

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS

JOANA D'ARC PAZ DE MATOS

**ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM
FORMATOS DE CEBOLA AMARELA IPA-11 MINIMAMENTE PROCESSADA**

POMBAL - PB

2015

JOANA D'ARC PAZ DE MATOS

ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM
FORMATOS DE CEBOLA AMARELA IPA-11 MINIMAMENTE PROCESSADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientador: D.Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

POMBAL - PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M433a Matos, Joana D'arc Paz de.
Alterações na composição fitoquímica e microbiológica em
formatos de cebola amarela IPA-11 minimamente processada /
Joana D'arc Paz de Matos. – Pombal, 2015.

90 f. : color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2015.

"Orientação: Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa".

Referências.

1. *Allium Cepa* L. 2. Produtos de 4º Gama. 3. Alimento
Funcional. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Título.

CDU 635.25(043)

JOANA D'ARC PAZ DE MATOS

ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM
FORMATOS DE CEBOLA AMARELA IPA-11 MINIMAMENTE PROCESSADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Aprovado em ____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa
Orientador

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos - UATA/ CCTA/ UFCG

Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito
1º Examinador Interno

Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias - UACA/ CCTA/ UFCG

Prof. D. Sc. Adriano do Nascimento Simões
1º Examinador Externo

Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UAST/ UFRPE

Prof. D. Sc. Robson Rogério Pessoa Coelho
2º Examinador Externo

Escola Agrícola de Jundiá - EAJ/UFRN

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar em todos os momentos da vida, por me conceder o dom da vida e dar força para concretizar meus objetivos.

Aos meus pais, Maria do Socorro Paz de Matos e Valdemar Rebouças de Matos (*in memorian*), pelo apoio e amor incondicional.

Meus irmãos, pelo apoio para prosseguir adiante com meus estudos;

Ao meu orientador, Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, pelas instruções e contribuição para realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA).

Ao Prof. D. Sc. Robson Rogério Pessoa Coelho pela amizade, incentivo e conselhos.

Ao meu namorado, Rodrigo Pereira Leite, pela força, amizade e companheirismo nos momentos difíceis.

Aos meus queridos amigos, por sempre estar ao meu lado, especialmente, a Thayse Cavalcante da Rocha, pela contribuição durante o experimento e realização das análises.

À Escola Agrícola de Jundiá - EAJ, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), na pessoa do Professor Júlio César de Andrade Neto, pelo apoio durante o processo do curso.

À Verlânia Fabíola de Sousa Farias, técnica do laboratório de análises de alimentos e química e bioquímica de alimentos, pela importante e preciosa colaboração para realização das análises físicas, químicas e bioquímicas.

À Prof^a. M. Sc. Mônica Correia Gonçalves, pelos ensinamentos, compreensão e auxílio nas análises microbiológicas.

Aos alunos do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos - GPCTEA pela colaboração no plantio, colheita, processamento e análises das cebolas.

Aos professores do PPGSA pelos preciosos ensinamentos.

Aos professores da banca examinadora pela contribuição.

A todos, que de algum modo me ajudaram durante o percurso do curso.

Muito obrigada!

MATOS, J. D. P. **Alterações na composição fitoquímica e microbiológica em formatos de cebola amarela IPA-11 minimamente processada.** 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma hortaliça com grande demanda de consumo no Brasil, principalmente, na forma *in natura*. Seu preparo é o maior motivo de objeção pelo consumidor, devido a compostos voláteis que irritam os olhos. O processamento mínimo torna assim, o produto mais atrativo e pronto para consumo, por eliminar as etapas de manipulação. O presente trabalho objetivou avaliar as alterações na composição fitoquímica e microbiológica em formatos de cebola amarela IPA-11 minimamente processadas. Os bulbos foram cultivados de outubro de 2013 a março de 2014, numa área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal - PB; colhidos; curados durante seis dias à temperatura ambiente ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$) e minimamente processados: seleção; remoção do catáfilos externos; cortes; sanitização e enxágue; drenagem das cebolas inteiras; centrifugação das rodela e cubos; embalagem em bandeja de isopor recoberta com filme de PVC em porções de 200 g de cebolas; e, conservação a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, sob $70\pm 5\%$ UR, durante 10 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×6 , correspondente a tipos de cortes (inteira, rodela e cubo) e tempos de conservação (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), com cinco repetições. Os bulbos obtiveram rendimento maior que 90% no processamento mínimo para todos os cortes. Observou-se durante o período de conservação aumento na perda de massa fresca, na concentração de íons H^+ , nos teores de açúcares solúveis e redutores e no extravasamento de eletrólitos. Os teores de ácido ascórbico e a relação sólidos solúveis/acidez titulável reduziram com o tempo de conservação. Nos compostos bioquímicos, os flavonóides reduziram em todos os tratamentos. As clorofilas e os carotenóides oscilaram durante a conservação, independente do corte. Verificou-se que os compostos fenólicos e a pungência mantiveram-se praticamente constantes durante a conservação. Obteve-se baixa contagem de aeróbios psicrotróficos, bolores e leveduras. A contagem de coliformes totais e termotolerantes resultou valores de ~~10~~

NMP/g. O tipo de corte e o tempo de conservação não comprometeram a qualidade final das cebolas amarelas IPA-11 minimamente processadas.

Palavras-chave: *Allium cepa* L., produtos de 4º gama, alimento funcional.

MATOS, J.D.P. **Changes in phytochemical and microbiological composition of yellow onion formats IPA-11 minimally processed.** 2015. 83 f. Dissertation (Master of Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2015.

ABSTRACT

The onion (*Allium cepa* L.) is a vegetable with great demand in Brazil, mainly in natura. Its preparation is the biggest consumer objection due to volatile compounds that irritate the eyes. The product becomes more attractive and ready to be used by eliminating manipulation steps. This study aimed to evaluate changes in the phytochemical and microbiological composition of yellow onion formats IPA-11 minimally processed. The bulbs were grown from October 2013 to March 2014 on an experimental area of the Center of Agrifood Science and Technology - Federal University of Campina Grande, Campus of Pombal - PB; harvested; cured for six days at room temperature (30 ± 2 ° C) and minimally processed: selection; removal of external cataphylls; cuts; sanitizing and rinsing; draining the whole onions; centrifugation of slices and cubes; packing styrofoam trays covered with PVC film in portions of 200 g of onions; and conservation at 4 ± 1 ° C under $70 \pm 5\%$ RH for 10 days. The experimental design was completely randomized in a factorial 3×6 , corresponding types of cuts (whole, slice and cube) and storage time (0, 2, 4, 6, 8 and 10 days), with five replications. The bulbs have gained more than 90% yield in minimum processing for all cuts. It was observed a loss increase of weight during the retention period, the concentration of H⁺ ions in soluble sugars and reducing and electrolyte leakage. The ascorbic acid content and the soluble solids / titratable acidity decreased with storage time. In the biochemical compounds, flavonoids decreased in all treatments. The chlorophylls and carotenoids varied during storage, regardless the cut. It was found that the phenolic compounds and pungency remained virtually constant during storage. Obtained low aerobic psychrotrophic count, molds and yeasts. The total coliforms and thermotolerant resulted values below 3 MPN / g. The kind of cut and the storage time did not affect the final quality of yellow onions IPA-11 minimally processed.

Keywords: *Allium cepa* L., 4th range products, functional food.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Perda de Massa Fresca em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média..... 53
- Gráfico 2 - Acidez titulável em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....54
- Gráfico 3 - Concentração de íons H⁺ em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....55
- Gráfico 4 - Ácido ascórbico em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....56
- Gráfico 5 - Extravasamento de eletrólitos em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média..... 57
- Gráfico 6 - Sólidos solúveis em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....58
- Gráfico 7 - Açúcares solúveis em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....59
- Gráfico 8 - Açúcares redutores em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da

média.....	60
Gráfico 9 - Razão sólidos solúveis/acidez titulável em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....	61
Gráfico 10 - Compostos fenólicos em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....	62
Gráfico 11 - Flavonóides em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....	64
Gráfico 12 - Clorofila total em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.	66
Gráfico 13 - Carotenóides em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média	67
Gráfico 14 - Pungência em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação comercial da cebola	19
Tabela 2 - Composição centesimal da cebola.....	26
Tabela 3 - Rendimento da cebola IPA-11 minimamente processada em 3 tipos de corte (inteira, rodela e cubo).....	51
Tabela 4 - Classificação comercial dos bulbos.....	51
Tabela 5 - Unidade formadora de colônia (log UFC/g) de bolores e leveduras em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias.....	69
Tabela 6 - Unidade formadora de colônia (log UFC/g) de aeróbios psicrotróficas em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias.....	70
Tabela 7 - Número mais provável de coliformes totais (log NMP/g) em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias	71
Tabela 8 - Número mais provável de coliformes termotolerantes (log NMP/g) em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C e 70±5% UR, por 10 dias.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química dos compostos fenólicos.....	28
Figura 2 - Estrutura química dos flavonoides	29
Figura 3 - Estrutura química dos carotenóides.....	31
Figura 4 - Transformação do 1-propenil-L-cisteína sulfóxido em ácido 1- propenilsulfênico.....	33
Figura 5 - Área experimental do cultivo da cebola amarela IPA-11 aos 60 dias de transplantio.	36
Figura 6 - Etapas de plantio após semeadura, plântula de cebola amarela IPA- 1 com 3 dias (A); transplantio para canteiro após 30 dias (B), aplicação de minerais (C).....	37
Figura 7 - Colheita manual com 100 dias de transplantio (A); medida transversal do bulbo após colheita (B); primeiro dia do processo de cura da cebola amarela IPA-11	39
Figura 8 - Fluxograma de processamento da cebola amarela IPA-11 minimamente processada.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	HISTÓRICO DA CEBOLA	17
2.2	CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL	19
2.3	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	21
2.4	PROCESSAMENTO MÍNIMO	22
2.5	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL	25
2.6	METABOLISMO SECUNDÁRIO	26
2.6.1	Compostos Fenólicos	27
2.6.1.1	<i>Flavonóides</i>	29
2.6.2	Carotenóides	30
2.6.3	Compostos Organosulfurados (Pungência)	32
2.7	QUALIDADE MICROBIOLÓGICA	34
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	36
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	37
3.3	PREPARO DA ÁREA E CULTIVO DA CEBOLA	37
3.4	COLHEITA, CLASSIFICAÇÃO E CURA DA CEBOLA	38
3.5	PROCESSAMENTO MÍNIMO DA CEBOLA	39
3.6	ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	41
3.6.1	Rendimento do processamento mínimo	41
3.6.2	Perda de massa fresca	42
3.6.3	Extravasamento de eletrólitos	42
3.6.4	Obtenção do extrato da amostra (suco de cebola)	43
3.6.5	Sólidos solúveis	43
3.6.6	Acidez titulável	44
3.6.7	Razão Sólidos solúveis/Acidez titulável	44
3.6.8	Concentração de Íons H⁺	44
3.6.9	Ácido ascórbico	45
3.6.10	Açúcares solúveis	45
3.6.11	Açúcares redutores	45

3.7	ANÁLISES BIOQUÍMICAS	46
3.7.1	Compostos fenólicos	46
3.7.2	Clorofila total e carotenóides	47
3.7.3	Flavonóides.....	47
3.7.4	Pungência	48
3.8	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	48
3.8.1	Preparo do inóculo.....	49
3.8.2	Bolores e leveduras	49
3.8.3	Aeróbios psicrotróficos	49
3.8.4	Coliformes totais e termotolerantes	50
3.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1	ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	51
4.1.1	Rendimento do processamento mínimo	51
4.1.2	Perda de massa fresca.....	52
4.1.3	Acidez titulável; Concentração de íons H⁺; Ácido ascórbico e Extravasamento de eletrólitos.....	53
4.1.4	Sólidos solúveis, açúcares totais e redutores e razão sólidos solúveis/acidez titulável.....	58
4.2	ANÁLISES BIOQUÍMICAS	62
4.2.1	Compostos fenólicos e flavonóides	62
4.2.2	Clorofila total e carotenoides	65
4.2.3	Pungência	67
4.3	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	69
4.3.1	Bolores e leveduras	69
4.3.2	Aeróbios psicrotróficos	70
4.3.3	Coliformes totais e termotolerantes	71
5	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS.....	74
	ANEXOS	87

1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) dentre as espécies olerícolas do gênero *Allium*, é a terceira hortaliça com maior demanda de produção e valor econômico no Brasil e no mundo, em função, principalmente, do seu aroma e sabor característicos, importantes na qualidade dos bulbos (CEBOLA..., 2012).

A cebola tem sido considerada um alimento funcional, devido à presença de compostos bioativos relacionados aos organosulfurados e flavonoides, reconhecidos como componentes importantes na alimentação humana (ROLDAN et al., 2008).

A liberação de compostos voláteis no momento do corte e/ou maceração, irritam os olhos e dispara o reflexo de produção de lágrimas em abundância, o que torna o processamento bastante inconveniente. Além disso, o odor característico que impregna as mãos também é muito inoportuno (BERNO, 2013).

Uma das alternativas para facilitar o manuseio e aumentar o seu consumo é o processamento mínimo, uma vez que contorna as dificuldades das operações de descascamento e corte, tornando assim o produto mais atrativo e pronto para consumo, além de ampliar sua oferta para novos mercados (BERNO, 2013).

O tipo de corte é importante na decisão de compra do produto por influenciar o aspecto visual do produto, sendo esta a primeira característica avaliada pelo consumidor, porém, é uma das etapas que mais acarreta injúrias por danos mecânicos ao tecido vegetal (GODOY et al., 2010).

A destruição das células provocam rupturas e descompartimentalização que permite o contato de enzimas com o substrato, resultando em alterações no metabolismo celular que comprometem a viabilidade e qualidade do produto minimamente processado (BRECHT et al., 2007).

O estresse causado pelo corte leva a respostas fisiológicas e bioquímicas tanto em tecidos adjacentes quanto em tecidos distantes. Muitas dessas respostas ocorrem de maneira muito rápida após o estresse, enquanto outras podem demandar mais tempo para ser elucidada (BRECHT et al., 2007).

Portanto, faz-se necessário avaliar os atributos de qualidade de cebolas submetidas a vários tipos de corte e período de conservação. Assim, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar as alterações na composição fitoquímica e

microbiológica em formatos de cebola amarela IPA-11 minimamente processada, cultivada no município de Pombal-PB.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO DA CEBOLA

A cebola, *Allium cepa* L., pertence à família Alliaceae, criada a partir do cruzamento das famílias Liliaceae e Amaryllidaceae (BOITEUX; MELO, 2014). É uma planta de porte herbáceo, anual quando cultivada para a produção de bulbos e bianual para a produção de sementes. Possui talo reduzido, folhas tubulares ocas e raízes fasciculadas (CHEMELLO, 2005).

O bulbo é tunicado, subgloboso com folhas bulbares, exceto as exteriores que são membranosas, sendo a parte da planta que possui valor econômico. Possuem cores que vão desde o branco, vários tons de amarelo até às tonalidades vermelhas, variando de acordo com os compostos sintetizados pela planta (WASUM; BORDIN; SINIGAGLIA, 2007).

À medida que o bulbo se aproxima do ponto de colheita, as bases foliares mais externas formam uma pele ou casca protetora fina e seca. A maturidade é caracterizada pelo tombamento de 50% da porção aérea ou estalo (queda foliar) (WASUM; BORDIN; SINIGAGLIA, 2007).

A cebola é originária, provavelmente, das regiões que compreendem o Afeganistão, Irã e parte sul da Rússia, sendo mencionada em passagens bíblicas e no Alcorão islâmico como alimento, medicamento e objeto religioso (PINHEIRO et al., 2012).

O registro mais antigo sobre o cultivo dessa hortaliça data de cerca de 4.000 anos a.C. no antigo Egito. Os egípcios as usavam como moeda para pagar aos trabalhadores que construíram as pirâmides, como oferenda aos Deuses e também as colocavam nos túmulos dos faraós, como Tutankhamon (BARBIERI; MEDEIROS, 2007).

A partir do Egito, os romanos disseminaram a hortaliça pela Europa, principalmente na Idade Média. Autores da antiguidade, como Hipócrates, Teofrasto e Plínio descreveram várias variedades de cebola (BARBIERI; MEDEIROS, 2007). A cebola está entre as primeiras plantas cultivadas trazidas da Europa para as Américas, inicialmente por Cristóvão Colombo em 1494, na sua segunda viagem

para a República Dominicana. Mais tarde, os espanhóis disseminaram para as Américas Central e Sul, e no início do século 17 no Norte dos Estados Unidos. Os europeus também levaram a cebola para o Leste da Ásia durante o século 19 (SANTOS; OLIVEIRA; LEITE, 2013).

No Brasil, esta cultura foi introduzida pelos portugueses no litoral do Rio Grande do Sul no século 18 (BARBIERI; MEDEIROS, 2007). Das cultivares plantadas a partir dessa época, passaram por seleção empírica, sendo também selecionadas pelos agricultores de acordo com seus interesses (MELO, P.; BREDA JUNIOR; MELO, R, 2010).

A partir de 1938, no Rio Grande do Sul, foram iniciados os trabalhos pioneiros de melhoramento genético de cebola, utilizando-se de populações dos tipos Baia Periforme e Peras Norte mantidas pelos produtores, as quais exibiam elevada variabilidade para ciclo de maturação, potencial produtivo, conservação pós-colheita e resistência a doenças (MELO, P.; BREDA JUNIOR; MELO, R, 2010).

A diversidade genética dessas populações permitiu a formação de um banco de germoplasma e a obtenção de várias cultivares, que são utilizadas pelos programas de melhoramento da cultura no País (SANTOS; OLIVEIRA; LEITE, 2013).

O programa de melhoramento de cebola do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) lançou em 1997 a cultivar Vale Ouro IPA 11 (amarela), resultante do cruzamento da Roxa IPA-3 x Belém IPA-9, substitutiva da cultivar Texas Early Grano 502, que até 1995 dominava cerca de 90% do mercado nordestino de cebola (SANTOS; OLIVEIRA; LEITE, 2013). A IPA 11 possui bulbos mais alargados e globosos, casca fina, cor amarela e pungência elevada. Tem elevado nível de resistência a pragas, boa conservação pós-colheita e boa produtividade (COSTA; RESENDE, 2007).

A escolha de cultivares de cebola deve levar em consideração as condições de temperatura e luminosidade e o tipo de sistema de cultivo, pois são de suma importância para a sua adaptação (LONGO, 2009). Dadas as condições edafoclimáticas da região Nordeste, as cultivares mais indicadas são as IPA, Alfa São Francisco e Alfa Tropical, pois demonstram boa adaptabilidade e produtividade para a região (SOUZA et al., 2008).

2.2 CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

A portaria nº 529, criada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA aprovou, em 1995, a norma que define as características de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação da cebola destinada ao consumo "in natura" a ser comercializada entre os países membros do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), bem como no mercado interno. Esta norma não se aplica a cebola destinada ao uso industrial, nem à cebola verde (BRASIL, 1995).

A classificação comercial dos bulbos é feita em relação ao seu diâmetro transversal, composta por cinco classes de tamanho (Tabela 1). A cebola que não se enquadrar nos requisitos da norma é classificada como "fora do padrão". As cebolas que apresentarem resíduos de substâncias nocivas à saúde, mau estado de conservação, sabor e odor estranho serão desclassificadas e proibidas para comercialização (BRASIL, 1995).

Tabela 1 - Classificação comercial da cebola.

