



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

TICIANE COELHO ABREU DE OLIVEIRA

ESTUDO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA, QUÍMICA E
SENSORIAL DE CENOURA (*Daucus carot L.*) SUBMETIDA À TECNOLOGIA *SOUS*
***VIDE* PRODUZIDA INDUSTRIALMENTE**

FORTALEZA

2013

TICIANE COELHO ABREU DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA, QUÍMICA E
SENSORIAL DE CENOURA (*Daucus carot L.*) SUBMETIDA Á TECNOLOGIA *SOUS*
VIDE PRODUZIDA INDUSTRIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Área de concentração: Microbiologia de Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo

Co-orientadora: Profa. Dra. Isabella Montenegro
Brasil

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

O45

Oliveira, Ticiane Coelho Abreu de.

Estudo da qualidade microbiológica, físico-química, química e sensorial de cenoura (*daucus carot* L.) submetida à tecnologia *sous vide* produzida industrialmente / Ticiane Coelho Abreu de Oliveira – 2012.

96 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Microbiologia de Alimentos.

Orientação: Profa. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo.

Coorientação: Profa. Dra. Isabella Montenegro Brasil.

1. *Sous vide*.
2. Cenoura.
3. Tratamento térmico.
4. Resfriamento.
5. Armazenamento refrigerado. I. Título.

CDD 664

TICIANE COELHO ABREU DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA, QUÍMICA E
SENSORIAL DE CENOURA (*Daucus carot L.*) SUBMETIDA À TECNOLOGIA *SOUS*
VIDE PRODUZIDA INDUSTRIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Microbiologia de Alimentos.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Evânia Altina Teixeira de Figueiredo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Isabella Montenegro Brasil (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luciléia Barros de Vasconcelos Torres
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Pesquisadora Dra. Teresinha Feitosa Machado
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CE)

Aos meus pais Sônia e Fernando, meus grandes orgulhos, ao meu irmão Fernando Filho e ao meu esposo Rosembergue por me apoiar e amar durante esse período.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que na sua grandeza me deu forças em cada passo, a cada queda me levantou, me consolou e tudo por amor. À minha mãe Maria todo o meu amor, pois foi ela quem me educou, me amou e me ensinou a ser filha, esposa e serva de Deus.

A Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA, pela oportunidade de realização da pesquisa.

Ao CNPq pelo apoio financeiro no decorrer do curso.

A Indústria de beneficiamento de alimentos utilizando tecnologia *sous vide* pelo fornecimento das amostras para a pesquisa.

À professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo, pela orientação, oportunidade, força, disponibilidade, paciência e confiança prestadas durante este trabalho. Também por fazer parte e contribuir para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor Paulo Henrique Machado de Sousa, pela fundamental ajuda, orientação e disponibilidade.

Ao professor Sandro Tomaz, pela valiosa orientação no decorrer do trabalho.

À professora Elisabeth e aos técnicos Rose e Luiz do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado pela valiosa disponibilidade, atenção, confiança, ajuda e ensino.

À Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará- NUTEC, especialmente a diretora da Divisão de Alimentos e Química, Ana Luiza Maia e aos técnicos Silvana, Sávio e Sonia pela valiosa ajuda e disponibilidade dos Laboratórios de Microbiologia e Físico-Química para a realização de alguns ensaios.

À minha grande amiga Ivilane que foi minha companheira nesse trabalho, pela ajuda, ensino, dedicação e convívio. Ficam o meu respeito, admiração e gratidão.

Agradeço aos meus queridos pais, Sônia & Fernando, pelo apoio, carinho e amor oferecidos durante toda minha vida, pela pessoa que me tornei e porque mesmo diante das dificuldades acreditaram em mim. Dedico a minha dissertação principalmente a minha mãe que sempre foi meu espelho de mulher, filha e mãe, a quem sempre admirei como profissional e, principalmente, como pessoa.

Agradeço ao meu querido irmão Fernando pelo amor e companheirismo durante toda a minha vida.

Agradeço ao meu esposo Rosembergue pelo amor, companheirismo, força, compreensão e dedicação durante todo o meu mestrado, por ter muitas vezes enxugado as minhas lágrimas nos momentos de tristeza e por ter compartilhado grandes momentos de alegria.

A todos os colegas de mestrado que me ajudaram nessa caminhada em especial à Marina, minha amiga com quem aprendi muito. Aos colegas do Laboratório de Química, Alan Dantas e do laboratório de Tecnologia de Frutos: Larissa, Leônia, Hilda, Jorgiane, Aline, Juliana, Natalia e Fátima, pelo apoio e convívio.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, principalmente à Natalya, Gisane, Fernanda e Larissa, pelo convívio e ajuda.

