes tempos de armazenameto a 5°C (Tabela 30), indicaram a existência de correlação linear negativa significativa ($p \leq 0,05$) para

os parâmetros L^* ($R^2=0,98$; $p\leq 0,05$), a^* ($R^2=0,72$; $p\leq 0,05$), e b^* ($R^2=0,93$; $p\leq 0,05$), e correlação linear positiva significativa para tonalidade ($R^2=0,94$; $p\leq 0,05$) e para textura do brócoli cru ($R^2=0,71$; $p\leq 0,05$).

Os resultados indicaram que os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* e tonalidade e textura do brócoli cru podem ser utilizados como parâmetros estimativos de qualidade do brócoli ramoso-Piracicaba. Entretanto, a predição do nível de aceitação do brócoli é mais eficiente através dos parâmetros L^* , b^* e tonalidade, que apresentaram maiores R^2 que para os parâmetros a^* e firmeza que mostram menores R^2 . Valores L^* superiores a 45,07, de a^* superiores a -3,74, de b^* superiores a 23,8, de tonalidade inferiores a 105,13 e de textura inferiores a 2015g no brócoli ramoso-Piracicaba cru sugerem um produto considerado de baixa qualidade pelos consumidores.

A Tabela 31 apresenta os valores de de coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2) e o nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. baron e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e textura (força), durante o armazenamento a 5°C. Através da Tabela 31 pode-se verificar que os testes de correlação linear entre as medidas instrumentais de cor e as medidas sensoriais do teste de aceitação do brócoli cv. baron nos diferentes tempos de armazenamento a 5°C indicaram a existência de correlação linear negativa significativa ($p\leq 0,05$) para os parâmetros a^* ($R^2=0,86$; $p\leq 0,05$), e b^* ($R^2=0,85$; $p\leq 0,05$), e uma correlação linear positiva significativa ($p\leq 0,05$) para tonalidade ($R^2=0,76$; $p\leq 0,05$). O cv. baron não apresentou uma correlação linear significativa ($p\leq 0,05$) entre as medidas sensoriais do teste de aceitação e as medidas instrumentais de textura, tanto do produto cru como cozido (Tabela 31).

Os resultados indicaram que apenas os parâmetros de cor: a^* , b^* e tonalidade podem ser utilizados como parâmetros estimativos de qualidade do brócoli baron. Valores superiores a -5,25 de a^* , superiores a 20,42 de b^* e inferiores a 98,0 de tonalidade indicaram o brócoli baron considerado de baixa qualidade pelos consumidores.

Tabela 31: Valores de coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância (p) do modelo linear entre as medidas sensoriais de aceitação do brócoli cv. baron e as medidas instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , tonalidade) e textura (força), durante o armazenamento a 5°C.

medidas instrumentais	a	b	R^2	p
cor				
L^*	-	-	-	n.s.
a^*	-8,97	-2,66	0,86	0,0024
b^*	9,90	-0,24	0,85	0,0032
tonalidade	-4,80	0,10	0,76	0,0103
firmeza-cru				
força de cisalhamento (g)	-	-	-	n.s.
firmeza-cozido				
força de cisalhamento (g)	-	-	-	n.s.

4.6.1.6 Influência do tempo de armazenamento a 5°C na Atividade da enzima peroxidase

A Tabela 32 apresenta a atividade da enzima peroxidase (%) de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C. Observa-se que o cultivar ramoso-Piracicaba, após 21 dias de armazenamento aumentou sua % de atividade de 96,78 para 126,51, o que significa um aumento em 31% na atividade da enzima peroxidase. No mesmo período de armazenamento, o cultivar baron, apresentou um aumento de sua atividade de 51,23 para 100,34 o que representa um aumento em 95,86% na atividade da enzima peroxidase.

A Figura 37 apresenta a atividade da enzima peroxidase (%) de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

BARTH et al. (1993a), ao estudarem o efeito da atmosfera modificada na atividade enzimática do brócoli (cv. Green Belt) durante 96 horas a 10°C não encontraram diferença significativa na atividade da peroxidase.

BARTH et al. (1992), em seus estudos sobre o efeito da vaporização controlada sobre a qualidade e atividade enzimática no brócoli durante o armazenamento, observaram que um aumento da atividade da peroxidase ocasionava uma maior perda de ácido ascórbico. Assim, é possível que a maior retenção de vitamina C observada no presente estudo, com relação ao cultivar ramoso-Piracicaba se deva à menor atividade da enzima peroxidase observada nesse cultivar.

Tabela 32: Atividade da enzima peroxidase do brócoli cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)									
	0	2	4	7	10	14	16	21	24	28
ramoso peroxidase (units/min/g)	96,78 ^{de}	128,13 ^a	82,39 ^{de}	104,28 ^{cd}	112,04 ^{bc}	75,21 ^e	83,08 ^{de}	126,51 ^b	192,13 ^a	
baron peroxidase (units/min/g)	51,23 ^e	48,18 ^e	60,38 ^d	56,14 ^{de}	61,95 ^d	76,00 ^e	78,14 ^e	76,94 ^e	100,34 ^b	186,34 ^a

Médias com letras em comum numa mesma linha indicam amostras que não diferem significativamente ($p < 0.05$) entre si.

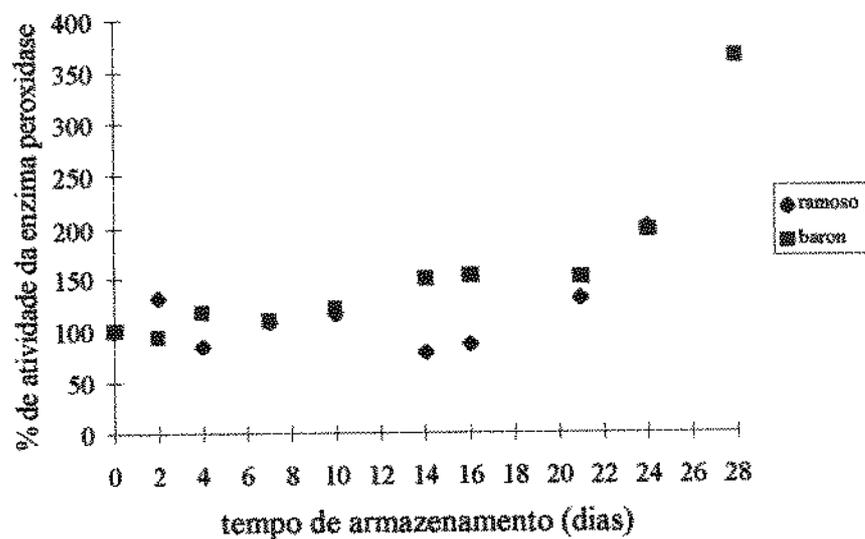


Figura 37: Atividade da enzima peroxidase de brócolis cultivares ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 5°C.