Classes ou calibres	Diâmetro transversal (mm)
1	≥ 35 mm
2	35 - 50
3	50 - 70
4	70 - 90
5	≥ 90

Fonte: BRASIL (1995).

A cebola também pode ser classificada quanto às exigências fotoperiódicas, o padrão genético e a preferência do consumidor (SCHUNEMANN, 2006).

Cada cultivar tem sua exigência em horas de luz para iniciar o processo de formação de bulbos, existindo uma considerável variabilidade quanto ao mínimo de horas de luz diária (SCHUNEMANN, 2006). A cebola é uma espécie de dias longos, porém, ao longo dos anos passou por adaptações, atualmente, em função do número de horas de luz diária exigida para bulbificação, são classificadas em três grupos: de dias curtos ou precoces (DC); médias ou de dias intermediários (DI); tardias ou de dias longos (DL). As DC iniciam a bulbificação com pelo menos 11 a

12 horas de luz; as DI exigem dias com 12 a 14 horas de luz e as DL exigem mais de 14 horas de luz diária (BETTONI, 2011).

Na região Sul é cultivada cebolas de ciclo precoce, médio e tardio, enquanto nas regiões Sudeste e Centro-Oeste são plantadas cebolas "super precoces", precoces e médias ao passo que, no Nordeste se cultivam "super precoces" e precoces, com concentração de plantio nos meses de janeiro a março (OLIVEIRA et al., 2014).

A região Nordeste tem a possibilidade de ofertar o produto durante o ano inteiro, devido a condições climáticas favoráveis, com a vantagem do seu ciclo de produção ser mais curto, em torno de 120 dias, enquanto que, nas demais regiões, as cultivares mais precoces registram no mínimo 150 dias. Cite-se como exemplo, a cultivar IPA 11 que possui um ciclo de aproximadamente 90 dias após o transplante (COSTA; RESENDE, 2007).

O padrão genético das cultivares é determinado pelo grau de homogeneidade, adquirido por meio do melhoramento genético. Assim, as cultivares pode ser dividida em três grupos: o primeiro grupo é composto por populações geneticamente heterogêneas como 'Baia Periforme', 'Pêra' e 'Crioula', sendo que estas constituem a base das cultivares brasileiras, por apresentarem tolerância a doenças, boa conservação pós-colheita e ampla variação em formato, tamanho, cor, número e espessura de películas de bulbos (OLIVEIRA et al., 2014).

O segundo grupo é composto por cultivares estabilizadas e adaptadas, comercializadas como cultivares de polinização livre, pertencendo a este grupo as cultivares brasileiras e as importadas do tipo Granam. O terceiro grupo é composto pelas cultivares híbridas de dias curtos, ao qual pertencem as do tipo 'Granex' desenvolvidas nos Estados Unidos (OLIVEIRA et al., 2014).

As cultivares nacionais possuem geralmente, bulbos globulares a globulares alongados, película amarela, marrom, vermelha ou arroxeadada e de espessura variável, conteúdo alto de matéria seca, sabor, odor e pungência acentuados, folhas cerosas e bom nível de resistência a doenças foliares (SCHUNEMANN, 2006).

A preferência do consumidor brasileiro pelo tipo de cebola é regional, mas de forma geral há a opção por bulbos de tamanho médio, pungentes, globulares, firmes, com película externa de cor amarela a marrom escura e escamas internas (catáfilos) de cor branca. Para os bulbos avermelhados intensos ou arroxeadados, a demanda é pequena e concentrada no Nordeste e em Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2014).

2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Com o aumento da população mundial, conseqüentemente a demanda por produção de alimentos também será maior. Por se tratar de um alimento muito utilizado na culinária, a cebola terá seu aumento proporcional ao aumento da população mundial. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) em 2050 serão cerca de 9 bilhões de pessoas, diante de tal situação o crescimento da produção agrícola brasileiro tem ganhado destaque no cenário mundial (AGROLINK, 2013).

O consumo médio de cebola é de 6,2 kg por pessoa/ano com a expectativa de chegar a 10 kg por pessoa/ano em 2050. A cebola é a terceira hortaliça mais consumida no Brasil, ficando atrás apenas do tomate e da batata, mas o consumo per capita, de cerca de 4 kg/ano/pessoa, ainda é baixo ao ser comparado com outros países como a Líbia (30 kg), Emirados Árabes (25 kg), Marrocos (21 kg), Estados Unidos (10 kg), França (8 kg) e Holanda (6 kg) (AGROLINK, 2013).

O Brasil estar entre os dez maiores produtores de cebola do mundo, mas ainda apresenta produção significativamente baixa em relação aos demais países produtores como China, Índia, Estados Unidos, Paquistão e Turquia. A produção mundial de cebola, nos últimos 10 anos, aumentou mais de 40%, com destaque para a China que duplicou sua produção e o Egito que quase triplicou (FAO, 2010).

Em 2011 os maiores importadores do Brasil foram os Estados Unidos, Reino Unido, Bangladesh, Federação Russa, Alemanha, Malásia e Canadá, que são responsáveis por quase 72% das importações. Enquanto que a Índia, Holanda, México, Estados Unidos, China, Espanha e Argentina foram os maiores exportadores, respondendo por quase 52% das exportações (FAO, 2011).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), a produção nacional em 2013 foi de 1.428.112 toneladas cultivadas em 55.094 hectares e rendimento de 25.921 kg ha⁻¹. Estima-se que, em 2014 a produção aumente em torno de 14% (1.627.853 t), assim como a área plantada 2,1% (56.235 h) e o rendimento 11,7% (28.947 kg ha⁻¹).

A região Sul é responsável por 56% da produção nacional e com destaque ao estado de Santa Catarina com 32% da produção nacional. Logo em seguida aparecem os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais,

Bahia e Pernambuco (IBGE, 2014). Apesar de não constar dos dados apresentados pelo IBGE, o estado do Rio Grande do Norte produz cebolas, embora em quantidades menores e em áreas de plantio mais recentes (TAPETTI, 2010).

A cebola foi introduzida no Nordeste ao final da década de 40. Sendo cultivada, em sua maioria, nos estados do Pernambuco e Bahia, representando cerca de 18% da produção nacional e 99% da produção regional (ARAÚJO; CORREIA, 2007).

A cebolicultura no Brasil é uma atividade praticada, principalmente, por pequenos e médios produtores, sendo a maior parte da produção destinada para atender a demanda do mercado interno. Sua importância socioeconômica se fundamenta na rentabilidade e, também, na utilização de mão-de-obra intensiva, contribuindo para a viabilização de pequenas propriedades e a fixação dos produtores na zona rural, reduzindo, assim, o êxodo rural (PINHEIRO et al., 2012).

Até a década de 1980, o mercado brasileiro era abastecido por cebolas produzidas internamente. No entanto, a partir de meados da década seguinte, quando a alíquota de produtos importados do MERCOSUL foi zerada, o mercado interno passou a ser abastecido pela produção nacional e pelo produto importado, principalmente da Argentina. O fato é que esse período acarretou na organização da produção de cebola no país e estabeleceu maior competitividade entre as diferentes regiões produtoras (MELO, P; BREDA JUNIOR; MELO, R, 2010).

Desde 1989 a Associação Nacional da Cebola (ANACE), que reúne comerciantes de cebola, pesquisadores e extensionistas realizam, anualmente, o Seminário Nacional da Cebola para organizar a produção e a comercialização da cebola no Brasil, onde são consolidadas as safras e o abastecimento anual dos dois países para o mercado brasileiro (VILELA et al., 2005).

2.4 PROCESSAMENTO MÍNIMO

De acordo com a International Fresh Cut Producers Association (IFPA), os termos 'fresh-cut', produto minimamente processado (PMP) ou produtos de 4ª gama, têm sido empregados para definir frutas e hortaliças, ou combinação destas, que são modificadas fisicamente e que se apresentam limpos, lavados e

desinfetados, cortados ou não e, que mantêm suas características da matéria-prima, como o frescor, aroma, cor e sabor (ANDRADE; BASTOS; ANTUNES, 2007; CENCI, 2011).

O resultado de tais procedimentos são produtos convenientes e frescos, que podem ser preparados e consumidos em menos tempo ou, simplesmente, já prontos para consumo, que requerem menos espaço para seu armazenamento e transporte e que acompanham as mais recentes tendências do setor hortifrutícola (ANDRADE; BASTOS; ANTUNES, 2007; CENCI, 2011).

O mercado de PMP teve início nos Estados Unidos, na década de 30, sendo que no Brasil foi introduzido a partir da década de 70, com a chegada das redes de *fast-food* ao país. A alface foi à hortaliça mais comercializada, dada a sua importância nos cardápios, seguida por cebola e cenoura (CENCI, 2011). Os PMP têm sido procurados não só pelos consumidores diretos, mas também por empresas que trabalham no ramo da alimentação coletiva, a fim de reduzir tempo de preparo das refeições (DURIGAN, 2004).

O foco principal do negócio agroalimentar é o consumidor e acompanhar as mudanças de comportamento da população é de fundamental importância para atender o mercado conforme suas necessidades. Dentre essas mudanças podemos citar a participação feminina no mercado de trabalho e o aumento no número de pessoas morando sozinhas, o que diminui o tempo disponível para o preparo de refeições (SILVA; ISHIHARA; SANTOS, 2006).

As matérias-primas com grande potencial de exploração e que apresentam um mercado estável para a indústria de minimamente processados são as hortaliças, como alface, batata, beterraba, brócolis, minicenoura, cebola, couve, feijão-vagem, pimentão, repolho, rúcula, tomate, entre outras (ROJO; SAABOR, 2002; MORETTI, 2007).

As principais etapas do processamento são: seleção, lavagem, higienização, descascamento, corte e/ou fatiamento, enxágue, sanitização, centrifugação, acondicionamento e armazenamento (CENCI, 2011). Há produtos que também passam por algumas etapas específicas, como tratamentos químicos ou recobrimentos comestíveis.

O corte e o descasque conferem a forma e dimensões do PMP adequadas para o consumo tendo em conta as preferências do consumidor. Os cortes mais usados em cebola são cubos, rodela (eixo horizontal), meia-lua (*julienne*) e gomos

(eixo longitudinal), com preferência em rodelas de espessura fina ou cubos de pequena dimensão (GIL, 2008).

As etapas de descascamento corte e centrifugação são as operações que mais provocam desarranjo na estrutura do tecido vegetal, devido a uma série de danos mecânicos e quanto maior a gravidade da injúria maior é a velocidade de deterioração do produto minimamente processado, a ruptura celular também aumenta a exposição dos antioxidantes naturais às condições como luz, calor e oxigênio (CAMPOS et al., 2008).

Assim, é de se esperar que diferentes espessuras de corte promovam diferentes respostas quanto à qualidade e capacidade de conservação dos produtos minimamente processados (VITTI et al., 2003).

A direção do corte (transversal, longitudinal ou diagonal) também pode alterar significativamente a resposta do tecido. Os efeitos mecânicos desta operação se propagam aos tecidos adjacentes como uma onda de choque hidráulica responsável por danificar células distantes (SALTVEIT, 1997).

O uso de lâminas afiadas pode reduzir a gravidade do corte, podendo interferir positivamente na qualidade e na vida de prateleira do produto (GLEESON; O'BEIRNE, 2005).

Os produtos minimamente processados, mesmo após as etapas do processo, continuam sendo tecidos vivos, não exibindo o mesmo comportamento fisiológico que na forma intacta. A fisiologia dos PMP é essencialmente a fisiologia de tecidos submetidos a estresses. Este comportamento inclui o aumento na respiração e produção de etileno, que podem estar interligados com a indução do metabolismo de compostos fenólicos. Além disso, a injúria pode causar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (VITTI et al., 2003).

Nos tecidos inteiros o sistema enzimático está intacto e ativo, após a injúria, a descompartmentalização celular possibilita o contato de enzimas e substratos, o produto deteriora-se à medida que as reservas de energia vão sendo consumidos e os produtos metabólicos vão sendo acumulados nos tecidos, devido ao processo de senescência natural (CENCI, 2011). Em consequência às modificações bioquímicas são desencadeadas (escurecimento enzimático, oxidação de lipídios, aumento na perda de água, perda de textura original, amolecimento dos tecidos e compostos de baixo peso molecular acumulam-se), causando odores e sabores desagradáveis (BRECHT et al., 2007).

A decomposição enzimática de precursores sem odor na cebola resulta em compostos organosulfurados responsáveis pelo sabor, aroma e flavor (pungência) característicos da cebola. Os bulbos intactos têm apenas leve aroma e não possuem a propriedade de irritar as mucosas do nariz e da boca ou de provocar efeito lacrimejante. Após o rompimento dos tecidos, a enzima aliinase (aliina alquil-sulfonatoliase) compartimentalizada no vacúolo das células entra em contato com seus substratos localizados no citoplasma (OLIVEIRA et al., 2014). Os ácidos propenilsulfênicos, uma vez liberados, passam a sofrer rearranjos e interações para formar o indutor de lágrimas tiopropanal S-óxido e compostos voláteis aromáticos (JONES et al., 2004).

Por isso, se faz necessário estudar a fisiologia e o manuseio específicos para cada fruta e hortaliça minimamente processada, a fim de compreender as principais alterações que ocorrem, visando estabelecer métodos que possam reduzir tais mudanças. O sucesso desse empreendimento depende do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas em boas condições de higiene (BEERLI; VILAS BOAS; PICCOLI, 2004).

2.5 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

As hortaliças, como a cebola, destinadas a industrialização podem ser avaliadas quanto as suas características sensoriais, nutricionais e composição química. Estas características dependem de fatores genéticos (cultivar), tipo de solo, sistema de produção, clima e temperatura (CHITARRA, M; CHITARRA, A., 2005).

Bulbos de cebola para consumo fresco são pouco calóricos cerca de 39 kcal por 100g e contém entre 89 a 95% de água (Quadro 02). Embora não seja considerada uma fonte de proteínas e gorduras, possui aminoácidos sulfurados e, em menor teor, aminoácidos contendo selênio (seleno-cistina e seleno-metionina), ambos precursores de aroma de cebola (BOTREL; OLIVEIRA, 2012).

Possuem frutanas ou frutooligosacarídeos, que são polímeros de frutose também conhecidos como inulina. Estes polissacarídeos são compostos não digeríveis no trato digestivo, porém são fermentados pela microbiota intestinal, ajudando a manter a saúde do intestino e cólon. A concentração de inulina na cebola

pode chegar a 35-40% da matéria seca (GIBSON, 1998). Apresentam diferentes minerais, como cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio. A cebola é rica em vitaminas do complexo B, principalmente B1 e B2 e vitamina C. As vitaminas e alguns minerais presentes na cebola funcionam como cofatores de reações bioquímicas (BOTREL; OLIVEIRA, 2012).

Tabela 2 - Composição centesimal da cebola.

Constituintes	Cebola
Energia (Kcal)	39,0
Carboidratos (g)	8,9
Proteínas (g)	1,7
Lipídios (g)	0,1
Fibra alimenta (g)	2,2
Vitamina C (mg)	4,7
Sódio (mg)	1,0
Potássio (mg)	176
Cálcio (mg)	14,0
Magnésio (mg)	12,0
Fósforo (mg)	38,0

Fonte: TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNICAMP, 2011).

2.6 METABOLISMO SECUNDÁRIO

Os vegetais possuem dois tipos de metabolismo: primário e secundário. O metabolismo secundário, produto secundário ou produto natural, é uma grande diversidade de compostos orgânicos fisiologicamente ativos que não possuem função direta no crescimento e desenvolvimento (NASS, 2007).

Enquanto, o metabolismo primário responde pela sobrevivência do vegetal, exercendo função ativa nos processos de fotossíntese, respiração, transporte de solutos, translocação, síntese de proteínas, carboidratos e lipídeos e assimilação de nutrientes, os metabólitos secundários estão intimamente associados a estratégias de defesa das plantas, pois apresentam atividade biológica contra herbívoros e

microrganismos, sendo utilizados como inseticidas fungicidas e antioxidantes (TAYZ; ZEIGER, 2004).

Os metabólitos secundários estão envolvidos na interação planta-animal, fornecendo sinais visuais e olfativos, como os pigmentos, sendo essa relação de vital importância para atrair os animais para a polinização e dispersão de sementes. Os carotenóides e flavonóides são principais tipos de pigmentos coloridos nas plantas (NASS, 2007).

Os metabólitos secundários possuem uma distribuição restrita no reino vegetal, ou seja, são frequentemente encontrados em apenas uma espécie de planta ou grupo restrito de espécies, enquanto que metabólitos primários são encontrados em todo o reino vegetal (RODRIGUEZ, 2006).

Os principais metabólitos secundários são distribuídos em três grupos de acordo com sua rota biosintética: terpenos, compostos fenólicos e compostos contendo nitrogênio (TAYZ; ZEIGER, 2004).

O número de grupos metabólitos identificados atualmente aumentou bastante, os mais conhecidos são: carotenóides, compostos fenólicos (flavonóides, fitoestrógenos, ácidos fenólicos), fitosteróis e fitostanóis, tocotrienóis e compostos organosulfurados (RODRIGUEZ, 2006).

2.6.1 Compostos Fenólicos

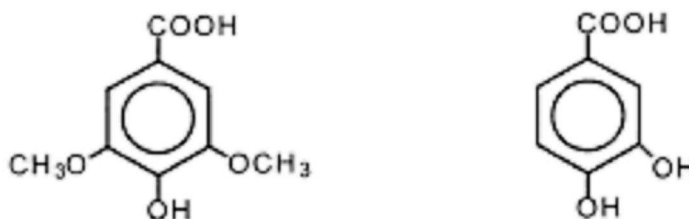
Os compostos fenólicos constituem um dos mais numerosos e amplamente distribuídos grupos de substâncias do reino vegetal, com mais de 8000 estruturas conhecidas atualmente. Podem ser pigmentos, atribuindo coloração aos vegetais ou como produto do metabolismo secundário (BRAVO, 1998).

Os compostos fenólicos são compostos orgânicos considerados ácidos devido à influência da ligação com o anel aromático que contém um grupo hidróxi - OH (Figura 01). Os fenóis são encontrados na forma conjugada com um ou mais açúcares centrais ligados a grupos hidroxila, ou em alguns casos, diretamente ao carbono aromático. São importantes na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (HALLIWELL et al., 1995).

Os fenólicos também podem existir de forma associada a compostos como o ácido carboxílico, ácidos orgânicos, aminas, lipídios e com outros compostos (BRAVO, 1998).

A maioria desses compostos possui massa molar relativamente baixa e são solúveis de acordo com sua polaridade e estrutura química (grau de hidroxilação, glicosilação, acilação e conversão de fenol em ésteres) (BRAVO, 1998).

Figura 1 - Estrutura química dos compostos fenólicos.



Fonte: RECARTE, 2008.

Os fenólicos também podem existir de forma associada a compostos como o ácido carboxílico, ácidos orgânicos, aminas, lipídios e com outros compostos (BRAVO, 1998).

A maioria desses compostos possui massa molar relativamente baixa e são solúveis de acordo com sua polaridade e estrutura química (grau de hidroxilação, glicosilação, acilação e conversão de fenol em ésteres) (BRAVO, 1998).

Seus níveis variam mesmo entre cultivos da mesma espécie da planta. A distribuição nas células vegetais varia consideravelmente de acordo com a espécie e tipo de função a exercer (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000). É largamente influenciada por vários fatores, tais como: genética, condições ambientais, germinação, nível de maturidade, variedade, processamento e armazenamento (MAZZA, 1995).