4.6.2 Estudo de vida-de-prateleira a 25 °C

4.6.2.1 Propriedades sensoriais

4.6.2.1.1 Influência do tempo de armazenamento na aceitação

A aceitação e a atitude de compra dos consumidores com relação aos cultivares de brócolis ramoso-Piracicaba e baron armazenados a 25 °C estão apresentadas na Tabela 33.

A aparência dos brócolis armazenados a 25 °C está apresentada na Figura 38.

Tabela 33: Aceitação e atitude de compra dos consumidores com relação aos brócolis cv. ramoso-Piracicaba e baron em função do tempo de armazenamento a 25 °C (médias, n=34 provadores).

cultivar		tempo de armazenamento (dias)		
		0	1	2
Aceitação¹				
ramoso	cru	7,69 ^a	7,94 ^a	2,69 ^b
	cozido	7,60 ^a	7,69 ^a	
baron	cru	7,57 ^a	5,85 ^b	1,53 ^c
	cozido	7,46 ^a	7,49 ^a	
Compra²				
ramoso	cru	4,49 ^a	4,52 ^a	1,53 ^b
	cozido	4,26 ^a	4,49 ^a	
baron	cru	4,37 ^a	3,15 ^a	1,19 ^b
	cozido	4,37 ^a	4,24 ^a	

Médias com letras em comum numa mesma linha, indicam amostras que não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

¹ (1= desgostei muitíssimo, 9=gostei muitíssimo); ² (1= eu certamente não compraria esse produto, 5=eu certamente compraria esse produto)

Como pode-se verificar, o cv. ramoso-Piracicaba armazenado a 25°C apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) tanto para aceitação como para atitude de compra com 2 dias de armazenamento. O nível de aceitação situou-se entre “desgostei moderadamente” e “desgostei muito” e o nível de atitude de compra entre “provavelmente não compraria o produto” e “certamente não compraria o produto”(Tabela 33). Da mesma forma, o cv. baron armazenado a 25°C apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) tanto para aceitação como para atitude de compra com 2 dias de armazenamento. O nível de aceitação situou-se “desgostei muito” e “desgostei muitíssimo” e o nível de atitude de compra entre “provavelmente não compraria o produto” e “certamente não compraria o produto”.

Assim, através do teste de aceitação e atitude de compra os dados sugerem que a vida-de-prateleira dos dois cultivares ramoso-Piracicaba e baron está entre 1 e 2 dias de armazenamento a 25°C, o que enfatiza a grande necessidade de se realizar o transporte e armazenamento do brócoli sob temperaturas controladas de refrigeração. LABUZA (1982) relata que um dos maiores fatores ambientais que resultam no aumento da perda de qualidade e valor nutritivo para muitos alimentos é expô-los a temperaturas elevadas. Estes dados estão de acordo com BLEINROTH et al. (1985), ao estudar a conservação de hortaliças por refrigeração e agente químico em diferentes temperaturas, verificaram que o brócoli cv. ramoso sem aplicação de agente químico apresentou um dia de conservação a temperatura de 25°C.