Estes compostos são classificados em três categorias, aqueles pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza. Nos compostos pouco distribuídos estão os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona, o resorcinol. Os polímeros são fenóis que não se apresentam na forma livre nos tecidos vegetais, engloba os taninos e as ligninas (SOARES, 2002).

Os compostos fenólicos largamente distribuídos na natureza podem se dividir em flavonóides (antocianinas, flavonóis e seus derivados), ácidos fenólicos (ácidos benzóicos, cinâmico e seus derivados) e cumarinas (KING; YOUNG, 1999). As

estruturas fenólicas são encontradas em frutas cítricas (limão, laranja e tangerina) e frutas como cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão. São excelentes fontes também as hortaliças tais como: pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005; DIMITRIOS, 2006).

Os fenólicos contribuem para as qualidades sensoriais dos alimentos vegetais. Seu conteúdo influencia na adstringência e no amargor dos alimentos e bebidas. Assim como, sua oxidação durante o processamento ou armazenamento resultará em características indesejáveis nos produtos alimentícios, por exemplo, o escurecimento da cebola que é indesejável no processamento (HO et al, 1992).

Os maiores grupos dos agentes fenólicos com propriedades antioxidantes incluem os fenóis neutros, os ácidos fenólicos, flavonóides, isoflavonas, flavonas, antocianinas, catequinas e outros fenólicos presentes naturalmente em frutas e vegetais (DIMITRIOS, 2006).

2.6.1.1 Flavonóides

Constituem o grupo mais comum de compostos fenólicos nas plantas e são estruturas que consistem em dois ou mais anéis de benzeno ligados através de um anel aromático hidroxil e conectados com uma ligação de carbono com um oxigênio que liga os dois anéis, formando um terceiro anel (Figura 02) (BILYK; COOPER; SAPER, 1984).

São considerados, também, potentes antioxidantes e têm vasta gama de funções bioquímicas, como a quelação de íons metálicos e a inibição da peroxidação lipídica (FORMICA; REGELSON, 1995).

Figura 2 - Estrutura química dos flavonóides.



Fonte: Ângelo e Jorge (2007).

As classes comuns de flavonóides incluem flavonas, flavonóis, isoflavonas, antocianinas, catequinas e flavanonas, sendo que a maioria destes ocorre na natureza como glicosídeos (AHERNE; O'BRIEN, 2002).

Dois tipos de flavonóides são responsáveis pela coloração em cebolas: as antocianinas (coloração avermelhada ou roxa) ou as quercetinas e seus derivados (coloração amarelada) (BARBIERI, 2007).

As concentrações de flavonóides variam nos bulbos de cebolas conforme a cultivar, cor, tipo e com os fatores extrínsecos e intrínsecos desse produto. Há também variação na concentração de flavonóides com a posição no bulbo, variando da camada externa para interna (maior concentração nas camadas mais externas) e ao longo do eixo longitudinal do bulbo aumentando da base para o topo (BONACCORSI et al., 2005).

2.6.2 Carotenóides

Carotenóides são pigmentos hidrossolúveis que produzem coloração de tons amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em muitas frutas e vegetais (XUE; YANG, 2009). Em plantas superiores, estão localizados em cloroplastos e cromoplastos. Nos cloroplastos encontram-se associados às proteínas. Nos cromoplastos são depositados na forma cristalina (ex. tomates e cenouras) ou como gotículas de óleo (ex. manga e páprica) (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008).

Além disso, atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas. Sua concentração dá alguma indicação do estado fisiológico da planta (GAMON; SURFUS, 1999).

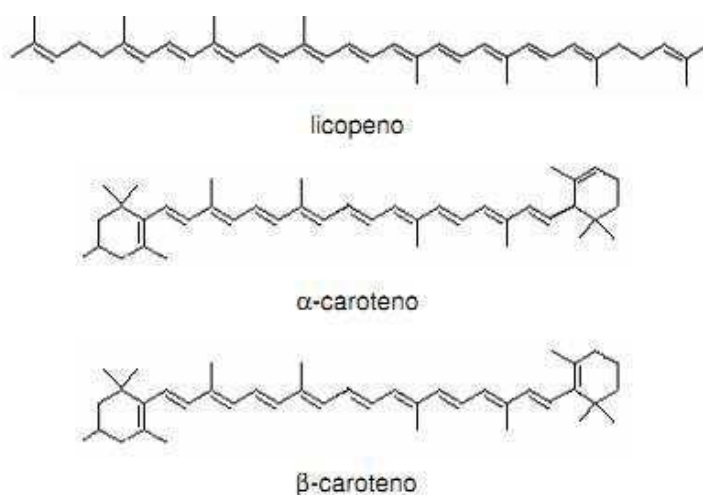
Os alimentos variam qualitativa e quantitativamente na sua composição em carotenóides. As hortaliças verdes, folhosas ou não, possuem um perfil qualitativo definido, β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, luteína e licopeno são os mais conhecidos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O conteúdo de carotenóides nas frutas e vegetais depende de vários fatores como variedade genética, estágio de maturação, armazenamento pós-colheita, processamento e preparo (CAPECKA; MARECZEK; LEJA, 2005). Do ponto de vista químico, carotenóides são compostos polisoprenóides e podem ser divididos em

dois grandes grupos, carotenos ou carotenóides hidrocarbonos (compostos apenas de carbono e hidrogênio) e xantofilas (derivados oxigenados dos carotenos) (QUIRÓS; COSTA, 2006).

A característica estrutural comum dos carotenóides é a cadeia polieno, um longo sistema de ligação dupla conjugada, que forma a `espinha dorsal` da molécula e influencia suas propriedades químicas, físicas e bioquímicas (Figura 03). Esta cadeia pode apresentar grupos terminais cíclicos, que apresentam substituintes contendo oxigênio. A presença dessas ligações também facilita a oxidação dos carotenóides, o que provoca uma perda da coloração nos alimentos (McNULTY, et al., 2007; SIKORA et al., 2008).

Figura 3 - Estrutura química dos carotenóides.



Fonte: Faria (2008).

É por serem facilmente oxidados, que apresentam atividade antioxidante. Além da proteção celular contra oxigênio singlete, os carotenóides inibem a peroxidação de lipídeos em baixas pressões de oxigênio. A eficiência como antioxidante varia entre os diferentes carotenóides, sendo o licopeno considerado o mais eficiente como capturador de oxigênio singlet (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Num mesmo alimento, diferenças qualitativas e, especialmente, quantitativas existem como resultado de fatores como variedade/cultivar, estado de maturação, clima/localização geográfica da produção, estação do ano, parte da planta, condições de plantio, manuseio pós-colheita, processamento e condições de estocagem (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

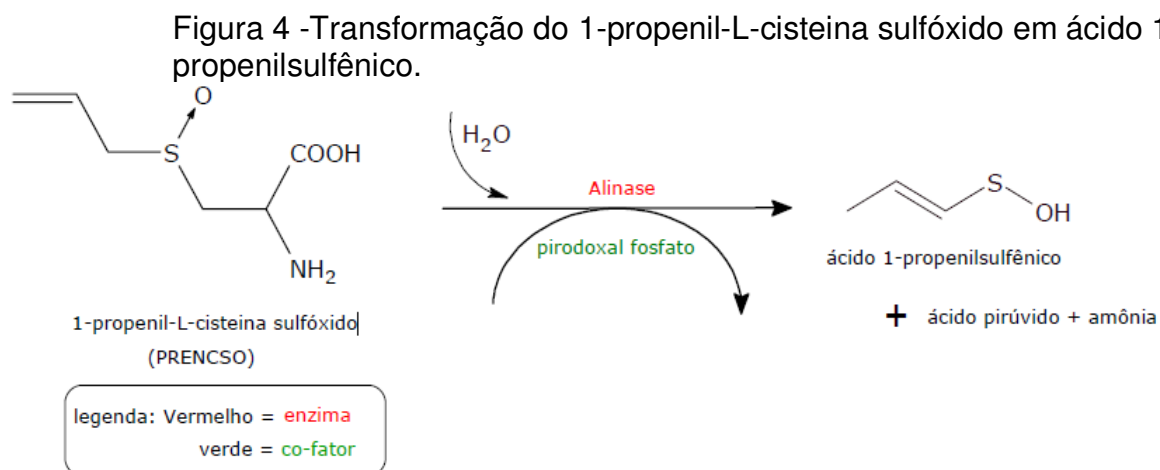
A biossíntese dos carotenóides pode continuar após a colheita, desde que o material seja mantido intacto, preservando o sistema enzimático responsável pela carotenogênese. Independentemente do método de processamento, a retenção dos carotenóides diminui, em função do tempo e temperatura de processamento. A perda ou alteração de carotenóides durante o processamento e estocagem pode ocorrer via remoção física, pelo fato de serem compostos altamente insaturados, por isomerização geométrica e oxidação enzimática e não-enzimática (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Pelo fato da oxidação enzimática ocorrer antes do processamento térmico, ou seja, durante o descascamento, fatiamento, trituração ou despulpamento, recomenda-se que os produtos sejam consumidos ou branqueados imediatamente após essas operações (DAMODARAN, PARKIN; FENNEMA, 2010).

2.6.3 Compostos Organosulfurados (Pungência)

As espécies de *Allium* possuem compostos organosulfurados que dão a elas seu característico sabor e aroma, embora os açúcares e ácidos orgânicos também contribuam para o sabor (JONES et al., 2004). A alicina, um composto organosulfurado, é responsável pelas características terapêuticas de *Allium*, que inclui atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, anticancerígenas (JANG et al., 2008).

Os precursores do aroma e sabor localizam-se no citoplasma enquanto que a enzima al5inase situa-se no vacúolo, dentro de vesículas. Por isso, quando ocorre o rompimento das células é que há o contato da enzima com o substrato, promovendo a decomposição enzimática para formar uma variedade de compostos sulfúricos voláteis como: piruvato, amônia e enxofre (Figura 04) (RANDLE, 1997; JONES et al. 2004).



Fonte: Imai et al. (2002).

Rapidamente, os ácidos propenilsulfênicos reagem produzindo os compostos tiosulfinais e propanotial-S-óxido, que causam irritação da mucosa do nariz e da boca e tem poder lacrimogêneo (CHEMELLO, 2005).

Para a cebola, esses precursores são os compostos cisteína sulfóxidos: propina (S-propil-L-cisteína sulfóxido), encontrada em altas concentrações, metiina (S-metil-L-cisteína sulfóxido), encontrada em menores concentrações e isoaliina (1-propenil-L-cisteína sulfóxido), encontrada em baixas concentrações (BREWSTER, 2008).

A distribuição da pungência dentro do bulbo da cebola pode variar, podendo ser maior no interior do bulbo e a menor concentração está no ápice e camadas externas; a intensidade do sabor também pode alterar-se durante o armazenamento, sendo que algumas cultivares de cebola pode aumentar ou diminuir a intensidade de pungência durante o armazenamento (SCHUNEMANN, 2006).

A percepção da doçura da cebola depende do equilíbrio entre açúcares e pungência, sendo as cebolas classificadas como de pungência baixa/doce quando possuem 0-3 μmol ácido pirúvico. g^{-1} , de pungência média quando possuem 3-7 μmol ácido pirúvico. g^{-1} e como de pungência alta quando possuem mais que 7 μmol ácido pirúvico. g^{-1} de tecido fresco (DHUMAL, 2007).

Para a indústria processadora, a medida de intensidade total de sabor, baseada na pungência, é fator de extrema importância para atender as necessidades do mercado consumidor (BOYHAN et al., 1999). Assim, produtos processados que normalmente são utilizados como aromatizantes devem ser

obtidos de matérias-primas com pungência alta, tendo em vista que parte dessa pungência é perdida durante o processamento.

2.7 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

A contaminação microbiana inicial elevada das matérias-primas utilizadas na indústria de Produtos Minimamente Processados (PMP) é, geralmente, devido à presença de patógenos na superfície provenientes do ambiente (solo, água, ar, entre outros) (PARK et al., 1998). A manipulação destas favorece a contaminação cruzada durante as etapas posteriores através dos manipuladores e utensílios utilizados, que poderão causar alterações indesejáveis na qualidade dos PMP, prejudicando assim sua vida útil, contudo, a maior preocupação está relacionada com a segurança do consumidor (FANTUZZI; PUSCHMANN; VANETTI, 2004).

Os produtos minimamente processados podem ter sua vida útil prolongada, mediante o controle das reações químicas como respiração, produção de etileno e do desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes (eliminados nas operações de limpeza e sanitização) e patogênicos (CENCI, 2011).

Para verificar as condições sanitárias dos alimentos são utilizados micro-organismos que servem como indicadores. Este grupo é formado, principalmente, por coliformes e bactérias do gênero *Salmonella*, que constituem um grupo de bactérias gram-negativas, anaeróbicas facultativas. Os coliformes constituem um indicador para contaminação fecal, e são identificados pela produção de gás CO₂ ao fermentar a lactose (MENEZES; MOREIRA, 2012).

Os principais fatores de controle para a conservação dos alimentos são a atmosfera, a temperatura, o valor de pH, a quantidade de água livre disponível no alimento, a redução da microbiota original por meio de vários tratamentos, como o uso de agentes químicos (hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, ácido peracético ou ozônio) em um processo conhecido como sanitização, a modificação da atmosfera gasosa de embalagem e estocagem em temperaturas de refrigeração (CENCI, 2011).

No Brasil, ainda não existe uma legislação específica para alimentos minimamente processados, seguem-se os padrões microbiológicos estabelecidos na

Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001), que estabelece os parâmetros utilizados para a contagem de coliformes termotolerantes em 10^2 NMP/g para hortaliças, 5×10^2 NMP/g para frutas e 10^3 NMP/g para raízes, tubérculos e similares pertencem à categoria frescos, *in natura*, preparados, sanificados, refrigerados ou congelados para consumo direto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em uma área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal - PB, durante o período de outubro de 2013 a março de 2014 (Figura 05).

O município de Pombal está situado a 6°48'16" latitude Sul, 37°49'15" longitude Oeste e clima semiárido quente e seco, conforme a classificação climática de Köppen, ou seja, do tipo BSh, com precipitação média de 750 mm ano⁻¹ e evaporação média 2000 mm ano⁻¹ (COELHO; SONCIN, 1982).

O solo da área é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico (EMBRAPA, 1999). A análise de fertilidade do solo, realizada em 2013 no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da UFCG - campus Pombal permitiu observar os seguintes atributos químicos: pH (H₂O) = 7,18; Al = 0,0 cmolc dm⁻³; P = 3,0 mg dm⁻³; K = 0,24 cmolc dm⁻³; Ca = 7,70 cmolc dm⁻³; Mg = 5,40 cmolc dm⁻³.

Figura 5 - Área experimental do cultivo da cebola amarela IPA-11 aos 60 dias de transplantio.



Fonte: Matos (2014).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 6, correspondente a tipos de cortes (inteira, rodela e cubo) e tempos de conservação (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), com cinco repetições. As embalagens continham, aproximadamente, 200g de cebola.

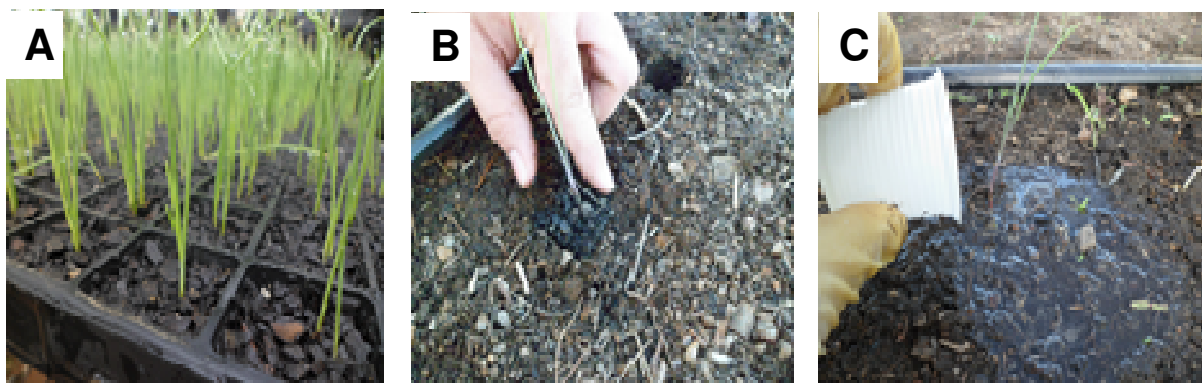
As análises físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas foram realizadas no dia do processamento (dia zero) e a cada dois dias, durante 10 dias de conservação sob refrigeração.

3.3 PREPARO DA ÁREA E CULTIVO DA CEBOLA

As mudas foram produzidas pelo método indireto, que corresponde à semeadura em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, que foram preenchidas com substrato comercial sendo semeadas na razão de três sementes por célula. As bandejas permaneceram em ambiente protegido e irrigado manualmente até o transplântio.

O desbaste foi realizado após 3 dias da emergência das plântulas (Figura 06A), deixando-se apenas uma por célula, e o transplântio para os canteiros ocorreu com 30 dias após semeadura (Figura 06B).

Figura 6 - Etapas de plantio após semeadura, plântula de cebola amarela IPA-1 com 3 dias (A); transplântio para canteiro após 30 dias (B), aplicação de minerais (C).



Fonte: Matos (2014).

O levantamento do canteiro foi manual, a 30 cm de altura, medindo 10 m de comprimento por 1,2 m de largura. As cebolas foram dispostas em quatro fileiras por canteiro, espaçadas 25 cm entre linhas e 15 cm entre plantas, sendo a parcela útil constituída pelas fileiras posicionadas na área central do canteiro.

Foi aplicado na adubação dos canteiros composto orgânico na forma de esterco bovino (800 g m²) na base seca e incorporação de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), usando-se o adubo com a formulação 10:10:10 de NPK, aplicando-se 50 g m². Seguida de aplicações a cada 30 dias, micronutrientes e macronutrientes (Figura 06C), de acordo com o recomendado para a cultura, juntamente com a medição das folhas para acompanhamento do desenvolvimento dos bulbos.

A irrigação da área experimental foi feita por gotejamento, sendo aplicadas duas vezes ao dia, uma pela manhã (07 h) e a outra à tarde (17 h), durante todo o ciclo da cultura, sendo suspensa uma semana antes da colheita.

Durante a condução do experimento, foram realizadas capinas manuais a cada 15 dias visando manter a cultura livre de competição de plantas invasoras. O controle de pragas foi realizado quando necessário, obedecendo ao recomendado para a cultura da cebola.

3.4 COLHEITA, CLASSIFICAÇÃO E CURA DA CEBOLA

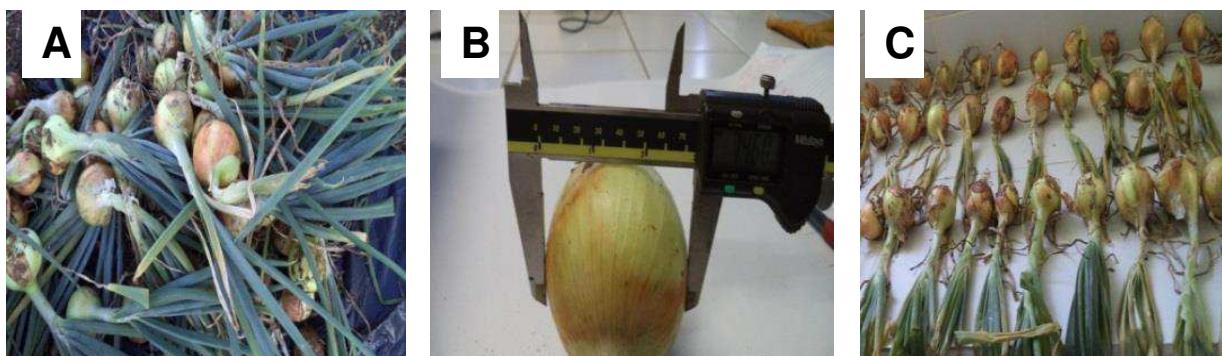
A colheita foi realizada manualmente, após 100 dias de transplante e 130 de semeadura, quando mais de 70% das plantas se encontravam tombadas (estalo), com as folhas secas e amareladas, indicando o final do ciclo (Figura 07A).

Os bulbos foram colhidos e separados de acordo com as parcelas, interna e externa, e conduzidos para o Laboratório de Bioquímica, Química e Análise de Alimentos do CCTA-UFCG. Para seleção, classificação e pesagem foram utilizadas apenas cebolas das parcelas internas. Os bulbos que sofreram danos físicos ataque de insetos, incidência de doenças e desclassificados foram contabilizados, pesados e descartados.

Após a colheita, 20 bulbos das parcelas internas (posicionados na área central dos canteiros) foram selecionados aleatoriamente para classificação

comercial, em função do diâmetro transversal, com auxílio de paquímetro digital (mm) (Figura 07B), segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995). Os bulbos também foram pesados individualmente, utilizando-se uma balança semianalítica com precisão de 0,001 g, para obter a massa média.

Figura 7 - Colheita manual com 100 dias de transplântio (A); medida transversal do bulbo após colheita (B); primeiro dia do processo de cura da cebola amarela IPA-11.



Fonte: Matos (2014).

As cebolas passaram pelo processo de cura durante seis dias à temperatura de $30 \pm 2^\circ\text{C}$, no Laboratório de Irrigação e Hidráulica da UFCG (Figura 07C). Após procedeu-se o toalete, sendo conduzidos somente os bulbos para processamento mínimo.

3.5 PROCESSAMENTO MÍNIMO DA CEBOLA

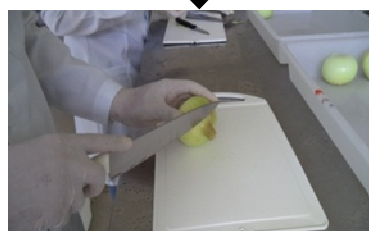
Os bulbos foram processados, conservados e analisados no Laboratório de Bioquímica, Química e Análise de Alimentos do CCTA-UFCG.

O processamento mínimo procedeu-se em ambiente higienizado com etanol (70%), água clorada (200ppm) e refrigerado a 20°C . Os manipuladores estavam paramentados com os equipamentos de segurança individual como touca, máscara, luvas, sapato fechado e jaleco. Cada etapa do processamento mínimo foi conduzida como descrito a seguir e como demonstrado na Figura 08.

Figura 8 - Fluxograma de processamento da cebola amarela IPA-11 minimamente processada.



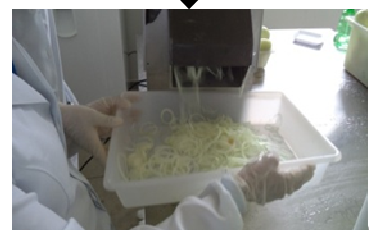
a)



b)



c)



d)



e)

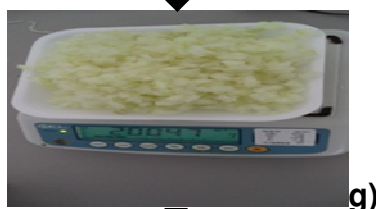
a) Seleção e Lavagem: eliminação das cebolas deterioradas e defeituosas, retirada das sujidades em água corrente;

b) Preparo: remoção dos catáfilos externos, manualmente e das extremidades, com auxílio de lâminas;

c) Sanitização e enxágue: imersão em solução com 200 mg L^{-1} de cloro livre, por 10 minutos,. Imersão em solução com 5 mg L^{-1} de cloro livre, durante 10 minutos para enxágue. Utilizou-se como sanificante Sumaveg[®], que tem como princípio ativo o dicloro S-triazinatriona sódica diidratada;

d) Corte: drenagem e embalagem das cebolas inteiras. Fatiamento com 2 mm de espessura, utilizando-se lâminas E/S 2 (5/64.). Cubos com 10 mm de aresta a partir do conjunto das lâminas E/S 5 (3/16.) e a nº 28119. Para o processamento utilizou-se processador de alimentos automático (marca Robot Coupe[®], modelo CL 50 Ultra) e bolsas de poliamidas;

e) Sanitização e enxágue: com o mesmo produto e o mesmo procedimento da **etapa d**;



3.6 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

3.6.1 Rendimento do processamento mínimo

O rendimento do processamento mínimo por corte foi estimado logo após o processamento mínimo das cebolas, a partir do quociente entre a quantidade de cebola minimamente processada (g) e a quantidade de matéria-prima total (g)

utilizada no processo. O rendimento das cebolas foram calculados por meio da Equação 01:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{MFP}}{\text{MFT}} \times 100 \quad (01)$$

Onde:

MFP = massa fresca processada;

MFT = massa fresca total.

3.6.2 Perda de massa fresca

A determinação da perda de massa fresca (%) foi mensurada com a relação entre a diferença do peso inicial (tempo zero) e o final (obtido em cada tempo avaliado), dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100. As amostras foram pesadas em balança semianalítica (marca Bel Engineering, modelo M163) com precisão de 0,001 g.

3.6.3 Extravasamento de eletrólitos

Utilizou-se a metodologia descrita por Simon (1977), onde se determina o tempo adequado de extravasamento das cebolas com o auxílio de uma curva de extravasamento feita previamente através de testes.

Foram pesados 5g de cebola em Erlenmeyer contendo 50ml de água destilada, logo após foi tomada leitura inicial. Em seguida, foram encaixados em mesa de agitação orbital (marca Thelga, modelo SOC-TMS16) e após 1 h foi feita a leitura final. As leituras foram realizadas em condutivímetro de bancada (marca Max Labor, modelo mCA 150).

As amostras de cebola foram submetidas a 5 sessões de 2 minutos, em forno de micro-ondas (marca Electrolux, modelo Ponto Certo MEP41, capacidade para 31 L), e feita a última leitura para obtenção do extravasamento total. Entre cada

sessão, a porta do microondas foi aberta durante 30 segundos, a fim de evitar que a solução (água + tecidos) transborde. O extravasamento de eletrólitos foi expresso em porcentagem conforme Stuart (1939), a partir da Equação 02:

$$\text{Extravasamento} = \frac{E_{1h}}{E_t} \quad (02)$$

Onde:

E_{1h} = extravasamento de eletrólitos em 1 h;

E_t = extravasamento de eletrólitos total.

3.6.4 Obtenção do extrato da amostra (suco de cebola)

A extração do suco de cebola para amostragem foi obtido a partir de, aproximadamente, 100g de cebolas processada com o auxílio de um multiprocessador de alimentos (marca Mallory, modelo Liquafruits), conservado em frasco de plástico com tampa e coberto com papel alumínio, após as análises o mesmo foi armazenado no freezer à -18°C para ser utilizado em até 30 dias.

O extrato foi utilizado imediatamente para realização das análises físicas e químicas a seguir:

3.6.5 Sólidos solúveis

A leitura foi direta em refratômetro digital de bancada (marca Instrutherm, modelo RTD 45), com compensação automática de temperatura, sendo que, o suco da cebola foi gotejado sobre a superfície do prisma com o auxílio de conta-gotas. A análise foi realizada em duplicata para cada repetição e os resultados foram expressos em porcentagem. Antes de cada leitura o refratômetro foi calibrado com água destilada.

3.6.6 Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável foi medido 5 mL do suco de cebola, adicionado 50 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1%. Procedeu-se à titulação com NaOH 0,1 N até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, persistente por 30 segundos. Os resultados foram calculados segundo a Equação 03 e expressos em porcentagem de ácido pirúvico, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$\text{Acidez titulável} = \frac{V \times F \times N \times 100}{P} \quad (03)$$

Onde:

V - volume gasto na titulação;

F - fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

N - Normalidade da solução de hidróxido de sódio;

P - massa da amostra em grama.

3.6.7 Razão Sólidos solúveis/Acidez titulável

A razão foi estimada pelo quociente dos valores de sólidos solúveis e acidez titulável.

3.6.8 Concentração de Íons H⁺

Determinada com leitura direta no suco da cebola em potenciômetro digital de bancada (marca Digimed, modelo DM-22). Os resultados foram convertidos em µM de íons H⁺ e calculados a partir da Equação 04, conforme indicado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

$$[H^+] = 10^{-pH} \quad (04)$$

3.6.9 Ácido ascórbico

O conteúdo de ácido ascórbico foi quantificado pelo método de Tillmans, segundo Carvalho et al. (1990). Utilizou-se 5ml do suco de cebola acrescido de 45 ml de ácido oxálico 0,5% (p/v) e titulado com solução de 2,6 diclorofenol indofenol 0,2% até coloração rósea, persistente por 30 segundos. Os resultados foram calculados conforme a Equação 05 e expressos em mg 100 mL⁻¹ do suco.

$$\text{Ácido Ascórbico} = \frac{V \times F \times 100}{P} \quad (05)$$

Onde:

V - volume gasto na titulação;

F - fator de correção da solução 2,6 diclorofenol indofenol 0,2%;

P - massa da amostra em grama.

3.6.10 Açúcares solúveis

A determinação de açúcares solúveis seguiu metodologia descrita por Yemm; Willis (1954), no qual foram pipetados 0,5 ml do suco de cebola e adicionados 50 mL de água destilada, seguido de filtração. Em seguida, foram transferidos 0,025 mL do filtrado, 0,970 ml de água destilada e 2,0 ml de Antrona para tubo de ensaio, agitados em vortex e postos em banho-maria a 100°C durante 3 minutos.

Depois de resfriados as leituras de absorbância foram obtidas a 620 nm em espectrofotômetro (marca Spectrum, modelo SP-1105). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ do suco. A curva padrão foi preparada utilizando-se glicose como padrão, na concentração de 100 µg ml⁻¹.

3.6.11 Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram quantificados pelo método de Miller (1959).

Sendo pipetados 1,0 ml do suco celular e adicionados 25 ml de água destilada, seguido de filtração. Em seguida, foram pipetados para tubos de ensaio 0,5 mL do filtrado, 1,0 ml de água destilada e 1,0 ml de DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico), agitados em vortex e mantidos em banho-maria a 100°C durante 5 minutos.

Depois de resfriados as leituras de absorvância foram obtidas a 540 nm em espectrofotômetro (marca Spectrum, modelo SP-1105). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ do suco. A curva padrão foi preparada utilizando-se glicose como padrão, na concentração de 2,5 µM ml⁻¹.

3.7 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

3.7.1 Compostos fenólicos

Os teores de compostos fenólicos foram estimados pelo método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006), utilizando-se Folin-Ciocalteu como reagente.

Pesou-se 1,0g de cebola, macerou com 50 mL de água em almofariz, deixando em repouso por 30 minutos, seguido de filtração para obtenção do extrato. Após, misturou-se em tubo de ensaio 0,4 ml do extrato com 1,725 ml de água destilada e 0,125 ml de Folin-Ciocalteu, seguido de agitação em vortex e repouso por 5 minutos.

Foram acrescentados 0,250ml de carbonato de sódio 20%, seguido de agitação e aquecimento em banho-maria a 40°C por 30 minutos. Os extratos não foram expostos à luz durante as leituras.

As leituras de absorvância foram obtidas a 765 nm em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105). Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de massa fresca. A curva padrão foi preparada utilizando-se ácido gálico como padrão, na concentração de 100 µg µl⁻¹.

3.7.2 Clorofila total e carotenóides

A clorofila total e os carotenóides foram determinados conforme metodologia de Lichthenthaler (1987) e calculadas pelas Equações 06 e 07. Pesou-se 0,2 g de cebola, macerou em almofariz com 0,2 g de CaCO_3 e 5 mL de acetona 80%, em ambiente com luz reduzida.

Os extratos foram centrifugados (Centrifuga Digital Microprocessada refrigerada SP Labor[®], CT- 5000R) por 10 minutos a 10°C e 3.000 rpm, as leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105) a 470, 646 e 663 nm. Os extratos não foram expostos à luz durante as leituras. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de massa fresca.

$$\text{Clorofila total (mg/100g)} = 17,3 \times \text{Abs}_{.646} + 7,18 \times \text{Abs}_{.663} \quad (06)$$

$$\text{Carotenóides (mg/100g)} = (1000 \times \text{Abs}_{.470} - 1,82 \times \text{Ca} - 85,02 \text{Cb}) - 198 \quad (07)$$

Onde:

$$\text{Ca} = [(12,21 \text{Abs}_{.663} - 2,81 \text{Abs}_{.646})];$$

$$\text{Cb} = [(20,13 \text{Abs}_{.646} - 5,03 \text{Abs}_{.663})];$$

Abs. = absorvância.

3.7.3 Flavonóides

Os flavonóides foram determinados segundo método descrito por Francis (1982) e calculados com a Equação 08.

Pesou-se 1,0 g de cebola, macerou-a em almofariz com 10 mL de Etanol-HCl (85:15 v/v) por um minuto, o extrato obtido foi recolhido em tubo de ensaio, deixado em repouso por 24 horas sob refrigeração e posteriormente filtrado. As leituras das absorvâncias foram realizadas em espectrofotômetro (Spectrum[®], SP-1105) a 374 nm. Os extratos não foram expostos à luz durante as leituras.

$$\text{Flavonóides (mg/100g)} = \frac{Fd \times \text{Abs.}}{76,6}$$

Onde:

$$Fd = 100 / (\text{massa}_{(g)} / \text{volume da diluição}_{(mL)});$$

Abs.= absorbância.

3.7.4 Pungência

Para determinar pungência utilizou-se o método de Schwimmer; Weston (1961), modificado por Anthon; Barret (2003). Para tal, foi utilizado 1,0 g do suco da cebola (conforme descrito em 3.6.4), filtrado em papel de filtro e deixado em repouso por 10 minutos. Em tubo de ensaio foram adicionados 1,0 ml do filtrado (suco) e 1,5 mL de ácido tricloroacético 5%, agitado em vortex e colocado em repouso por 1 hora. Logo após, foram adicionados 18,0 ml de água destilada e novamente agitado em vortex para obtenção do extrato.

O ácido pirúvico foi determinado com a transferência de 1,0 mL do extrato para tubo de ensaio, adicionado 1,0 mL da solução 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) e 1,0 mL de água destilada, agitado em vortex, posto em banho-maria a 37°C durante 10 minutos e resfriado em imersão de água + gelo. Posteriormente, adicionou-se 5 mL de NaOH 0,6 mol L⁻¹ e deixou em repouso por 5 minutos para desenvolver a coloração amarela. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro (Spectrum®, SP-1105) a 420 nm. O cálculo da pungência foi realizada pela elaboração da curva padrão do piruvato de sódio com concentração de 100 μmol L⁻¹. Os resultados foram expressos em μmol de ácido pirúvico por g de cebola.

3.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas em triplicata, de acordo com o

regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, RDC nº12 (2001), os resultados foram enquadrados nos padrões estabelecidos no Anexo I, grupo 2, letra b. As análises seguiram o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA et al., 2010).

3.8.1 Preparo do inóculo

Amostras de 25 g de cada corte foram retiradas e, em seguida, fez-se a homogeneização em 225 mL de água peptonada tamponada 1% esterilizada em um Erlenmeyer, constituindo-se a diluição 10^{-1} . As preparações das diluições decimais subsequentes foram realizadas em tubos contendo 9 mL do mesmo diluente para a obtenção das concentrações de 10^{-2} e 10^{-3} .

3.8.2 Bolores e leveduras

Os bolores e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispensando-se alíquota de 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA), acidificado com ácido tartárico 10%(p/v). As placas inoculadas foram incubadas em posição invertida em estufa a 25°C por cinco dias. Após este período, as contagens foram realizadas com auxílio de uma lupa em um contador de colônias e os resultados expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (log UFC/g).

3.8.3 Aeróbios psicotróficos

Os microrganismos aeróbios psicotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, dispersando-se alíquotas de 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , em meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA). As placas

inoculadas foram incubadas em posição invertida em estufa a 7°C por 10 dias. As contagens foram realizadas com auxílio de uma lupa em um contador de colônias e os resultados expressos em logaritmo decimal das unidades formadoras de colônia por grama (log UFC/g).

3.8.4 Coliformes totais e termotolerantes

Os coliformes totais foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 1mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em série de três tubos, contendo tubos de Durhan invertidos. Os tubos foram incubados em estufa a 35°C por 24h.

Foram considerados tubos positivos, aqueles que mostraram turvação e/ou produção de gás. Uma alçada dos tubos positivos do teste presuntivo, foram transferidos para tubos contendo 9 mL do meio de cultura Caldo Bile Verde Brilhante 2% (CBVB) e incubados à 35°C por 24-48h.

Para os coliformes termotolerantes a partir dos tubos contendo Caldo Lauryl Sulfato Triptose (CLST) com turvação e/ou produção de gás uma alçada foi transferida para tubos contendo 9 mL de caldo *Escherichia coli* (EC) que foram incubados à 45°C em banho-maria por 24h. Os resultados foram expressos em logaritmo decimal de Número Mais Provável por grama (log NMP/g).

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o *software* Assistat versão 7.6 beta para a correlação dos dados (SILVA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

4.1.1 Rendimento do processamento mínimo

As cebolas minimamente processadas obtiveram alto rendimento em todos os cortes, estimados entre 90 a 96% (Tabela 03). As cebolas inteiras apresentaram o maior rendimento seguido das rodela e cubos. Este resultado mostra que os bulbos apresentavam-se homogêneos em tamanho e peso, o que proporcionou menores perdas durante as etapas de processamento.

Tabela 3 - Rendimento da cebola IPA-11 minimamente processada em 3 tipos de corte (inteira, rodela e cubo).

Tipo de corte	Rendimento (%)
Inteira	96
Rodela	91
Cubo	90

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

A homogeneidade dos bulbos da cultivar IPA-11 deve-se ao fato de mais de 80% dos bulbos se enquadrarem na classe comercial 4, com diâmetro entre 70 a 90 mm o obterem massa média de 257,2 g (Tabela 04).

Tabela 4 - Classificação comercial dos bulbos.

IPA-11	Classes (%)	D.T* (mm)	Massa (g)
1 (menor que 35 mm)	0	0	0
2 (35 � 50 mm)	0	0	0
3 (50 � 70 mm)	12%	67,43	193,3
4 (70 � 90 mm)	88%	76,33	257,2
5 (maior que 90 mm)	0	0	0

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

*DT - Diâmetro transversal.

Oliveira et al. (2013) também obtiveram para a cultivar Alfa São Francisco na classe 4, valores aproximados de massa (202,0 - 205,7 g) e diâmetro transversal (74,9 - 75,7 mm). Já RICCI et al. (2014) avaliando cultivares em cultivo orgânico obtiveram para IPA-11 massa média de 64,8 g, este valor é quatro vezes menor ao encontrado neste experimento.

Vale salientar que a massa inicial utilizada para o rendimento foi obtido após o processo de lavagem, ou seja, quando já não constavam catáfilos externos e sujidades superficiais.