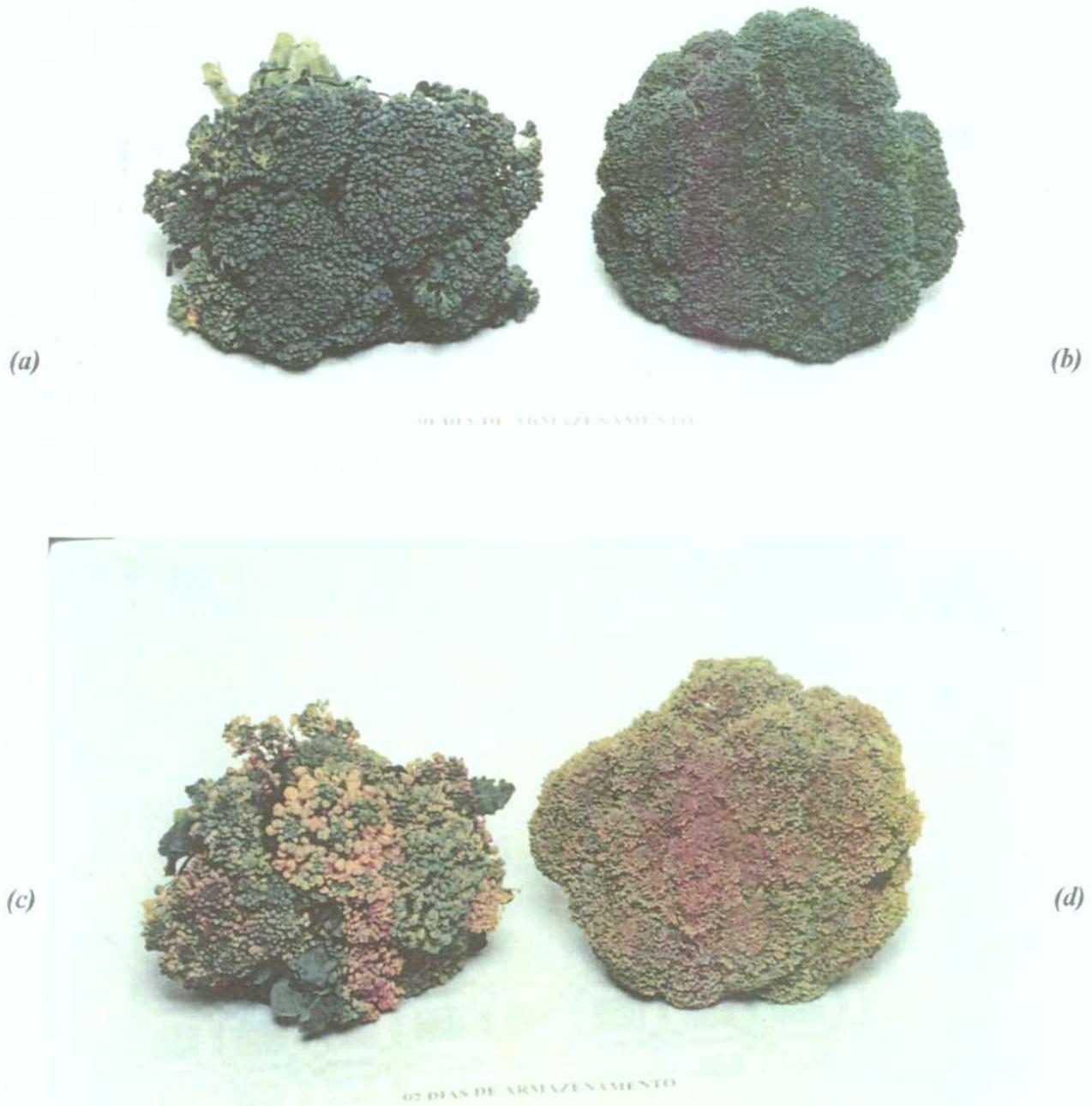


Figura 38: Brócolis nos diferentes tempos de armazenamento a 25°C: brócoli cv. ramoso-Piracicaba com 01 dia de armazenamento (a), cv. baron com 01 dia de armazenamento (b), brócoli cv. ramoso-Piracicaba com 02 dias de armazenamento (c) e cv. baron com 02 dias de armazenamento (d).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- A otimização do tempo de cocção sugere que para os dois cultivares de brócolis estudados, o tempo de cocção ideal situa-se próximo a 10 minutos, sendo 9' 14" e 9' 44" para os cultivares ramoso-Piracicaba e baron, respectivamente.
- A textura instrumental (força de cisalhamento) pode ser utilizada como parâmetro estimativo do tempo de cocção de brócolis.
- Os dois cultivares de brócolis baron e ramoso-Piracicaba representam composições centesimais muito próximas, caracterizando-se como fonte de fibra alimentar e vitaminas.
- Na etapa de recrutamento de consumidores para o teste de aceitação, o brócoli cozido em salada foi o tipo de preparação mais relacionada, seguida das preparações com macarrão e a dorê.
- Os cultivares ramoso-Piracicaba e baron são sensorialmente distintos entre si. No tempo inicial de armazenamento, o cultivar ramoso-Piracicaba caracteriza-se por possuir maior intensidade de cor verde, maior tamanho dos botões florais, maior intensidade de aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico, sabor residual, fibrosidade e suculência oral. O cultivar baron caracteriza-se pela maior compactação dos botões florais, maior intensidade do aroma sulfuroso, gosto amargo, gosto adocicado, sabor de passado, maciez oral e firmeza manual.
- Os cultivares de brócolis baron e ramoso-Piracicaba foram igualmente bem aceitos pelos consumidores.
- No tempo inicial de armazenamento, o brócoli cultivar ramoso-Piracicaba apresenta níveis significativamente superiores ($p \leq 0,05$) dos teores de clorofila a e b, β -caroteno e atividade da enzima peroxidase, quando comparado com o baron.
- O brócoli cultivar baron cru, no tempo inicial de armazenamento, apresenta um valor nutricional superior em relação a vitamina C, quando comparado com o cultivar ramoso-Piracicaba.

- Após o processo de cocção convencional (fogão), nota-se uma perda significativa ($p \leq 0,05$) dos teores de vitamina C e β -caroteno para os dois cultivares ramoso-Piracicaba e baron. Neste caso, os dois cultivares não mostraram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si com relação ao teor de vitamina C. O cultivar baron cozido apresenta um teor de vitamina A significativamente ($p \leq 0,05$) inferior ao cultivar ramoso-Piracicaba. Entretanto, o fato das perdas de vitaminas com o processo de cocção ser significativo ($p \leq 0,05$), esse fato não chega a ser relevante em termos nutricionais, já que ambos os cultivares fornecem ao redor do dobro das necessidades diárias de vitamina A, e entre 57 e 65% das necessidades diárias de vitamina C de um indivíduo adulto normal.

- Quanto às propriedades físicas, no tempo inicial de armazenamento, os cultivares ramoso-Piracicaba e baron não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si nos parâmetros instrumentais de cor, entretanto, a equipe sensorial percebeu uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) com relação a esse atributo. Estes dados sugerem que o método mais sensível para detectar alteração de cor em brócoli é a avaliação sensorial através da equipe treinada. O cultivar baron cru apresentou uma maior firmeza em relação ao cultivar ramoso-Piracicaba. Fato este percebido pela equipe sensorial treinada.

- O teste de aceitação e atitude de compra sugerem que a vida-de-prateleira do cultivar ramoso-Piracicaba está entre 14 e 21 dias e o cultivar baron entre 21 e 24 dias de armazenamento a 5°C . Os dois cultivares de brócolis apresentaram comportamentos similares durante o armazenamento a 25°C , estando a vida-de-prateleira entre 1 e 2 dias. Assim, os dois cultivares de brócolis são muito sensíveis a temperaturas elevadas. Essa ocorrência sugere que o efeito da temperatura sobre a estabilidade dos brócolis é mais significativo do que possíveis vantagens de ordem fisiológica intrínseca do cultivar. Assim, a refrigeração tem um papel fundamental na vida-de-prateleira do brócoli. Precauções quanto ao armazenamento dessa hortaliça traduzir-se-ia em uma diminuição da perda do vegetal durante a sua comercialização.

- Nos tempos iniciais de armazenamento de 0, 2, 4, 7 e 10 dias o cultivar ramoso-Piracicaba caracteriza-se por apresentar maiores intensidades dos atributos cor verde, aroma característico, aroma de mato úmido, sabor característico e fibrosidade. Já nos tempos de armazenamento 14, 16, 21 e 24 dias esse brócoli caracteriza-se pela presença em maior intensidade de botões florais

amarelos, aroma de passado, aroma sulfuroso, gosto amargo e sabor residual. Em outras palavras, a cor verde do brócoli está relacionada a um produto de aroma e sabor característico intenso e alta aceitação e a presença de botões florais amarelos no brócoli está relacionada a um produto de intenso aroma de passado, sabor residual e baixa aceitação pelo consumidor, caracterizando o fim da vida-de-prateleira do cultivar ramoso-Piracicaba armazenado a 5°C.

- O brócoli cultivar baron, nos tempos iniciais de armazenamento 0, 2, 4, 7 e 10 dias caracteriza-se pelos atributos cor verde, compactação dos botões florais, aroma característico, aroma de mato úmido, aroma sulfuroso, sabor característico, gosto amargo, sabor sulfuroso, gosto adocicado, fibrosidade e maciez oral. Já nos tempos 14, 16, 21, 24 e 28 dias esse brócoli caracteriza-se pela presença de botões florais amarelos, tamanho dos botões florais, aroma de passado e sabor residual, caracterizando o fim da vida-de-prateleira do cultivar baron armazenado a 5°C.

- Os teores de clorofila a, b e ácido ascórbico apresentaram uma perda significativa ($p \leq 0,05$) após 21 e 24 dias de armazenamento a 5°C dos brócolis cultivar ramoso-Piracicaba e baron, respectivamente.

- A atividade da enzima peroxidase, os parâmetros de cor e de textura sofreram alterações nos dois cultivares estudados durante a vida-de-prateleira.

- O estudo de correlação entre medidas sensoriais do teste de aceitação e medidas instrumentais de cor e textura indicam que os parâmetros de cor: L*, a*, b*, tonalidade e de firmeza podem ser utilizados como parâmetros estimativos de qualidade do brócoli cv. ramoso-Piracicaba. E os parâmetros de cor: L*, a*, b* e tonalidade podem ser utilizados como parâmetros de qualidade do brócoli cv. baron.

- O brócoli cultivar baron terá aceitação junto ao mercado nacional, apresentando um maior tempo de vida-de-prateleira em relação ao cultivar ramoso-Piracicaba, quando armazenados a 5°C.

Gostaríamos de chamar a atenção para o fato de que, atualmente, o brócoli está vinculado a uma imagem de uma hortaliça com o preço elevado para o consumidor. Este fato que pode estar relacionado à pouca oferta e sazonalidade do vegetal, pois não se observa uma apreciável expansão na área cultivada. É provável que com a disseminação dos novos cultivares de verão, e a introdução de híbridos de cabeça única, tal situação se modifique. Novas tecnologias como atmosfera modificada e embalagens inteligentes (respiração ativa) estão sendo introduzidas para conservação do brócoli, acreditamos que este estudo vêm a colaborar com estas novas tecnologias, na medida em que se formaliza uma estrutura básica para início de pesquisas que determinam padrões de qualidade para a indústria de sementes e alimentícia, além de levar ao consumidor um produto de alta qualidade a custos mais baixos. Confirmando a necessidade de refrigeração imediatamente após a colheita, distribuição e comercialização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci. & Technol., v. 7, n. 6, p. 179-187, 1996.
- ALBRECHT, J. A.; SCHAFER, H. W.; ZOTTOLA, E. A. Sulfhydryl and ascorbic acid relationships in selected vegetables and fruits. J. Food Sci., v. 56, n. 2, p. 427-430, 1991.
- ANON, A. Quality control. A texture analysis study on boiled rice. Food Marketing & Technol., v. 8, n. 5, p. 53-55, 1994.
- AOAC. Official methods of analysis. 13 ed. Washington: Association of Official Analytical Chemist, 1980.
- AOAC. Official methods of analysis. 14 ed. Washington: Association of Official Analytical Chemist, 1984.
- ASGROW DO BRASIL SEMENTES Ltda. Semente - Informe técnico, Campinas, v. 27, set, 1990.
- _____. Semente - Informe técnico, Campinas, v. 35, ago, 1993.
- _____. Brócolis: Estação Experimental de Paulínia. Paulínia, 1994. (comunicações pessoais)
- _____. Semente - Informe técnico, Campinas, v. 43, jan, 1996.
- ASP, N. G.; JOHANSSON, C. G.; HALLMER, H.; SIJESTROM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric. Food Chem., v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

ASTM. Guidelines for the selection and training of sensory panel members. Philadelphia, 1981.
35 p.

ASTM. Standard guide for the shelf life determination of consumer products by sensory evaluation. Philadelphia, 1993. 10p. (ASTM E 18.06.07).

BAARDSETH, P.; SKREDE, G.; NAES, T.; THOMASSEN, M. S.; IVERSEN, A.; KAABER, L. A comparison of CIE (1976) L* a* b* values obtained from two different instruments on several food commodities. J. Food Sci., v. 53, n. 6, p. 1737-1742, 1988.

BALLANTYNE, A.; STARK, R.; SELMAN, J. D. Modified atmosphere packaging of broccoli florets. Inter. J. Food Sci. Technol., v. 23, n. 4, p.353-360, 1988. FEA

BARTH, M. M.; PERRY, A. K.; SCHMIDT, S. J.; KLEIN, B. P. Misting effects on ascorbic acid retention in broccoli during cabinet display. J. Food Sci., v. 55, n. 4, p.1187-1188, 1191, 1990. FEA

_____; _____; _____; _____. Misting affects market quality and enzyme activity of broccoli during retail storage. J. Food Sci., v. 57, n. 4, p.954-957, 1992. FEA

_____; KERBEL, E. L.; _____; _____. Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. J. Food Sci., v. 58, n. 1, p. 140-143, 1993a. FEA

_____; KERBEL, E. L.; SCHMIDT, S. J. Modified atmosphere packaging protects market quality in broccoli spears under ambient temperature storage. J. Food Sci., v. 58, n. 5, p. 1070-1072, 1993b.