O rendimento é calculado com a massa total de vegetal pronto para ser embalado, dividido pela massa total de matéria-prima que foi processada. As etapas de seleção e descascamento diminuem a quantidade do vegetal efetivamente aproveitado para processamento, o que afeta o rendimento da matéria-prima (CENCI, 2011). Neste caso, como objetivou-se estudar o rendimento do processamento de acordo com o corte, desprezou-se a massa obtida nas etapas de seleção e descascamento.

4.1.2 Perda de massa fresca

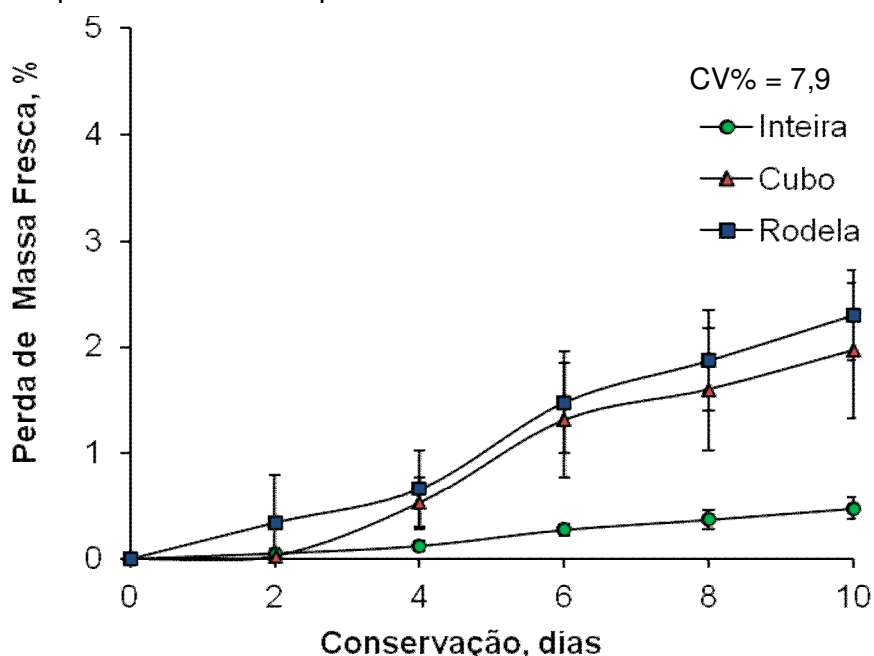
A perda de massa fresca aumentou gradativamente para as cebolas minimamente processadas ao longo do tempo de conservação, indicando que os tipos de corte interferiram nesta característica, como mostra o gráfico 1. As rodela e cubos obtiveram perdas equivalentes, com incremento de 2,3 e 2,0%, respectivamente, como consequência da maior injúria sofrida pela cebola nestes cortes. As cebolas inteiras obtiveram a menor perda de massa fresca com apenas 0,5%.

A perda de massa está relacionada com o tempo de conservação e a perda de água livre no tecido vegetal durante o processo de transpiração. Também está implicada a evaporação dos compostos voláteis durante a conservação refrigerada (BEERLI; VILAS BOAS; PICCOLI, 2004).

Apesar da morfologia do bulbo, formado por folhas, que apresenta uma boa proteção contra a desidratação, o processamento aumenta a área de superfície do tecido e expõe o seu interior à baixa umidade relativa do ambiente. A perda de

massa fresca limita o valor comercial de alimentos minimamente processados, pois prejudica a aparência visual e o peso final do produto (PARK; CHO; LEE,1998).

Gráfico 1 - Perda de Massa Fresca em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Bianco et al. (2006), também observou cerca de 2,3% de perda de massa fresca em cebolas da cultivar Superex (grupo amarela) minimamente processadas em cubo, conservadas a 10°C durante 12 dias.

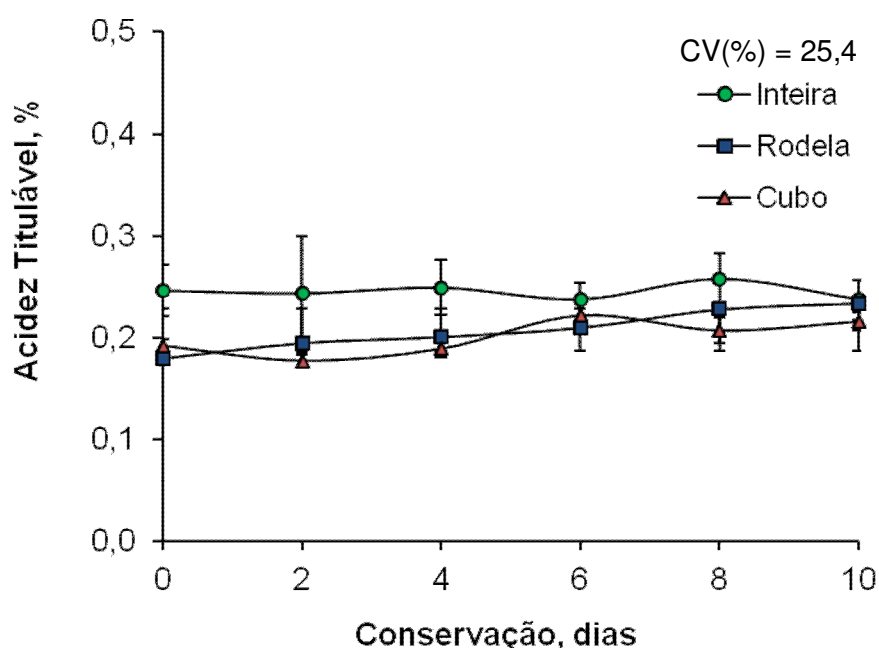
4.1.3 Acidez titulável; Concentração de íons H⁺; Ácido ascórbico e Extravasamento de eletrólitos

Nesse trabalho a acidez das cebolas minimamente processadas aumentou com o tempo de conservação (Gráfico 2). Como a acidez titulável está relacionada com o teor de ácidos orgânicos que se encontram dissolvida nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, entre outros. A cebola é considerada uma hortaliça ácida, o ácido orgânico mais presente

na cebola é o ácido pirúvico, que também é utilizado para determinar enzimaticamente o teor de pungência.

Nas cebolas em cubo e inteira obtiveram leve acréscimo no sexto e oitavo dia de conservação, respectivamente. Na cebola cortada em rodela constatou-se incremento dos valores com o tempo.

Gráfico 2 - Acidez titulável em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

No geral, os valores da acidez variaram de 0,18 a 0,26% de ácido pirúvico. Acredita-se que o menor teor de ácidos orgânicos observado na cebola processada em rodela e cubo esteja relacionado com a maior perda dos ácidos em virtude da drenagem do líquido celular e volatilização dos ácidos.

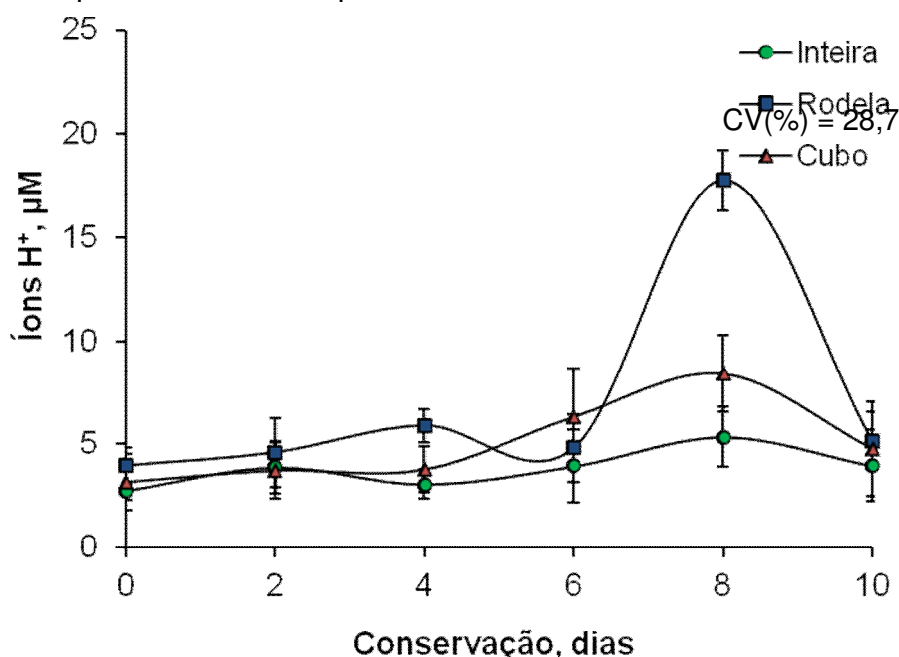
De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a acidez juntamente como teor de sólidos solúveis totais são parâmetros responsáveis pelo sabor e aroma de frutas e hortaliças.

Resultados semelhantes foram encontrado por Oliveira et al. (2011), com cebolas brancas minimamente processadas nas formas inteiras e rodela, de 0,20 a 0,28%, conservadas a 4°C sob 65% UR, por 8 dias. Miguel; Durigan (2007) encontraram teores inferiores (0,12 a 0,16%) em cebolas da cultivar :Superex (grupo amarela), minimamente processadas em cubo. Os mesmos também encontraram

incremento na acidez, estimulado pela aceleração do metabolismo, provocado pelo estresse mecânico.

Independentemente do tipo de corte verificou-se aumento na concentração de íons H^+ , atribuído ao incremento da concentração de ácidos no decorrer do tempo de conservação, com destaque para o oitavo dia. O maior efeito foi observado na rodela que mostrou a maior concentração de íons H^+ (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Concentração de íons H^+ em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a $4^{\circ}C$, $70\pm 5\%$ UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

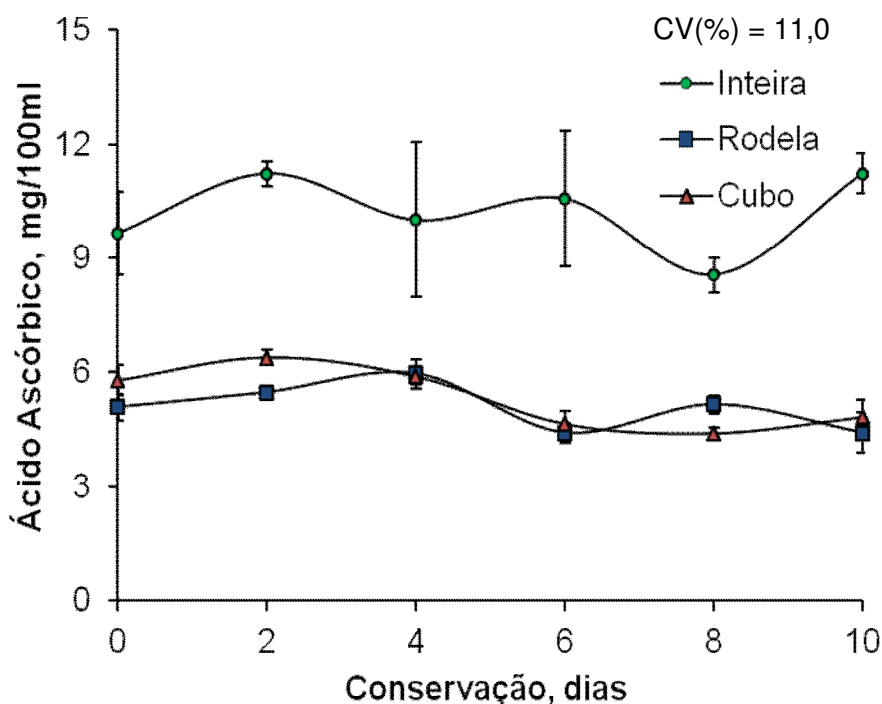
Gil (2008) obteve valores de concentração de íons H^+ na cebola vermelha de póvoa, para o tratamento controle de $3,89 \mu M$ e, quando tratada com peróxido de sódio de $5,01 M$.

No processamento mínimo de cebola o teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um indicador de qualidade, pois são sensíveis a variações de temperatura, luz e oxigênio. De acordo com os resultados do gráfico 4, os teores de ácido ascórbico diferiram para os tipos de cortes e tempo de conservação. As cebolas inteiras mantiveram-se com teor de ácido ascórbico 50% maior, quando comparadas às cebolas em rodela e cubos.

O tipo de corte utilizado aumenta a superfície de exposição da cebola com tais fatores ambientais, o ácido ascórbico na região do tecido danificado também fica

mais predisposto a sofrer oxidação. Por isso, a menor área de exposição apresentado pela cebola inteira apresentou menor redução no teor de ácido ascórbico.

Gráfico 4 - Ácido ascórbico em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

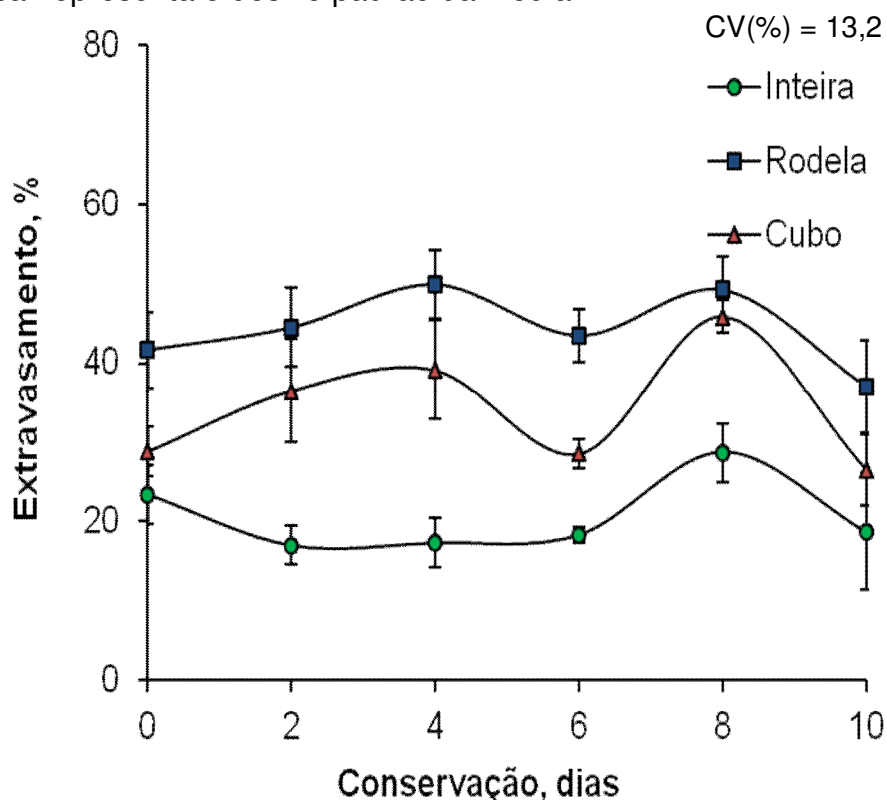
Segundo Rodrigues e Pinheiro-Sant'Ana (2003) a etapa de higienização está associada com a perda de ácidos hidrossolúveis, através do processo de lixiviação, uma vez que o contato direto da água com o alimento interfere no teor desses ácidos.

Granjeiro et al. (2008) encontraram teores de ácido ascórbico, 30,4 mg ácido ascórbico/100mL de suco de cebola, em diferentes genótipos de cebola cultivados em Mossoró-RN.

Ao analisar a influência dos cortes no extravasamento de eletrólitos, notaram-se valores praticamente constantes nas cebolas inteiras e menores em relação às rodela e cubos ao longo do período de conservação (Gráfico 5). Conforme Kays (1991), esse comportamento deve-se ao processo de cicatrização dos tecidos, que promove uma série de reações que isolam os tecidos danificados e renova-os, uma vez que, nas cebolas inteiras houve corte somente nas

extremidades. A liberação de íons pelos cortes em rodela e cubo caracteriza aumento da permeabilidade da membrana, característico no processo de senescência.

Gráfico 5 - Extravasamento de eletrólitos em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

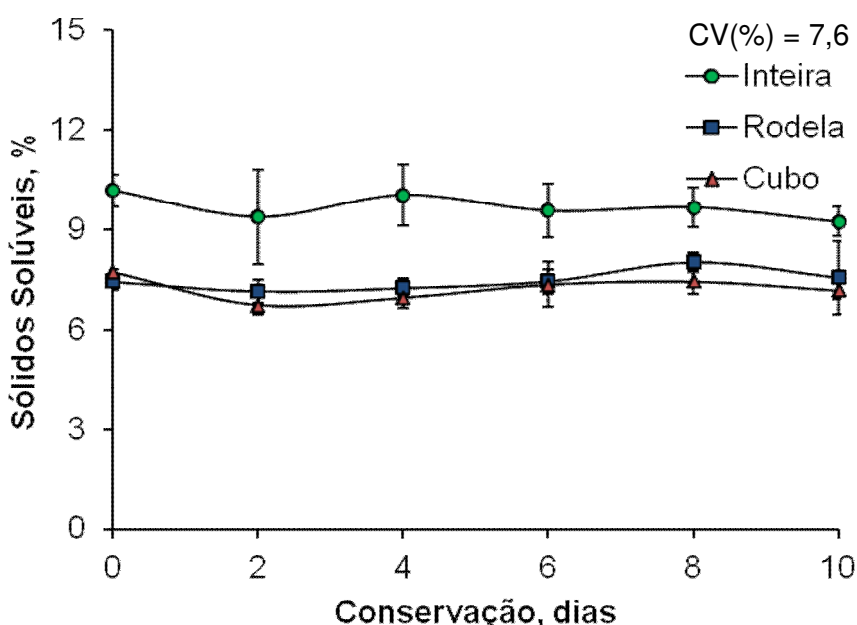
As células de origem vegetal são, geralmente, difíceis de serem rompidas porque suas paredes são formadas por materiais celulósicos, para isso, se faz necessário um tratamento mecânico mais vigoroso para que se promova o rompimento. O tratamento aplicado é avaliado pelo grau de rompimento das células e o tempo necessário para este rompimento (GRIVICICH; REGNER; ROCHA, 2007).

Saltveit (2003) considera que a injúria do processamento, ao danificar as células superficiais, provoca a transmissão deste dano às células adjacentes por meio de um sinal bioquímico, acarretando numa série de reações de defesa e cicatrização destes tecidos.

4.1.4 Sólidos solúveis, açúcares totais e redutores e razão sólidos solúveis/acidez titulável

Os sólidos solúveis expressam os teores de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e outros constituintes menores. Observou-se neste estudo que, os teores de sólidos solúveis mantiveram-se estáveis com o prolongamento da conservação em todos os cortes. No entanto, as cebolas inteiras diferiram dos demais cortes (rodela e cubo) com os maiores valores de sólidos solúveis (Gráfico 6).

Gráfico 6 - Sólidos solúveis em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

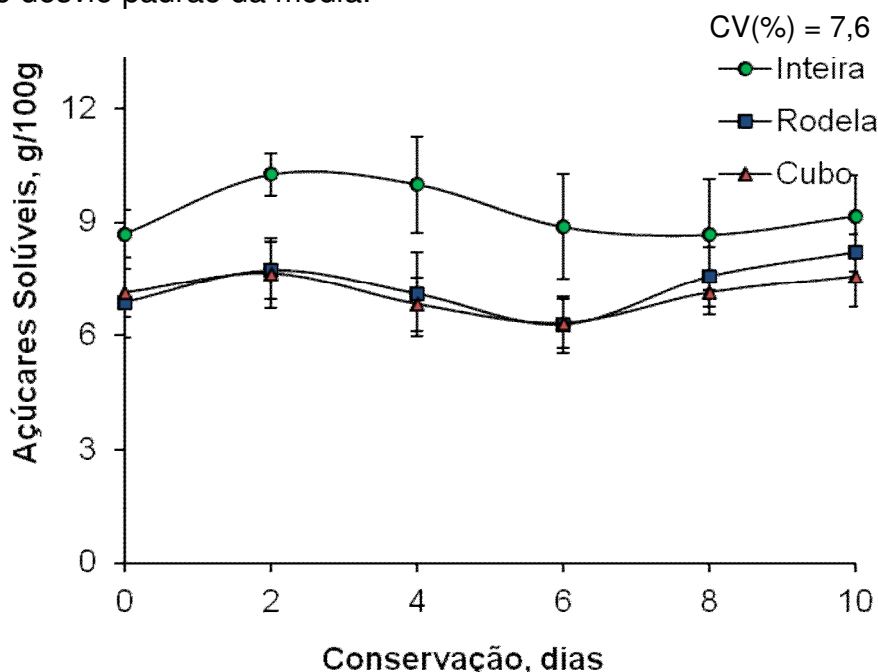
Segundo Brecht et al. (2007) injúrias intensas na estrutura celular, como os cortes intensos, podem eliminar parte do material celular interno e provocar aumento do metabolismo respiratório de vegetais, fazendo com que as reservas energéticas sejam utilizadas mais rapidamente.

Miguel e Durigan (2007) observaram um leve decréscimo no teor de sólidos solúveis em cebolas minimamente processadas durante período de conservação refrigerada. Brackmann et al. (2010) em estudo com cebola da cultivar 'Crioula' submetida a 70-90% UR, apresentaram teores de 9,9-10,9%, similares aos encontrados na cebola inteira (9,2-10,2%).

Schunemann et al. (2006) obtiveram valores de sólidos solúveis que variaram de 6 a 11% ao estudarem as características químicas, sensoriais e pungência sensorial em 18 genótipos de cebola no sul do Brasil, pois sabe-se que o teor de sólidos solúveis também está relacionado com a qualidade organoléptica da cebola, e principalmente, com o tempo de conservação.

Durante o período de conservação as concentrações açúcares solúveis (Figura 15) e redutores (Gráfico 7) na cebola inteira mantiveram-se maior do que nas cebolas em rodela e em cubo. Os resultados encontrados concordam com o comportamento dos sólidos solúveis, uma vez que os açúcares fazem parte de sua constituição (Gráfico 7).

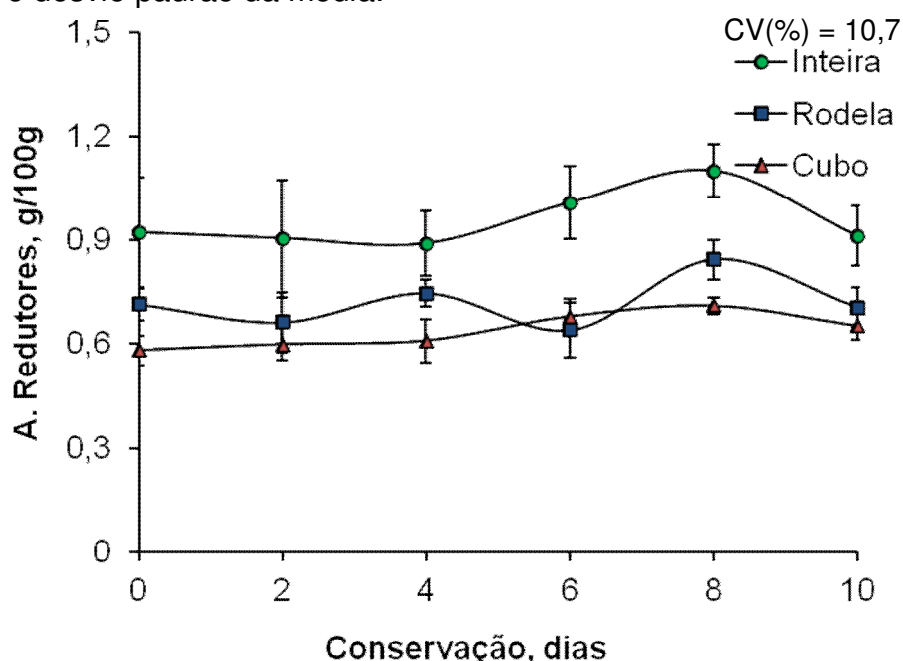
Gráfico 7 - Açúcares solúveis em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

A pequena redução dos açúcares solúveis, provavelmente, está relacionada com o processo de respiração (glicólise), onde o açúcar é parcialmente oxidado por enzimas solúveis localizadas no citosol, gerando dois monossacarídeos (glicose e frutose) que irão ingressar na rota glicolítica. Esse processo caracteriza reação catabólica de senescência (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Gráfico 8 - Açúcares redutores em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

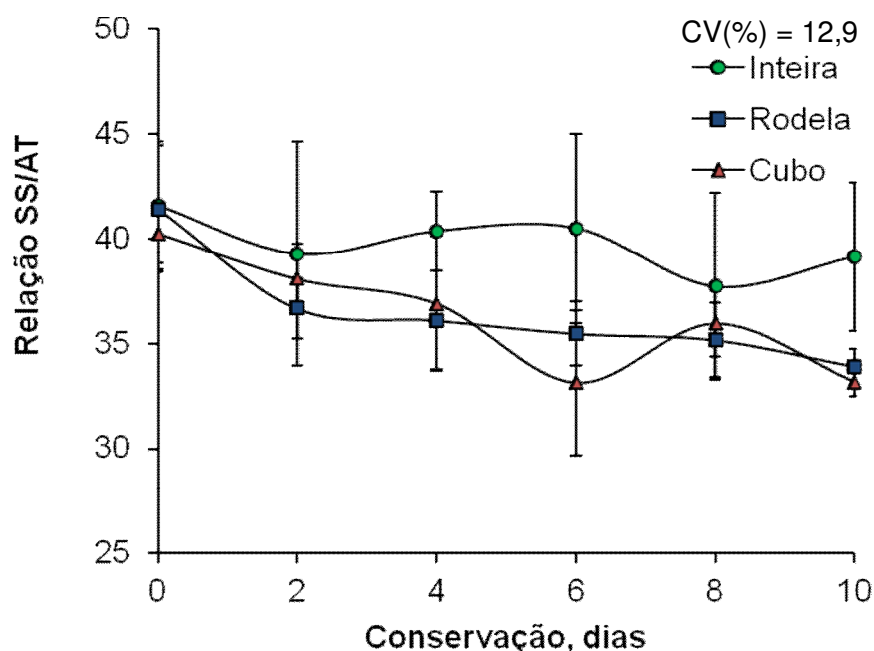
A taxa e os produtos finais desse processo são controlados pelas enzimas, concentração de íons H^+ , temperatura e tempo (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Conforme Benkeblia e Shiomi (2004) neste caso, a síntese final de açúcares corresponde à baixa temperatura utilizada na conservação, que diminui a hidrólise de frutanas, os principais oligossacarídeos em bulbos de cebola conhecidos como inulina. Segundo Botrel e Oliveira (2012) a inulina é sintetizada pelas plantas por enzimas, ficam armazenadas principalmente no vacúolo das células e que utilizam a sacarose como substrato.

Ao estudar as mudanças no teor de açúcar em bulbos "TG" 1015Y de dias curtos, armazenados durante 5 meses, em várias temperaturas, Yoo; Lee; Patil (2012), encontraram aumento durante 3 a 4 meses, com rápida diminuição, em atmosfera modificada, a 5°C. A causa desta diminuição pode está ligado ao uso de açúcares na respiração e a translocação de açúcares no brotamento das folhas (YOO et al., 1997). Antunes et al. (2014) observaram em cebolas cv. Baia Periforme valores de 10,0% em rodela e 9,1% em cebola picada após seis dias de conservação.

De acordo com Damodaran; Parkin e Fennema (2010) outro aspecto importante é que, baixos teores de açúcares (frutose e glicose) são importantes para evitar processos de coloração escura, derivados da reação de Maillard, que é produzido lentamente durante longo tempo de armazenamento.

O processo de conservação sob refrigeração reduziu significativamente a razão sólidos solúveis/acidez titulável em todos os cortes (Gráfico 9). As cebolas em cubo evidenciaram esta redução no sexto dia de conservação quando obteve a maior concentração de acidez titulável. Este comportamento indica que os tipos de cortes interferiram sobre as características organolépticas das cebolas.

Gráfico 9 - Razão sólidos solúveis/acidez titulável em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Segundo Chitarra; Chitarra (2005) a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável é importante para avaliar a qualidade pós-colheita de hortaliças, por ser considerado um critério de avaliação de sabor e aroma (flavor) da cebola, pois relaciona a quantidade de açúcares à quantidade de ácidos.

Conforme Moreira (2004) os fatores ambientais e/ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e dos ácidos, também podem interferir na razão Sólidos solúveis/Acidez titulável.

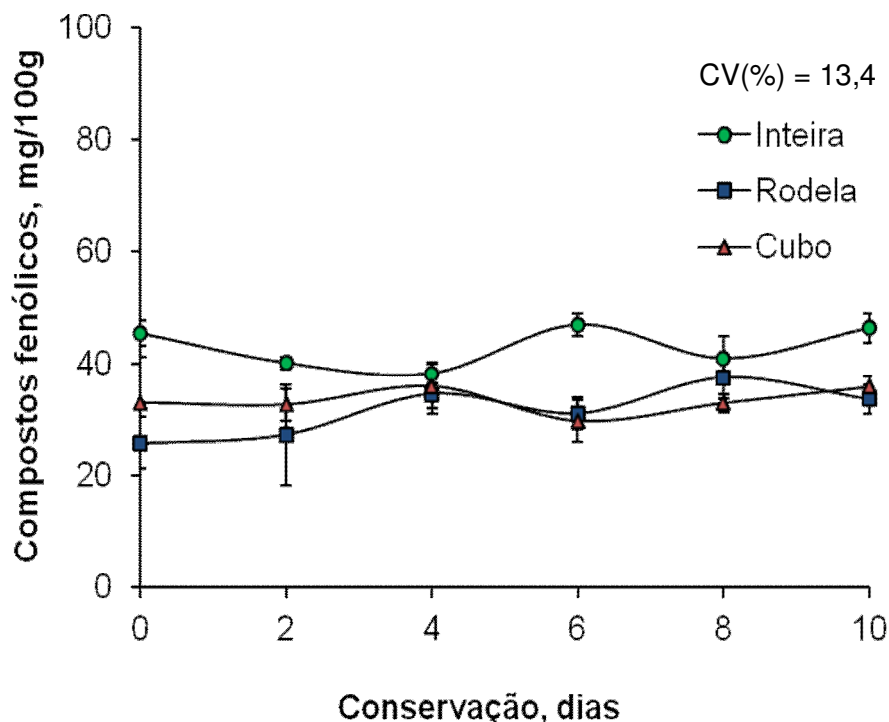
Albuquerque et al. (2013) encontraram resultados inferiores ao analisar cebola roxa produzida no sertão paraibano. Muniz (2007) verificou nas cultivares CNPH 6400 e Óptima uma tendência de aumento ao longo do armazenamento de 20 dias, decrescendo posteriormente, ao final de 60 dias.

4.2 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

4.2.1 Compostos fenólicos e flavonóides

Entre os tipos de cortes, os menores teores de compostos fenólicos foram encontrados na cebola em rodela e os maiores na inteira (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Compostos fenólicos em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

O conteúdo de compostos fenólicos, encontrados neste trabalho pode ser considerado baixo para todos os cortes, conforme classificação de Kaur; Joshi;

Kapoor (2009) que dividiram as cultivares de cebola na Índia em três grupos: alta (>100 mg/100 g), média (60-100 mg/100 g) e baixa (<60 mg/100 g) concentração de conteúdo fenólico.

De acordo com Cisneros-Zevallos (2003) o etileno produzido por injúria mecânica combinado com o teor de oxigênio na embalagem pode estimular a atividade da fenilalanina amônia liase (FAL), a reação da FAL é uma etapa reguladora importante na formação de muitos compostos fenólicos. Neste caso, o baixo teor de compostos fenólicos mostra que a injúria sofrida pelos cortes não foi suficiente para elevar a produção de etileno e, conseqüentemente, de compostos fenólicos.

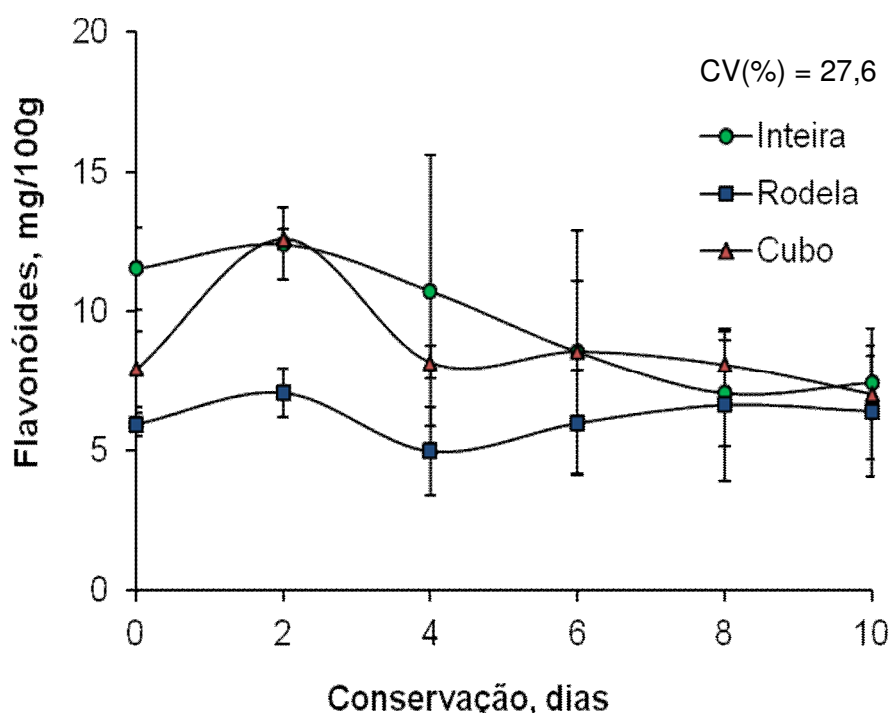
Segundo Silva et al. (2010) o metabolismo dos compostos fenólicos está associado à estratégia de defesa contra estresses fisiológicos e radicais livres formados durante os processos metabólicos. Este processo pode levar mais ou menos tempo, dependendo da formação de moléculas mais simples e de sua interação com estruturas mais complexas como ligninas.

Os valores medidos após o fermento nos tecidos vegetais é o resultado de um equilíbrio entre a taxa de síntese de compostos fenólicos e sua taxa de utilização no mecanismo de defesa, por isso, os cortes em rodela e cubo continham os menores teores, evidenciando a maior utilização dos compostos fenólicos como antioxidantes. (REYES; VILLARREAL; CISNEROS-ZEVALLOS, 2007).

Nas cebolas inteiras constatou-se a maior redução nos teores de flavonóides, cerca de 65% até o período final de conservação (Gráfico 11). Esse comportamento não foi verificado para as cebolas em rodela e em cubo. A rodela obteve os menores valores de flavonóides, com destaque para a redução no quarto dia de conservação. Ao contrário, o cubo apresentou acréscimo de 58% no segundo dia, conseguindo manter valores próximos até ao final da conservação.

O conteúdo de flavonóides aumenta durante o envelhecimento da célula, por isso, as células externas da cebola possuem os maiores teores de flavonóides já que são mais envelhecidos, com a retirada dos catáfilos externos ocorreu uma distribuição dos flavonóides para as partes internas (WATCH; PYRZYŃSKA; BIESAGA, 2007).

Gráfico 11 - Flavonóides em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Segundo Moretti (2007) os estresses em tecidos vegetais proporciona produção de etileno, que pode acelerar o processo de envelhecimento, que por sua vez, pode ter elevado os teores de flavonóides nos cortes que sofreram maior injúria como a rodela e o cubo.

Os flavonóides também foram estudados por Rodríguez Galdón et al. (2008) em seis cultivares de cebola, onde se observa que os teores obtidos (8,9 mg/100g) por estes autores foram semelhantes encontrados nas cebolas em cubo. Pérez-Gregorio et al. (2010), também encontraram resultados próximos das cebolas inteiras e cubos ao quantificar flavonóides nas cultivares de cebola Branca de Póvoa (8,9 mg/100g) e Híbrida SK409 (10,1 mg/100g).

Resultados semelhantes às cebolas inteiras foram encontradas por Rodrigues et al. (2010) em cebola Branca de Póvoa, com valores de 9,3 mg/100g em 2004 e o dobro em 2005 (18,6 mg/100g), um ano mais quente, de baixa precipitação e elevada radiação solar, situação climática similar a mesma encontrada na região de cultivo da cebola amarela IPA-11 em Pombal-PB.

Os valores encontrados são apenas um indicativo da concentração de compostos fenólicos e flavonóides, pois os métodos analíticos não são capazes de mensurar precisamente o conteúdo total. Isso se deve a diversidade estrutural encontrada entre os compostos e a ampla variação no conteúdo, dependendo da natureza do alimento e da parte da planta da qual esse deriva (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2002).

O método de Folin-Ciocalteu frequentemente utilizados superestima o conteúdo de compostos fenólicos totais, uma vez que a presença de outros agentes redutores tais como o ácido ascórbico, pode interferir no resultado (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2002). Conforme Evaristo e Leitão (2001), outros compostos fenólicos não identificados também podem estar presentes na cebola, por isso, é difícil estimar o seu conteúdo nos tecidos das plantas de modo absoluto.

4.2.2 Clorofila total e carotenóides

Os maiores teores de clorofila total foram observados nos extratos iniciais, logo após o processamento, com oscilações de valores durante a conservação (Gráfico 12).

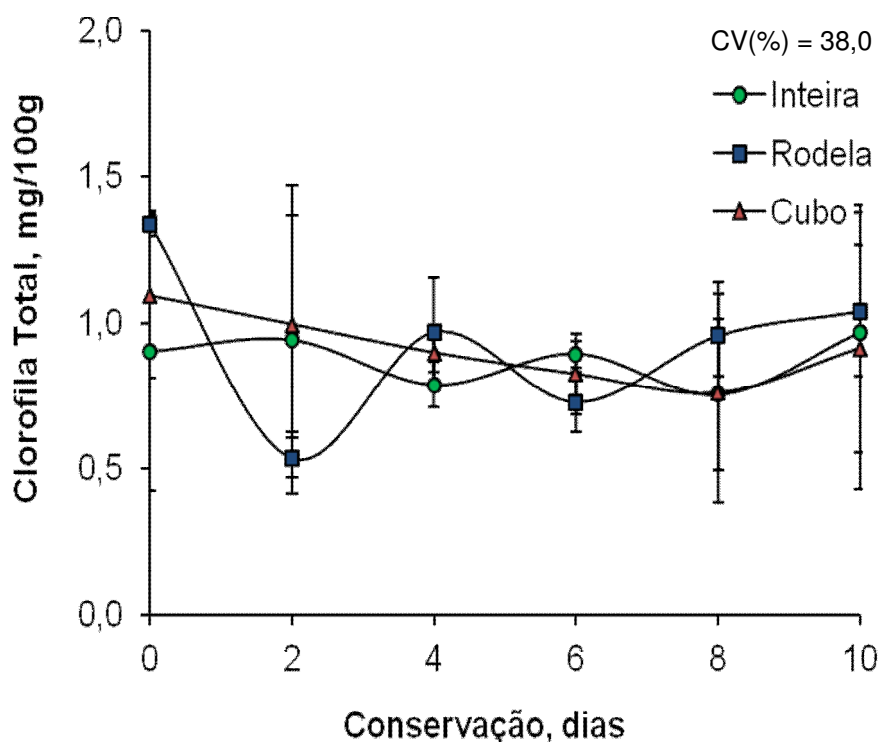
Os teores variaram entre 0,5 a 1,3 mg/100g, sendo que, nas cebolas cortadas em rodela foram estimados os maiores conteúdos de clorofila. Já os teores de carotenóides totais aumentaram durante a conservação nas cebolas de 0,03 a 0,15 mg/100g na inteira, de 0,07 a 0,15 mg/100g na rodela e de 0,08 a 0,14 mg/100g no cubo (Gráfico 13).