BATAL, K. M.; HEATON, E. K.; GRANBERRY, D. M.; BEUCHAT, L. R. Effects of N⁶-benzyladenine and storage temperature on shelf-life and quality of raw and cooked broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). J. Food Sci., v. 47, n. 5, p. 1675-1678, 1982. FEA

- BAXTER, L.; WATERS, L.; BREENE, W. A quick method for determining fibrousness of vegetable. HortSci., v. 22, n. 2, p. 315, 1987.
- BENASSI, M. T. & ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solution for the determination of vitamin C in selected vegetables. Arq. Biol. Technol., v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.
- BENDICH, A. Vitamin C and immune response. Food Technol., v. 41, n.11, p.112-114, 1987.
- BERRANG, M. E.; BRACKET, R. E.; BEUCHAT, L. R. Microbial, color and textural qualities of fresh asparagus, broccoli, and cauliflower stored under controlled atmosphere. J. Food Protect., v. 53, p. 391-395, 1990.
- BIERI, J. G. & McKENNA, M. C. Expressing dietary values for fat soluble vitamins: changes in concepts and terminology. Am. J. Clin. Nutr., v. 34, p. 289-295, 1981.
- BISHOP, J. R.; WHITE, C. H.; FIRSTENBERG-EDEN, R. Rapid impedimetric method for determining the potential shelf-life of pasteurized whole milk. J. Food Protect., v. 47, n. 5, p. 471-475, 1984.
- BLEINROTH, E. W.; CASTRO, J. V.; SIGRIST, J. M. M. Conservação de hortaliças por refrigeração e agente químico. Bol. Ital, Campinas, v. 22, n. 1, p. 145-161, 1985.
- BLIGH, E. G. & DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biomchem. physio., v. 37, p. 911-917, 1959.
- BOBBIO, F. O. & BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. 2 ed. rev. at. São Paulo: Varela, 1992. 223 p.
- BRACKET, R. E. Changes in the microflora of packaged fresh broccoli. J. Food Qual., v. 12, n. 3, p. 169-181, 1989.

- BRENNAN, P. S. & SHEWFELT R. L. Effect of cooling delay at harvest on broccoli quality during postharvest storage. J. Food Qual., v. 12, n. 1, p. 13-22, 1989.
- BREWER, M. S.; BEGUM, M.; BOZEMAN, A. Microwave and conventional blanching effects on chemical, sensory, and color characteristics of frozen broccoli. J. Food Qual., v. 18, n. 6, p. 479-793, 1995.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Glossary of terms relating to the sensory analysis of foods. London, 1975. (BS 5098).
- CAMARGO, L. S. As hortaliças e seu cultivo. 3 rev. amp. Campinas: Fundação Cargill, 1989. (Série Técnica, 06). 635 5144
- CHEN, J. Y.; BOHNSACK, K.; LABUZA, T.P. Kinetics of protein quality loss in enriched pasta stored in a sine wave temperature condition. J. Food Sci., v. 48, n. 2, p. 460-464, 1983.
- CHOU, H. & BREENE, W. M. Oxidative decoloration of β -carotene in low moisture model systems. J. Food Sci., v. 37, n. 1, p. 66-68, 1972.
- CIVILLE, G. V. & LAWLESS, H.T. The importance of language in describing perceptions. J. Sens. Stud., v.1, p.203-215, 1986.
- CLYDESDALE, F. M. Colorimetry - methodology and applications. CRC Critical Rev. Food Sci. Nutr., v. 10, n. 3, p. 243-301, 1978.
- _____. Color perception and food quality. J. Food Qual., v. 14, n.1, p. 61-74, 1991.
- COSTELL, E.; DAMASIO, M. H.; DURÁN, L. I. L. Seleccio de un equipo de catadores para el análisis descriptivo de la textura no oral de geles de hidrocolooides. Rev. Agroquím. Technol. Aliment., v. 29, n. 3, p. 375-383, 1989.

- CUMMING, D. B.; STARK, R.; SANFORD, K. A. The effect of an individual quick blanching method on ascorbic acid retention in selected vegetables. J Food Proc. Preserv., v. 5, n. 1, p. 31-37, 1981.
- DAMASIO, M. H. & COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
- DAVIES, B. H. Carotenoids. In: GOODWIN, J. Chemistry and biochemistry of plant pigments. London: Academic Press, 1976. p. 38-165. v.2.
- DEDOLPH, R. R.; WITTWER, S. H.; LARZELERE, H. E. Consumer verification of quality maintenance induced by N6-benzyladenine in the storage of celery (*Apium graveolens*) and broccoli (*Brassica oleracea var, italica*). Food Technol., v. 17, n. 10, p. 111-112, 1963.
- DIECKMANN, A.; LIST, D.; ZACHE, U. Cold water mist humidification to preserve the quality of fresh vegetables during retail sale. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., v. 26, n. 4, p. 340-346, 1993.
- EHEART, M. S. & GOTT, C. Chlorophyll, ascorbic acid and pH changes in green vegetables cooked by stir-fry, microwave, and conventional methods and a comparison of chlorophyll methods. Food Technol., v. 19, n. 5, p. 185-188, 1965. 70A
- _____. Effect of storage and other variables on composition of frozen broccoli. Food Technol., v. 24, n. 9, p. 69- 92, 1970. 70B
- ENDEF. Tabelas de composição de alimentos. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 1981. 213 p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United States. Amino-acid content of foods and biological data on proteins. Nutrition Division, 1970.

- FENNEMA, O. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. Food Technol., v. 31, n. 12, p. 32-38, 1977.
- FILGUEIRA, F. A. R. Manual de Olericultura - Cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1982. v.2.
- FISCHMAN, E.; SHINHOLSER, K. J.; POWERS, J. J. Examining methods to test factor patterns to concordance. J. Food Sci., v. 52, n. 2, p. 448-454, 1987.
- FORNASIER, J. B. & LISBÃO, R. S. Brócolos. B. Inst. Agron., Campinas, v. 200, p. 46-47, 1990. BAC
- FORNEY, C. F. & RIJ, R. E. Temperature of florets at time of packaging influences package atmosphere and quality. HortSci., v. 26, n. 10, p. 1301-1303, 1991.
- FRANCIS, F. J. Pigments and other colorants. In: FENNEMA, O. R. ed. Food Chemistry. 2 ed. New York: Marcel Dekker Inc., p. 546-550, 1985.
- FU, B. & LABUZA, T. P. Shelf-life prediction: theory and application. Food Control., v. 4, n. 3, p. 125-133, 1993.
- GACULA, M. C. & SINGH, J. Statistical methods in food consumer research. Academic Press Inc., 1984. 503p.
- GILLIES, S. L. & TOINOVEN, P. M. A. Cooling method influences the postharvest quality of broccoli. HortSci., v. 30, n. 2, p. 313-315, 1995. FEA
- GKINIS, A.; M. & FENNEMA, O. R. Changes in soluble and bound peroxidases during low-temperature storage of green beans. J. Food Sci., v. 43, n. 2, p. 527-531, 1978.