De acordo com Moretti (2007) a degradação da clorofila é iniciada durante a senescência, devido a fatores externos, como aumento do teor de etileno ou por fatores internos como a ruptura da compartimentalização celular, ocasionando a liberação de enzimas, clorofilases, que entram em contato com seus substratos, ocasionando degradação no conteúdo de clorofila.

Conforme Bobbio e Bobbio (1992), as maiores perdas dos carotenóides também são causadas pela ação de enzimas (peroxidases, polifenoloxidasas ou lipoxigenases) que entram em contato com o substrato. Como os carotenóides são poucos solúveis em água, as perdas por solubilidade nos processos de lavagem e

enxague não são significativos, comparado às perdas por processos mecânicos (corte, tritura, maceração, outros) que expõe o tecido a processos enzimáticos. Também pode ser causada pelo pH do meio, oxigênio, luz e calor ou combinação desses.

Gráfico 12 - Clorofila total em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.

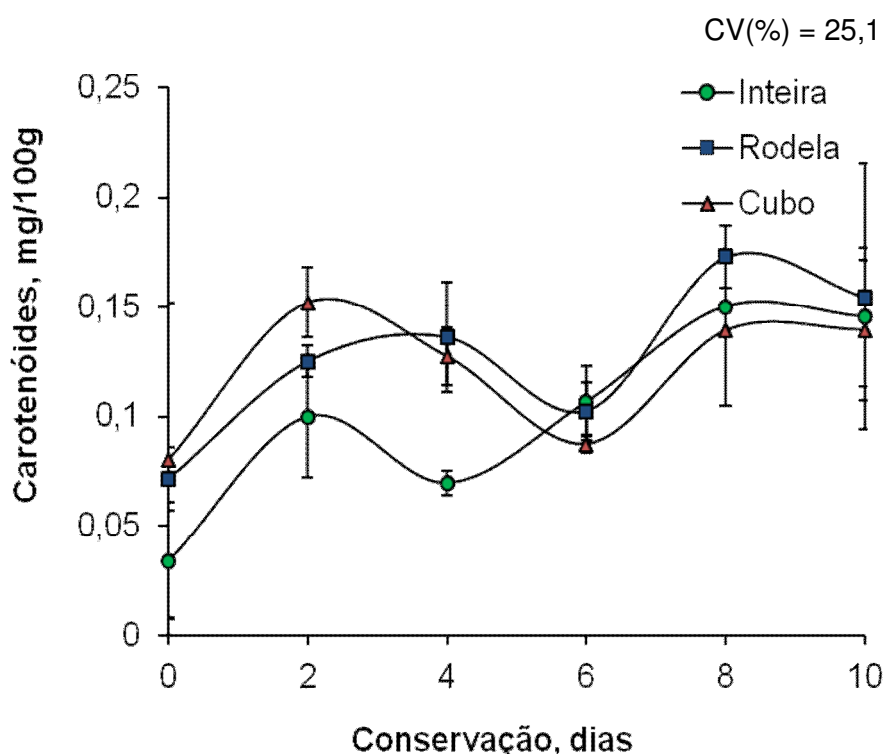


Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Os níveis de carotenóides em frutas e hortaliças são mais elevados na parte externa (pele ou casca) do que na polpa (GROSS, 1991; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). A retirada dos catáfilos externos para o processamento mínimo também pode ter ocasionado perdas nos teores finais de carotenóides.

Ibaraki et al. (2001) ao avaliar a qualidade de cebolas galeses (*Allium fistulosum* L.) minimamente processadas verificaram que o conteúdo de clorofila não foi alterado em cebolas cortadas, armazenadas a 0, 5 ou 10°C, enquanto que em cebolas armazenadas a 15 e 20°C, após 4 dias de armazenamento diminuiu gradativamente até ao final do período (sexto dia), mostrando que o corte juntamente com a temperatura influenciaram na medida do conteúdo de clorofila.

Gráfico 13 - Carotenóides em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

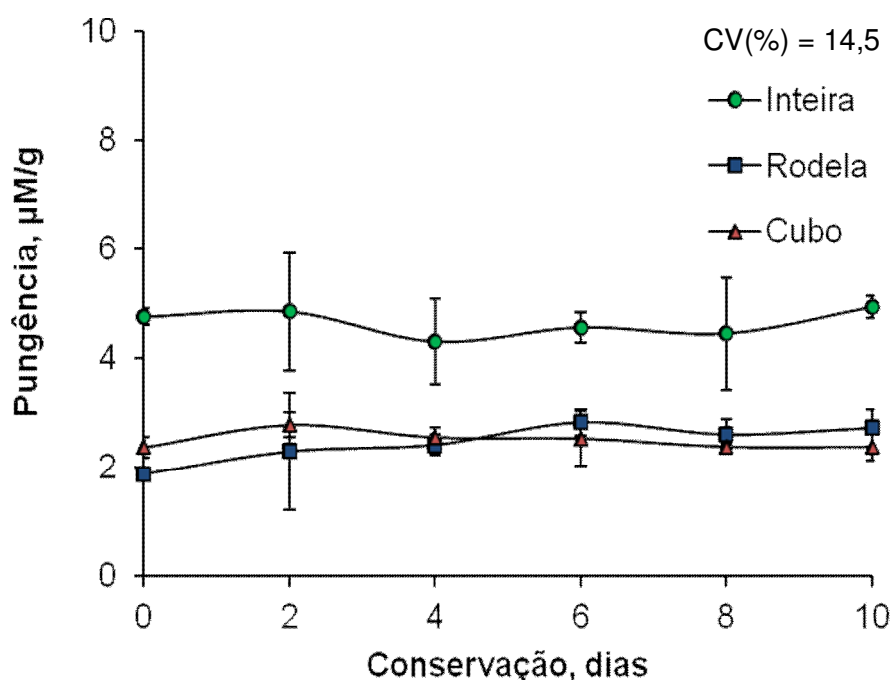
4.2.3 Pungência

A pungência foi 50% maior na cebola inteira em relação aos demais tipos de cortes (rodela e cubo) (Gráfico 14). Observou-se, também, que até os dez dias de conservação os níveis de pungência mantiveram-se praticamente constantes.

A diferença entre os cortes está relacionada com o extravasamento dos ácidos organosulfurados e seu uso no processo de respiração. Esse extravasamento é resultante da ruptura celular causada pelos processos de descascamento e corte, então, quanto maior a intensidade do corte, menor os teores de pungência (ANTHON; BARRETT, 2003; BRECHT et al., 2007; BERNO, 2013).

Yoo et al. (2012) verificaram concentrações de pungência em cebola cv. TG 1015Y próximas ao deste experimento, quando armazenadas em atmosfera controlada e ar ambiente a 5, 24 e 30°C durante 3 meses.

Gráfico 14 - Pungência em cebola amarela IPA-11 minimamente processada em diferentes formatos, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias. A barra vertical representa o desvio padrão da média.



Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Resultados semelhantes foram encontrados por Melo et al. (2012), em cebolas Beta Cristal e Óptima (1 e 4 µmol/g), sob refrigeração a 5°C, aos 30 dias de armazenamento. De maneira semelhante, Abrameto et al. (2010) ao estudarem a qualidade de cinco cultivares de cebola (Grano Oro, Cobriza, Valuno, Valcatorce e Antartica Inta) com 30 dias, sob diferentes temperaturas.

Muniz (2007) observou que os teores de pungência mantiveram-se equivalente até vinte dias de armazenamento em cebolas :Optima~ e :CNPH 6400~ minimamente processadas e armazenadas a 5°C.

De acordo com Anthon e Barrett (2003), a alteração de 1 µmol g⁻¹ ácido pirúvico já é percebida no sabor da cebola. Conforme Vilela et al. (2005), por isso, vem crescendo a procura por cebolas com menor pungência para consumo direto. Cebolas minimamente processadas com baixa pungência pode intensificar o consumo desses produtos.

4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

4.3.1 Bolores e leveduras

Os resultados obtidos na contagem de bolores e leveduras estão expressos na Tabela 03. Estes resultados indicam condições de higiene e refletem a umidade dentro da embalagem. Apesar das cebolas terem sido embaladas úmidas, a drenagem foi suficiente para retirar o excesso de água, permitindo assim, baixa contagem de bolores e leveduras.

Mesmo, sendo órgãos de reserva, os bulbos de cebola possuem uma vida pós-colheita relativamente mais longa, quando submetidos ao processamento mínimo, passam a ser mais perecíveis (KASMIRE; CANTWELL, 1992; VITTI et al., 2004).

Conforme Gomes et al. (2005) a contagem inicial das colônias pode ter sido causada pela temperatura das amostras, pois não havia atingido a temperatura de refrigeração, sendo mais propícia para crescimento de fungos e, ainda, pelo local de processamento ter alto teor de umidade, o que favorece o desenvolvimento destes micro-organismos.

A contagem total de bolores e leveduras variou da ordem de 10^2 a $4,1 \log$ UFC/g para as cebolas minimamente processadas, conforme Assis e Uchida (2014) a baixa contagem desses micro-organismos nas cebolas pode indicar condições higiênico-sanitária satisfatórias no processamento.

Tabela 5 - Unidade formadora de colônia (log UFC/g) de bolores e leveduras em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C , $70 \pm 5\%$ UR, por 10 dias.

Tempo	Inteira	Rodela	Cubo
0	<2,6 (presente)	4,11	2,47 (estimado)
2	2,81	2,92	<2,6 (presente)
4	<2	<2	<2
6	<2	<2	<2
8	<2	<2	<2
10	<2	<2	<2

Fonte: CCTA/UFCEG, Pombal - PB (2015).

Beerli et al. (2004) ao avaliar a influência de sanificantes peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e dicloro isocianurato sobre a vida útil de cebola minimamente processada, também verificaram baixa contaminação (1,1 a 2,2 log UFC/g), mostrando que os tratamentos foram eficientes na redução de bolores e leveduras.

4.3.2 Aeróbios psicrotróficos

As contagens de micro-organismos aeróbios psicrotróficos determinam a qualidade final dos alimentos refrigerados. Nas cebolas minimamente processadas, foram encontradas baixas contagens de aeróbios psicrotróficos, com exceção para a cebola em cubo que alcançou níveis de 5,0 a 5,3 ciclos logarítmicos no quarto e sexto dia conservação, respectivamente (Tabela 06). Estes resultados são satisfatórios e sugerem que foram adotadas medidas preventivas de contaminação no processamento mínimo das cebolas amarelas IPA-11.

Brackett (1994) considera a temperatura um fator primário no controle do crescimento microbiano em minimamente processados. Temperaturas baixas reduzem a velocidade de crescimento da maioria das bactérias e fungos, mas também oferecem as condições favoráveis para a multiplicação de microrganismos psicrotróficos, servindo assim como meio seletivo.

Tabela 6 - Unidade formadora de colônia (log UFC/g) de aeróbios psicrotróficas em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C, 70±5% UR, por 10 dias.

Tempo	Inteira	Rodela	Cubo
0	<2	<2	<2
2	<2	<2	<2
4	<2	<2	5,07
6	3	3,98	5,32
8	<2	<2	<2
10	<2	<2	<2

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Beerli et al. (2004) relaciona a presença de aeróbios psicrotróficos com a contaminação do ambiente de manipulação, com a contaminação durante a

realização das análises microbiológicas, na ocasião da amostragem microbiológica e, até mesmo pela qualidade da matéria prima.

4.3.3 Coliformes totais e termotolerantes

Os resultados avaliados para Coliformes Totais (Tabela 7) e Termotolerantes (Tabela 8) nas cebolas minimamente processadas foram <3 NMP/mL, exceto para o primeiro e segundo dia de conservação.

A ausência de coliformes evidencia que houve Boas Práticas de Fabricação em todas as etapas de processamento e que as cebolas minimamente processadas encontram-se de acordo com as normas da ANVISA (2001), que estabelece para contagem de coliformes termotolerantes $\log 10^2$ NMP/g para hortaliças.

Tabela 7 - Número mais provável de coliformes totais (log NMP/g) em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C , $70\pm 5\%$ UR, por 10 dias.

Tempo	Inteira	Rodela	Cubo
0	3,6	2,32	1,96
2	1,96	3,04	2,17
4	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3
8	<3	<3	3,6
10	<3	<3	<3

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Tabela 8 - Número mais provável de coliformes termotolerantes (log NMP/g) em cebola amarela IPA-11 minimamente processada: inteira, rodela e cubo, conservadas a 4°C e $70\pm 5\%$ UR, por 10 dias.

Tempo	Inteira	Rodela	Cubo
0	<3	1,38	1,14
2	1,14	1,30	1,23
4	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3
8	<3	3,6	<3
10	<3	<3	<3

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal - PB (2015).

Conforme Almeida & Resende (2012) os coliformes termotolerantes podem estar presentes em alimentos por meio de vários fatores, como a sanitização inadequada (na concentração ou no tempo de imersão das hortaliças), manipuladores de alimentos, utensílios e equipamentos contaminados.

Oliveira et. al. (2011) também avaliaram a qualidade microbiológica em hortaliças minimamente processadas, ao contrário deste estudo, os coliformes totais foram detectados na maioria das amostras vegetais com população acima de 3 log NMP/g, os termotolerantes foram encontrados com populações superiores a 2 log NMP/g.

Resultados de coliformes termotolerantes em hortaliças minimamente processadas coletadas em supermercados de Campo Mourão - PR, por Assis; Uchida (2014), mostraram que todas as amostras apresentaram resultados (<3 NMP/g) semelhantes de coliformes termotolerantes ao deste estudo.

Beerli et al. (2004) também detectaram baixa contagem de coliformes totais, exceto a controle, e ausência de coliformes termotolerantes em cebola minimamente processada tratada com sanificantes peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e dicloro isocianurato.

5 CONCLUSÕES

Independente do período de conservação, a cebola amarela IPA-11 minimamente processada inteira manteve-se com as melhores características de qualidade. Embora, nas cebolas em rodela e em cubo, esse tipo de corte foi importante para reduzir o efeito da pungência, tornando o produto mais conveniente.

As cebolas cortadas em rodela ou em cubo possuem rendimento de processamento semelhante, tornando assim a atividade viável.

A cebola inteira apresentou o menor efeito nos aspectos bioquímicos e fisiológicos estudados durante a conservação. Enquanto que, a rodela e o cubo possuem comportamento similar para várias características.

As cebolas minimamente processadas apresentaram incremento na perda de massa, na concentração de íons H^+ , nos teores de açúcares solúveis e redutores e no extravasamento de eletrólitos. Os teores de ácido ascórbico e a relação de sólidos solúveis e acidez titulável reduziram com o avanço do tempo de conservação.

Nos compostos bioquímicos, os flavonóides reduziram significativamente, já as clorofilas e carotenóides oscilaram com o avanço do tempo. Verificou-se que os fenólicos totais e a pungência mantiveram-se constantes com o tempo de conservação, com valores finais próximos aos iniciais.

As cebolas podem ser consumidas até 10 dias depois de minimamente processadas, por apresentarem qualidade microbiológica estabelecida na RDC nº12 (2001).

REFERÊNCIAS

ABRAMETO, M. A. et. al. Analysis of methodologies for the study of composition and biochemical carbohydrate changes in harvest and postharvest onion bulbs. **International Journal of Experimental Botany**, v.79, p.123-132, 2010.

AGROLINK. **Hazera-Nickerson traz ao Brasil genética de qualidade na produção de cebola**, 2013. Notícias. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/noticias/hazera-nickerson-traz-ao-brasil-genetica-de-qualidade-na-producao-decebola_183750.html. Acesso em: 21 maio 2014.

AHERNE, S. A; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: Chemistry, food content and metabolism. **Nutrition**, v.18, p.75-81, 2002.

ALBUQUERQUE, J.R.T. et. al. Qualidade pós-colheita da cebola roxa produzida no sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.4, p.17-21, 2013.

ALMEIDA, A. G.; RESENDE, A. Análise microbiológica em alfaces (*Lactuca sativa* L.) e couves (*Brassica oleracea* L.) minimamente processadas e comercializadas em Brasília-DF. **SaBios: Revista Saúde e Biologia.**, v.7, n.3, p.52-59, 2012.

ANDRADE, N. J. de; BASTOS, M. S. R.; ANTUNES, M. A. Higiene e sanitização. In: MORETTI, C. L. (Ed.) **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, Cap.3, p. 101-120, 2007.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

ANTHON, G. E.; BARRET, D. M. Modified for the determination of pyruvic acid with DNPH in the assessment of onion pungency. **Journal of the Science of Food and Agriculture, New York**, v.83, p.1210-1213, 2003.

ANTUNES, A. M. et. al. Qualidade de cebola minimamente processada em diferentes tipos de cortes. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.3, 2014.

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C. Custos. **Cultivo da cebola no Nordeste**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, 2007. Disponível em: <http://>

www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spcebola/custos.htm. Acesso em: 12 maio 2014.

ASSIS, L. L. R.; UCHIDA, N. S. Análise da qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas comercializadas em Campo Mourão, PR. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v.5, n.3, p.17-22, 2014.

BARBIERI, R. L. ; MEDEIROS, A. R. M. A cebola ao longo da história. **Cebola: ciência, arte e história**. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, 150p.

BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PICCOLI, R. H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. Lavras, MG: **Ciência e agrotecnologia**, v.28, n.1, p. 107-112, 2004.

BENKEBLIA, N.; SHIOMI, N. Chilling effect on soluble sugars, respiration rate, total phenolics, peroxidase activity and dormancy of onion bulbs. **Food Science and Technology**, v.61 n.3, 2004.

BERNO, N. D. **Processamento mínimo de cebola roxa: aspectos bioquímicos, fisiológicos e microbiológicos**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2013.

BETTONI, M. M. **Desempenho de cultivares de cebola em sistema orgânico na região metropolitana de Curitiba**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, PR, 2011.

BIANCO, M. S. et. al. **Processamento mínimo de cebola previamente armazenada por diferentes períodos sob condições ambientes**. In: 46º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, v.24, n.1. Goiânia, GO, 2006.

BILYK, A.; COOPER, P. L.; SAPER, G. M. Varietal difference in distribution of quercetin and kaempferol in onion (*Allium cepa* L.) tissue. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, p. 274-276, 1984.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992, 143 p.

BOITEUX, L.S.; MELO, P.C.T. de. **Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. Disponível em: www.cnph.embrapa.br. Acesso em: 20 maio 2014.

BONACCORSI P, CARISTI, C.; GARGIULLI, C.; LEUZZI, U. Flavonoid glucoside profile of southern Italian red onion (*Allium cepa* L.). **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.2733-40, 2005.

BOTREL N, OLIVEIRA VR. Cultivares de cebola e alho para processamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, v.30, 2012. Salvador, BA: **Horticultura Brasileira**, 2012.

BOYHAN, G. E. et. al. Adaptation of a spectrophotometric assay for pungency in onion to a microplate reader. **Journal of Food Quality**, Trumbull: Connecticut, v. 22, n.2, p.225 - 233, 1999.

BRACKMANN, A. et. al. Condições de temperatura, umidade relativa e atmosfera controlada para o armazenamento de cebolas da cultivar 'Crioula'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.8, p.1709-1713, 2010.

BRACKETT, R.E. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, p.269-312, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria n.529 de 18 ago. **Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento, Embalagem e Apresentação da Cebola**, Brasília-DF, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, n.56, v.11, p.317-333, 1998.

BRECHT, J. K.; et. al. Alterações metabólicas. In: MORETTI, C.L. (Ed.). MORETTI, C. L. (Ed.) **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, cap.2, p.41-77, 2007.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetables alliums**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2008, 432p.

CAMPOS, F. M. et. al. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara-SP, v.19, n.4, p.481-490, 2008.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, London, v.93, p. 223-226, 2005.

CARVALHO, C. R. L. et. al. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990.

CENCI, S.A. (Ed.). **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagens**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 144p.

CHEMELLO, E. A Química na Cozinha: As Cebolas. **Revista ZOOM**. São Paulo-SP: Cia da escola, nº 2, 2005. Disponível em:
www.ciadaescola.com.br/zoom/materia.asp?materia=263. Acesso em: 15 jun. 2014.

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

CISNEROS-ZEVALLOS, L. The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, v.68, n. 5, p.1560-1565, 2003.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo-SP: Moderna, 1982, 368p.

CEBOLA: Terceira hortaliça mais produzida no mundo. COOPERCITRUS REVISTA AGROPECUÁRIA. São Paulo, ed.303, 2012.
<<http://www.revistacoopercitrus.com.br/?pag=materia&codigo=6177>>. Acesso em: 15 março 2015.

COSTA, N.D.; RESENDE, G.M. Cultivares. **Cultivo da cebola no Nordeste**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, 2007. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cebola/CultivoCebolaNordeste/cultivares.htm>. Acesso em: 12 maio 2014.

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

DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolic antioxidants. **Food science e technology**, v.17, p. 505-512, 2006.

DHUMAL, K. Assessment of bulb pungency level in different Indian cultivars of onion (*Allium cep* L.). **Food Chemistry**, v.100, p.1328-1330, 2007.

DURIGAN, J. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Fortaleza, CE: Instituto Frutal, 2004. 69p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999, 412p.

EVARISTO, I. M.; LEITÃO, M. C. Identificação e Quantificação por DAD-HPLC, da Fração Fenólica Contida em Folhas de *Quercus suber* L. **Silva Lusitana**, v.9, n.2, p.135-141, 2001.

FAO. **FAOSTAT**: crops primary, 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 22 abr. 2014.

_____. **FAOSTAT**: production crops. Rome, 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em 22 abr. 2014.

FANTUZZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M.C.D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p. 207-211, abr./jun. 2004.

FARIA, J.P. **Composição de carotenóides no coquinho azedo (*Butia Cpitata* (mart.) BECC. Variedade *Capitata*)**. 2008. 61f. Dissertação (mestrado em Nutrição Humana), Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, 2008.

FORMICA, J.V.; REGELSON, W. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. **Food Chemistry and Toxicology**, v.33, n.12, p.1061-1080, 1995.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

GAMON, J. A.; SURFUS, J. S. Assessing leaf pigment content with a reflectometer. **New Phytologist**, v.43, p.105-117, 1999.

GIBSON, G.R. Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics. Londres: **British Journal of Nutrition**, v.80, n.2, p. 209-212, 1998.

GIL, L. M. F. E. **Estudo da taxa respiratória e de indicadores da qualidade de cebola vermelha (*Allium cepa* L., `Vermelha da Póvoa`) minimamente processada**. 2008. 229 f. Dissertação (mestrado em Ciências do Consumo Alimentar), Porto: Universidade Aberta, 2008.

GLEESON, E.; O'BEIRNE, D. `Effects of process severity on survival and growth of Escherichia coli and Listeria innocua on minimally processed vegetables_` **Food Control**, v.16, p.677-685, 2005.

GODOY, A. E. et. al. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal-SP, v.32, n.3, p.682-691, 2010.

GOMES, P. C. F. de L.; et. al. Análise físico-química e microbiológica da água de bebedouros de uma IFES do sul de Minas Gerais. **Revista Higiene Alimentar**, v19, n. 133, p. 63-65, 2005.

GRANGEIRO, L. C. et. al. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.12, n.4, p.1087-1091, 2008.

GRIVICICH, I.; REGNER, A.; ROCHA, A. B. Morte celular por apoptose. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.53, n.3, p.335-343, 2007.

GROSS, J. **Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids**. Van Nostrand Reinhold (Ed.), New York, 1991.

HALLIWELL, B et. al. The characterization of antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**. v. 33, n. 7, p. 601-617, 1995.

HO, C.T. Phenolic compounds in food: An overview. In M.-T. Huang, C.-T. Ho, & C.Y. Lee (Eds.), ACS symposium series: 507. **Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention** (p.2-7). Washington, DC: American Chemical Society., 1992.

IBARAKI, T. et. al. Method of evaluating quality of freshly cut welsh onions. **Food Science and Technology Research**, v.7, n.3, p.258-261, 2001.

IMAI, S. et. al. An onion enzyme that makes the eyes water. **NATURE**, v.419, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4.ed, São Paulo-SP: IAL, 2008, 98 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sidra** - Sistema IBGE de recuperação automática. Dados de previsão de safra - Brasil - maio de 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/orcfam/default.asp?z=t&o=23&i=P>. Acesso em: 18 jun. 2014.

JANG, E.K.; SEO, J.H.; LEE, S.P. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. **Korean Journal of Food Science and Technology**, v.40, p.443-448, 2008.

JONES, M.G. et. al. Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic. Liverpool: **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n.404, p. 1903-1918, 2004.

KASMIRE, R.F.; CANTWELL, M. Postharvest handling systems: underground vegetables (roots, tubers and bulbs). In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, p.271-275, 1992.

KAUR, C.; JOSHI, S.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in onion (*Allium cepa* L.) cultivars grown in India. **Journal of Food Biochemistry**, v.33, p.184-200, 2009.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, 1991. 532 p.

KING, A.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 2, n. 50, p. 213-218, 1999.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.

LICHTENTHALER, H. K. **Chorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). *Methods in Enzymology*. London, v.148, p.350-382, 1987.

LONGO, A. E. **Micropropagação de alho e ginogênese *in vitro* de cebola**. 2009. . 155 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) - Instituto Agrônomo - IAC, Campinas - SP, 2009.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. **Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta**. Caracas: ALAN, v.50, n.1, 2002.

MAZZA, G. Anthocyanins on grapes and grape products. Canadá: **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.35, n. 4, p.341-371, 1995.

McNULTY, H. P. et. al. Differential effects of carotenoids on lipid peroxidation due to membrane interactions: X-ray diffraction analysis. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1768, n. 1, p. 167-174, 2007.

MELO, C.O.et. al. Alterações físicas e químicas em cebolas armazenadas sob refrigeração. **Ciencia Rural**, v.42, n.11, Santa Maria, 2012.

MELO, P.C.T.; BREDA JUNIOR, J.M.; MELO, R. de A. Retrospectiva e avanços da cebolicultura brasileira na década de 2000. **Revista Nosso Alho (ANAPA)**, São José do Rio Pardo, SP, 6. ed, mar. 2010.

MENEZES, L. M.; MOREIRA, V. S. Análise microbiológica de abóbora minimamente processada e comercializada em feira livre no município de Itapeninga - BA. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, PR, v.14, n.3, p.159-163, 2012.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F. Qualidade de cebola minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Horticultura Brasileira**, Jaboticabal, SP, v.25, n.3, p.437-441, 2007.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n.3, p.426-428, 1959.

MOREIRA, R. N. A. G. **Qualidade de frutos de goiabeiras sob manejo orgânico, ensacadas com diferentes diâmetros**. 2004. 59 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa - UFV, MG, 2004.

MORETTI, C. L. (Ed.). Panorama do processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, Cap. 1, p. 25-40, 2007.

MUNIZ, L.B. **Caracterização química, física e de compostos funcionais em cebolas frescas e minimamente processadas**. 2007. 160f. Dissertação (mestrado em nutrição humana). Faculdade de Ciências da Saúde da UnB, Brasília, DF, 2007.

NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e Biotecnologia, 2007, 858 p.

OLIVEIRA, G.M.O. et. al. Coeficiente de cultura e produtividade da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.969-974, 2013.

OLIVEIRA, M. A. et. al. Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. **Food Control**, v.22, p.1400-1403, 2011.

OLIVEIRA, M. N. et. al. Conservação de cebola minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, 2011.

OLIVEIRA, V.R. et. al. **Cultivares. Sistema de produção de cebola**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cebola/cultivares.htm. Acesso em: 15 maio 2014.

PARK, W. P., CHO, S. H.; LEE, D. S. `Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress`, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.77, p. 282-286, 1998.

PÉREZ-GREGORIO, M. R.; GARCÍA-FALCON, M. S.; SIMAL-GÁNDARA, J. Flavonoids changes in fresh-cut onions during storage in different packaging systems. **Food Chemistry**, v.124, p. 652-658, 2010.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais**: introdução às principais substâncias bioativos em alimentos. São Paulo-SP: Editora Varela, 2005.

PINHEIRO, G. S. et. al. Germinação de sementes de cebola sob diferentes temperaturas, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, v.52, 2012, Salvador-BA. **Anais...**Salvador: Horticultura Brasileira, 2012. v.30, S7961-S7966.

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

RANDLE, W. M. **Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity**. ACM SYMPOSIUM SERIES, n. 660, p. 41-42, 1997.

RECART, V.M. **Caracterização de compostos bioativos em cebola e *Chlorella***. 2008. 136 f. Dissertação (mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2008.

REYES, L. F.; VILLARREAL, J. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. **Food Chemistry**, v.101, p.1254-1262, 2007.

RICCI, M. S. F. et. al. Cultivo orgânico de cultivares de cebola nas condições da Baixada Fluminense. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, 2014.

RODRIGUES, C. M. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. É possível prevenir perdas de vitaminas em alimentos?, **Nutrição em Pauta**, v.63, p.12-18, 2003.

RODRIGUES, A. S.; ALMEIDA, D.; FALCON, S.; SIMAL-GANDARA, J. Armazenamento de cebolas tradicionais da Póvoa de Varzim: efeito na qualidade e fitoquímicos funcionais. **Vida rural**, p.36-39, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: OMNI, 2001, 71p.

RODRIGUEZ, E. B. **Phytochemicals and functional foods. Current situation and prospect for developing countries**. Campinas-SP, v.13, 2006, 22p.

RODRÍGUEZ GALDÓN, B.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, E. M.; DÍAZ ROMERO, C. Flavonoids in onion cultivars (*Allium cepa* L.). **Journal of Food Science**, v. 73, n. 8, p.599-605, 2008.

ROJO, F.; SAABOR, A. Praticidade impulsiona a venda de pré-processados. **Fruit Fatos**, v.2, n.2, p. 42-44, 2002.

ROLDÁN, E. et. al. Characterisation of onion (*Allium cepa* L.) by products as food ingredients with antioxidant and antibrowning properties. **Food Chemistry**, v.108, p.907-916, 2008.

SALTVEIT, M. E. **Physical and physiological changes in the minimally processed fruits and vegetables**. In Phytochemistry of Fruit and Vegetables, ROBINS, T. B. A., Oxford: Clarendon Press, Inglaterra, 1997.

SALTVEIT, M. E. Fresh-cut vegetables. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, Cap.22, p.691-712, 2003.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L. **Melhoramento genético de cebola no Brasil: Avanços e Desafios**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, Doc. 254, 2013. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br>. Acesso em: 20 maio 2014.

SCHUNEMANN, A.P.P. **Caracterização química, sensorial e aptidão para desidratação de cebolas (*Allium cepa* L.) adaptadas no sul do Brasil**. 2006. 78 f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Pelotas: Universidade Federal de Pelotas - UFP, 2006.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Califórnia, v.9, n.4, p.301-304, 1961.

SIKORA, E. et. al. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. **Food Chemistry**, London, v. 107, p. 50-55, 2008.

SILVA, F. de A. S. **ASSISTAT versão 7.6 beta**. Campina Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina, 2014. Disponível em: < <http://www.assistat.com/index.html> >. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

SILVA, M.J.; ISHIHARA, Y. M.; SANTOS, K. K. L. **Alimentos minimamente processados**: uma breve revisão. I JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, Bananeiras - PB, 2006.

SILVA, M. L. C. et. al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, N. JUNQUEIRA et. al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo, SP: Varela, 2010, 614 p.

SIMON, E.W. Leakage from fruit cells in water. **Journal of Experimental Botany**, v.28, p.1147-1152, 1977.

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

SOUZA, J. O. et. al. Avaliação de genótipos de cebola no Semi-Árido Nordeste. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 26, n. 1, p. 097-101, 2008.

STUART, N. W. Comparative cold hardiness of scion roots from fifty apple varieties. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.37, p.330-334, 1939.

TAPETTI, R.A. Cebola: Inicia Safra em São Paulo. In: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba-SP, v.9, n.93, 2010. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/93/cebola.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2014.

TAYZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO/NEPA - UNICAMP**. 4. ed.rev. e amp., Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: www.unicamp.br/nepa. Acesso em: 07 jan. 2014.

VILELA, N. J. et. al. Desafios e oportunidades para o agronegócio da cebola no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 1029-1033, 2005.

VITTI, M. C. D. et. al. Comportamento de beterrabas minimamente processadas em diferentes espessuras de corte. Brasília-DF: **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p. 623-626, 2004.

WASUM, R.A.; BORDIN, J.; SINIGAGLIA, C. Considerações taxonômicas. In: BARBIERI, R.L (Ed.). **Cebola: ciência, arte e história**. 2. ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.23-26, 2007.

WATCH, A.; PYRZYŃSKA, K.; BIESAGA, M. Quercetin content in some food and herbal samples. **Food Chemistry**, v.100, p.699-704, 2007.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5, 2006.

XUE, L.; YANG, L. Deriving leaf chlorophyll content of green-leafy vegetables from hyperspectral reflectance. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v.64, p. 97-106, 2009.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v.57, p.508-515, 1954.

YOO, K.S.; LEE, E.J.; PATIL, B.S. Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. **Journal of Food Science**, v.77, n.2, 2012.

YOO, K.S. et. al. Changes in sugar concentrations in onion scales during storage at selected temperatures and after transfer to 27°C. **Subtropical Plant Science Journal**, v.48, p.29-32, 1997.

ANEXOS

Anexo A - Efeito da variância das características físicas, químicas e bioquímicas da cebola amarela IPA-11 minimamente processada, em função do tipo de corte e do tempo de conservação.

Características	Tipo Corte, TC	Conservação, C	TC x C	CV, %
Sólidos solúveis (SS)	142,40 **	2,52*	1,03ns	7,61
Acidez titulável (AT)	6,84 **	4,50 **	4,80 **	25,44
SS/AT	15,39 **	1,29 ^{ns}	3,72 **	12,98
Ácido Ascórbico	431,20**	8,51 **	4,60 **	11,07
Concentração de íons H ⁺	33,81 **	44,68 **	13,27 **	28,70
Perda de massa fresca	28,95 **	0,09 *	0,01 **	7,95
Extravasamento de eletrólitos	222,52 **	17,90**	4,00**	13,26
Açúcares Solúveis	53,36 **	4,56 **	1,26 ^{ns}	11,51
Açúcares Redutores	118,20**	7,39 **	1,51 ^{ns}	10,79
Compostos fenólicos	48,14**	2,15 ^{ns}	3,13 **	13,40
Flavonóides	18,23 **	5,49**	1,98 *	27,69
Clorofila total	0,05 ^{ns}	2,22 ^{ns}	0,97 ^{ns}	38,02
Carotenóides	6,54 **	20,12 **	2,24 *	25,16
Pungência	216,52 **	1,39 ^{ns}	1,66 ^{ns}	14,52

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal-PB (2015).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$); ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$)

Anexo B - Médias das características físicas, químicas e bioquímicas da cebola amarela IPA-11 minimamente processada, em função do tipo de corte.

Características	Inteira	Rodela	Cubo	DMS
Sólidos solúveis (SS)	9,68 a	7,47 b	7,23 b	0,38
Acidez titulável (AT)	0,24 a	0,25 a	0,20 b	0,03
SS/AT	3,83 c	33,01 c	36,25 b	2,91
Ácido Ascórbico	10,21 a	5,09 b	5,33b	0,47
Concentração de íons H ⁺	3,83 c	7,03 a	5,04 b	0,94
Perda de massa fresca	228,70 a	201,33 b	199,41 b	10,31
Extravasamento de eletrólitos	20,59 c	44,40 a	34,21 b	2,71
Açúcares Solúveis	9,27 a	7,28 b	7,09 b	0,56
Açúcares Redutores	0,95 a	0,71 b	0,63 c	0,05
Compostos fenólicos	43,11 a	31,72 b	33,47 b	2,99
Flavonóides	9,56 a	6,17 b	8,68 a	1,39
Clorofila total	0,90 a	0,92 a	0,91 a	0,21
Carotenóides	0,10 b	0,12 a	0,12 a	0,21
Pungência	4,64 a	2,45 b	2,50 b	0,28

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal-PB, (2015).

As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Anexo C. Médias das características físicas, químicas e bioquímicas da cebola amarela IPA-11 minimamente processada, em função do tempo de conservação.

Característica	0	2	4	6	8	10	DMS
Sólidos solúveis (SS)	8,45 a	7,76 b	8,08 ab	8,12 ab	8,37 ab	7,99 ab	0,66
Acidez titulável (AT)	0,29 a	0,20 b	0,21 b	0,22 b	0,23 b	0,22 b	0,06
SS/AT	34,75 a	38,00 a	37,79 a	36,37 a	36,29 a	34,85 a	5,04
Ácido Ascórbico	6,84 bc	7,70 a	7,29 ab	6,55 bc	6,04 c	6,83 bc	0,81
Concentração de íons H ⁺	3,29 c	4,07 bc	4,24 bc	5,03 b	10,53 a	4,64 bc	1,62
Perda de massa fresca	211,34 a	211,05 a	210,45 a	209,25 a	208,71 a	208,10 a	17,82
Extravasamento de eletrólitos	31,62 bcd	32,64 bc	35,42 b	30,11 cd	41,20 a	27,40 d	4,68
Açúcares Solúveis	7,55 bc	8,53 a	7,96 abc	7,15 c	7,78 abc	8,30 ab	0,97
Açúcares Redutores	0,73 b	0,72 b	0,74 b	0,77 b	0,88 a	0,75 b	0,08
Compostos fenólicos	34,83 ab	33,45 b	36,40 ab	35,97 ab	37,22 ab	38,72 a	5,17
Flavonóides	8,51 ab	10,68 a	7,95 b	7,53 b	7,27 b	6,89 b	2,41
Clorofila total	1,16 a	0,82 a	0,88 a	0,81 a	0,82 a	0,97 a	0,37
Carotenóides	0,06 c	0,12 ab	0,11 b	0,09 b	0,15 a	0,14 a	0,03
Pungência	3,00 a	3,31 a	3,09 a	3,31 a	3,15 a	3,35 a	0,49

Fonte: CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2015.

As médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.