- GNANASEKHARAN, V.; SHEWFWLT, R. L.; CHINNAN, M. S. Detection of color changes in green vegetables. J. Food Sci., v. 57, n. 1, p. 149-154, 1992.
- GRAHAM, S.; DYAL, H.; SWANSON, M.; MITTLEMAN, A.; WILKINSON, G. Diet in the epidemiology of cancer of the colon and rectum. J. Natl. Cancer Inst., v. 61, p. 709-714, 1978.
- GUINARD, J. X. & MAZZUCHELLI, R. The sensory perception of texture and mouthfeel. Trends Food & Sci. Technol., v. 7, n. 7, p. 213-219, 1996.
- HEATON, J. W. & MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. Trends Food & Sci. Technol., v. 7, n. 1, p. 8-15, 1996.
- HEMEDA, H. M. & KLEIN, B. P. Effects of naturally occurring antioxidants on peroxidase activity of vegetables extracts. J. Food Sci., v. 55, n. 1, p. 184-192, 1990.
- HERRMANN, K. Inhaltsstoffe der Kohlarten. Teil II: zucker, stärke, säuren, lipide, Fbstoffe und pflanzenphenole. Die Ind. Obst- und Gemüs., v. 8-9, p. 274-278, 1994.
- HERTOG, M. G. L.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food Chem., v. 40, n. 12, p. 2379-2383, 1992.
- HORNIG, D. H.; MOSER, U.; GLATTHAR, B. E. Ascorbic acid. In: SHILS, M. E. & YOUNG V. Modern nutrition in health and disease. 7 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989. p.417-435. v.1.
- HOLLAND, B.; UNWIN, I. D.; BUSS, D. H. Vegetables, herbs and spices. Cambridge: Royal Soc. of Chem., 1991. 163p.

HUDSON, D. E.; DALAL, A. A.; LACHANCE, P. A. Retention of vitamins by fresh and frozen broccoli prepared by different cooking methods. J. Food Qual., v. 8, n. 1, p. 45-50, 1985.

_____ ; CAPPELLINI, M.; LACHANCE, P. A. Ascorbic acid content in broccoli during marketing. J. Food Qual., v. 9, n. 1, p. 31-37, 1986.

HUMPHREY, A. M. Chlorophyll. Food Chem., v. 5, p. 57-67, 1980.

IADEROZA, M. & BALDINI, V. L. S. Enzimas e a qualidade de vegetais processados. Campinas, 1991. (Manual técnico-Instituto de Tecnologia de Alimentos). 58 p.

JACKMAN, R. L. & STANLEY, D. W. Perspectives in the textural evaluation of plant food. Trends Food Sci. Technol., v. 6, n. 6, p. 187-194, 1995.

KAHN, P. & FIRSTENBERG-EDEN, R. Prediction of shelf-life of pasteurized milk and other fluid dairy products in 48 h. J. Dairy Sci., v. 70, n. 8, p. 1544-1550, 1987.

KAILASAPATHY, K. & KONESHAN, T. Effect of wilting on the ascorbate content of select leafy vegetables consumed in Sri-Lanka. J. Agric. Food Chem., v. 34, n. 2, p. 259-261, 1986.

KAMPIS, A.; BARTUCZ-KOVÁCS, O.; HOSCHKE, A.; VAMOS-VIGYÁZÓ, L. Changes in peroxidase activity of broccoli during processing and frozen storage. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., v. 17, n. 5, p. 293-295, 1984.

KASMIRE, R. F.; KADER, A. A.; KLAUSTERMEYER, J. A. Influence of aeration rate and atmospheric composition during simulated transit on visual quality and off-odor production by broccoli. HortSci., v. 9, n. 3, p. 228-229, 1974.

KHACHIK, F.; BEECHER, G. R.; WHITTAKER, N. F. Separation, identification, and quantification of the major carotenoid and chlorophyll constituents in extracts of several

green vegetables by liquid chromatography. J. Agric. Food Chem., v. 34, n. 4, p. 603-616, 1986.

KLEIN, B. P. Nutricional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. J. Food Qual., v. 10, n. 3, p. 179-193, 1987.

_____ & PERRY, A. K. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. J. Food Sci., v. 47, n. 3, p. 941-945, 1982.

KRAMER & SZCZENIAK, A. S. Texture measurements of foods. Boston: D. Reidel Publishing Company, 1973. 175 p.

KRAUSE, M. V. & MAHAN, L. K. Alimentos, nutrição e dietoterapia. 7 ed, São Paulo: Ed. Roca, 1989. 1052 p.

LABUZA, T. P. Shelf-life dating of foods. Westport: Food & Nutrition Press Inc., 1982. 500p.

_____ & SCHMIDL, M. K. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. Cereal Foods World, v. 33, n. 2, p. 193-203, 1988.

LAJOLLO, F.; TANNENBAUM, S. R.; LABUZA, T. P. Reaction at limited water concentration. 2. Chlorophyll degradation. J. Food Sci., v. 36, n. 6, p. 850-853, 1971.

LEBERMANN, K. W.; NELSON, A. I.; STEINBERG, M. P. Postharvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 1. Respiration of shoots and color of flower heads. Food Technol., v. 22, n. 4, p. 143-144, 1968a.

_____. Postharvest changes of broccoli stored in modified atmospheres. 2. Acidity and its influence on texture and chlorophyll retention of the stalks. Food Technol., v. 22, n. 4, p. 146-179, 1968b.

- LEE, Y. C.; KIRK, J. R. BEDFORD, C. L.; HELDMAN, D. R. Kinetics and computer simulation of ascorbic acid stability of tomato juice as functions of temperature, pH and metal catalyst. J. Food Sci., v. 42, n. 3, p. 640-648, 1977.
- LEE, W. N.; KRAMER, A.; ONISHI, Y. The effect of container on the sensory and nutritional quality of raw, frozen, and canned packaged foods. J. Food Qual., v. 2, n. 4, p. 257-268, 1979.
- LIM, M. H.; VELASCO, P. J.; PANGBORN, R. M.; WHITAKER, J. R. Enzymes involved in off-aroma formation in broccoli. In: JEN, J. J. Quality factors of fruits and vegetables: Chemistry and Technology. Washington: American Chemical Society, ACS, 1989. p. 72-83.
- LITTLE, A. C. Off on a tangent. J. Food Sci., v. 40, n. 2, p. 410-412, 1975.
- MACKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. J. Biol. Chem., v. 140, p. 315-322, 1941.
- MANGELS, A. R.; HOLDEN, J. M.; BEECHER, G. R.; FORMAN, M. R.; LANZA, E. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. J. Am. Diet. Ass., v. 93, n. 3, p. 284-296, 1993.
- MARKS, H. S.; HILSON, J. A.; LEICHTWEIS, H. C.; STOEWESAND, G. S. S-methylcysteine sulfoxide in *Brassica* vegetables and formation of methyl methanethiosulfinate from brussels sprouts. J. Agric. Food Chem., v. 40, n. 11, p. 2098-2101, 1992.
- MARTIN, M. E.; SWEENEY, J. P.; GELPIN, G. L.; CHAPMAN, V. J. Factors affecting the acid ascorbic and carotene content of broccoli. J. Agric. Food Chem., v. 8, n. 5, p. 387-390, 1960.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. Florida: CRC Press, Inc 1988. 281p.

- MEISELMAN, H. L. Consumer studies of food habits. In: PIGGOT, J. R. Sensory analysis of foods. New York: Elsevier Applied Science, p. 243-303, 1984.
- MOSKOWITZ, H. R. Product testing and sensory evaluation of foods. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605p.
- MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation in quality control. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.
- NAGY, S. & SMOOT, J. M. Temperature and storage effects on percent retention and percent U. S. recommended dietary allowance of vitamin C in canned single-strength orange juice. J. Agric. Food Chem., v. 25, n. 1, p. 135-138, 1977.
- NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. Applied linear regression models. Boston: Irwin, 1989.
- NONNECKE, I. L. Vegetables production. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 657 p.
- ODLAND, D. & EHEART, M. Ascorbic acid, mineral and quality retention in frozen broccoli blanched in water, steam and ammonia-steam. J. Food Sci., v. 40, n. 5, p. 1004-1007, 1975. 138
- OLSON, J. A. Vitamin A, retinoids and carotenoids. In: SHILS, M. E. & YOUNG V. Modern nutrition in health and disease. 7 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989. p.292-312. v.1.
- PARADIS, C.; CASTAIGNE, F.; DESROSIERS, T.; WILLEMOT, C. Evolution de teneurs en vitamine C β -carotène et chlorophylle du brocoli découpé entier au cours d'un entreposage à l'air. Sci. et Alim., v. 15, n. 2, p. 113-123, 1995.
- PARK, Y. W. Effect of freezing, thawing, drying, and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. J. Food Sci., v. 52, n. 4, p. 1022-1025, 1987.

- PEPPARD, T. The use of principal component analysis in monitoring quality of beer. In: LINSKENS, H. F. & JACKSON, J. F. Modern methods of plant analysis. Germany: Springer-Verlag, 1988. p. 267-279.
- PERRIN, P. W. & GAYE, M. M. Effects of simulated retail display and overnight storage treatments on quality maintenance in fresh broccoli. J. Food Sci., v. 51, n. 1, p. 146-149, 1986. FEA
- PETTO, R.; DOLL, R.; BUCKLEY, J. D.; SPORN, M. B. Can dietary β -carotene materially reduce human cancer rates? Nature, v. 290, p. 201-208, 1981.
- PIZZOCARO, F. & MONTEVERDI, R. Blanching precongelo in alcune brassicacee, Industrie Alimentari, p. 783-787, otto, 1985.
- POWERS, J. J.; CENCIARELLI, S.; SHINHOLSER, K. El uso de programa estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., v. 24, n. 4, p. 469-484, 1984
- _____. Uses of multivariate methods in screening and training sensory panelists. Food Technol., v. 42, n. 11, p. 123-127, 1988.
- RAMANA, S.; WRIGHT, C. J.; TAYLOR, A. J. Measurement of firmness in carrot tissue during cooking using dynamic, static and sensory tests. J. Sci. Food Agric., v. 60, n. 3, p. 369-375, 1992.
- RAMOS, D. M. R. & RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determination of vitamin A value of common brazilian leafy vegetables. J. Micronutrient Analysis, v. 3, n. 2, p. 147-155, 1987.
- RDA - Recommended Dietary Allowances. 10 ed. Washington: National Academic Press, 1989. 283p.

REED, G. Enzymes in food processing. New York: Academic Press, 1975. 243 p.

RICK, C. M. The tomato. Sci. Am., v. 239, n. 2, p. 66-76, 1978.

RODRIGUEZ, D. B.; RAYMUNDO, L. C.; LEE, T. C.; SIMPSON, K. L.; CHICHESTER, C.O.
Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. Ann. Bot., v. 40,
p. 615-624, 1976.

RUSHING, J. W. Cytokinins affect respiration, ethylene production, and chlorophyll retention of packaged broccoli florets. HortSci., v. 25, n. 1, p. 88-90, 1990.

SAGUY, I. & KAREL, M. Modeling of quality deterioration during food processing and storage. Food Technol., v. 34, n. 2, p. 78-85, 1980.

SALUNKHE, D. H. & DESAI, B. B. Postharvest biotechnology of vegetables. Florida: CRC Press, 1984. v.1. 208 p.

_____ ; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. Boston: CRC Press, 1991. v.2. 195p.

SAS. User's guide: Statistics. Cary: SAS Institute, 1985. 441p.

SCHRUMPF, E. & CHARLEY, H. Texture of broccoli and carrots cooked by microwave energy. J. Food Sci., v. 40, n. 5, p. 1025-1029, 1975.

SIDEL, J. L. Establishing a sensory specification. In: THOMSON, D. M. H. Food Acceptability. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 43-54.

SHEWFELT, R. L.; BATAL, K. M.; HEATON, E. K. Broccoli storage: effect of N⁶-benzyladenine, packaging, and acing on color of fresh broccoli. J. Food Sci., v. 48, n. 5, p. 1594-1597, 1983.

- _____ ; HEATON, E. K.; BATAL, K. M. Nondestructive color measurement of fresh broccoli. J. Food Sci., v. 49, n. 6, p. 1612-1613, 1984.
- _____ ; ESENEE, V.; HEATON, E. K. The effect of postharvest handling techniques on cannery yields of pimiento peppers. J. Food Proc. Preserv., v. 9, n. 1, p. 43-53, 1985.
- _____. Postharvest treatment for extending the shelf-life of fruits and vegetables. Food Technol., v. 40, n. 5, p. 70-80, 89, 1986.
- _____. Quality of minimally processed fruits and vegetables. J. Food Qual., v. 10, n. 3, p. 143-156, 1987a.
- _____. MYERS, S. C.; PRUSSIA, S. E.; JORDAN, J. L. Quality of fresh-market peaches within the postharvest handling system. J. Food Sci., v. 52, n. 2, p. 361-364, 1987b.
- SIMONS, D. H. Technological factors in exporting broccoli. Food Technol. Aust., v. 39, n. 2, p. 66-68, 1987.
- SLOOF, M.; TIJSKENS, L. M. M.; WILKINSON, E. C. Concepts for modelling the quality of perishable products. Trends Food Sci. & Technol., v. 5, n. 7, p. 165-171, 1996.
- STONE, H.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol., v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.
- _____ ; _____. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press, 1985.
311 p.
- SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. J. Food Sci., v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

- SZCZESNIAK, A. S. An overview of recent advances in food texture research. Food Technol., v. 31, n. 4, p. 71-75, 79, 1977.
- TAOUSKIS, P. S. & LABUZA, T. P. Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under nonisothermal conditions. J. Food Sci., v. 54, n. 4, p. 789-792, 1989.
- TIGHELAAR, E. C. New vegetables varieties. List XXI, the garden seed research committee. HortSci., v. 15, n. 5, p. 565-578, 1980.
- TOINOVEN, P. M. A. Chlorophyll fluorescence as a nondestructive indicator of freshness in harvest broccoli. HortSci., v. 27, n. 9, p. 1014-1015, 1992.
- VAISEY-GENSER, M.; MALCOLMSOS, L.J.; RYLAND, D.; PRZYBYLSKI, R.; ESKIN, A. M.; ARMSTRONG, L. Consumer acceptance of canola oils during temperature-accelerated storage. Food Qual. Pref., v. 5, n. 4, p. 237-243, 1994.
- VANUCCHI, H.; MENEZES, E. W.; CAMPANA, A. O.; LAJOLO, F. M. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. Ribeirão Preto: Ed. Legis Suma Ltda, , 1990. v. 2. 156 p.
- VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. J. Sens. Stud., v. 3, n. 1, p. 1-8, 1988.
- YAMAUCHI, N. & WATADA, A. E. Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci., v. 116, p. 58-62, 1991.
- YANG, R. F.; CHENG, T. S.; SHEWFELT, R. L. The effect of high temperature and ethylene treatment on the ripening of tomatoes. J. Plant Physiol., v. 136, p. 368-372, 1990.
- WALETZKO, P. & LABUZA, T. P. Accelerated shelf-life testing of intermediate moisture food in air and in oxygen-free atmosphere. J. Food Sci., v. 41, n. 6, p. 1338-1344, 1976.

- WANG, C. Y. Effect of aminoethoxy of rhizobitoxine and sodiumbenzoate on senescence of broccoli. HortSci., v. 12, n. 1, p. 54-56, 1977.
- _____. Effect of short-term high CO₂ treatment on the market quality of stored broccoli. J. Food Sci., v. 44, n. 5, p. 1478-1482, 1979.
- WANNINGER, L. A. Mathematical model predicts stability of ascorbic acid in food products. Food Technol., v. 26, n. 6, p. 42-47, 1972.
- WATTENBERG, L. W. Inhibition of neoplasia by minor dietary constituents. Cancer Res. s.43, p. 2448s-2453s, 1983.
- WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E.; ELIAS, L. G. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa: Int. Rev. Research Centre, 1989. 160 p.
- WERNER, R. A. Frutas e hortaliças: como conservar. Porto Alegre: GrafoSul, 1978. 112 p.
- WHITAKER, J. R. Principles of enzymology for the food Sciences. 2 ed. New York: Mercei Dekker, 1994. 625p.
- WILLS, R. H. B.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; McGASSON, W. B.; HALL, E. G. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. Kenington: New South Wales University Press, 1981. 163 p.
- _____; WIMALASIRI, P.; GREENFIELD, H. Dehydroascorbic acid levels in fresh fruit and vegetable in relation to total vitamin C activity. J. Agric. Food Chem., v. 32, n. 4, p. 836-839, 1984.
- WU, M. T. & SALUNKHE, D. K. Effects of vacuum packaging on quality and storage life of broccoli. Lebensm.-Wiss. u-Technol., v. 9, n. 5, p.251-254, 1976.

WU, Y.; PERRY, A. K.; KLEIN, B. P. Vitamin C and β -carotene in fresh and frozen green beans and broccoli in simulated system. J. Food Qual., v. 15, n. 2, p. 87-96, 1992.

ZHUANG, H.; BARTH, M. M.; HILDEBRAND, D. F. Packaging influenced total chlorophyll, soluble protein, fatty acid composition and lipoxygenase activity in broccoli florets. J. Food Sci., v. 59, n. 6, p. 1171-1174, 1994.