Aos amigos e colegas do NUTEC: Olinda, Márcia, Eliana, Conceição, Rubens, Alexandre, Priscila e Nívia, pela ajuda e convívio.

A todos os professores do mestrado pelos ensinamentos e experiência transmitidos.

Aos que não foram citados que contribuíram direta ou indiretamente para desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos-irmãos, verdadeiros anjos na minha vida, com os quais posso contar sempre que precisar, pelo amor, amizade, carinho, apoio, incentivo e confiança: Flávia Quesado, Armando Nóbrega, Robertha Arrais, Patrícia Gonçalves e Matheus Telles.

“Tudo posso naquele que me fortalece”

(Filipenses 4, 13)

RESUMO

A cenoura é uma olerícola rica em carotenóides, pró-vitamina A, minerais e carboidratos, constituindo um alimento com alto valor nutritivo. O Brasil está entre os cinco maiores produtores e consumidores de cenoura (*Daucus carot L.*) do mundo, concentrando sua produção na região sudeste. Na busca de produtos mais atrativos, práticos, nutritivos e saudáveis pelo consumidor, a tecnologia *sous vide* surge como uma alternativa tecnológica para a indústria no fornecimento de pratos prontos para consumo. O *sous vide* consiste em cozinhar alimentos acondicionados em embalagens plásticas seladas à vácuo, submetidos a temperaturas inferiores à 100°C por longos períodos de tempo, resfriados rapidamente e armazenados sob refrigeração. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade e a vida de prateleira de cenouras (*Daucus carot L.*) cortadas em cubos submetida a tecnologia *sous vide*, produzida em escala industrial. As amostras foram submetidas as análises físico-químicas e químicas, com três repetições e microbiológicas, com cinco repetições, dos produtos, logo após o tecnologia e por 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C). A análise sensorial foi realizada nos tempos de 0 e 4 semanas, com uma repetição. Os resultados indicaram que houve diferença significativa de 5% ($p \leq 0,05$) nos carboidratos, proteínas, cinzas, acidez total titulável e na cromaticidade entre a cenoura *in natura* e a cenoura processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0. Nos tempos de 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento a 3°C houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas nas proteínas e acidez total titulável. Na análise sensorial, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em nenhum dos atributos estudado. Observou-se também que a tecnologia *sous vide* foi eficiente na eliminação de células vegetativas de micro-organismos deteriorantes e patogênicos, porém não foi capaz de eliminar esporos. A cenoura processada por tecnologia *sous vide* conservou suas características nutricionais, sensoriais, químicas e manteve-se estável microbiologicamente até oito semanas de armazenamento à 3°C.

Palavras-chave: *Sous vide*. Cenoura. Tratamento térmico. Resfriamento. Armazenamento refrigerado.

ABSTRACT

The carrot is a crop rich in carotenoids, pro-vitamin A, minerals and carbohydrates, and is a food with high nutritional value. Brazil is among the five largest producers and consumers of carrot (*Daucus carot L.*) in the world, concentrating its production in the Southeast. In search of products more attractive, practical, nutritious and healthy, the consumer's sous vide technology is an alternative technology for the industry in providing food ready for consumption. The sous vide consists in cooking food packaged in plastic vacuum-sealed, subjected to temperatures lower than 100°C for extended periods of time, chilled quickly and stored under refrigeration. The aim of this study was to evaluate the quality and shelf life of carrots (*Daucus carot L.*) diced submitted to sous vide technology, produced on an industrial scale. The samples were subjected to physical and chemical analysis and chemical, microbiological and with three replications, with five repetitions of the products, and soon after processing by 2, 4, 6 and 8 weeks of storage (3°C). Sensory analysis was carried out on days 0 and 4 weeks, with a repeat. The results indicated a significant difference of 5% ($p \leq 0.05$) in carbohydrate, protein, ash, titratable acidity and chromaticity between the carrot fresh carrot and processed by sous vide technology at time 0. In times of 2, 4, 6 and 8 weeks of storage at 3°C difference was significant ($p \leq 0.05$) only for protein and total acidity. In sensory analysis, no significant difference ($p \leq 0.05$) in any of the attributes studied. It was also observed that the technology sous vide was effective in eliminating vegetative cells of micro-organisms pathogenic and spoilage, yet not been able to eliminate spores. The carrot processed by sous vide technology retains its nutritional characteristics, sensory, chemical and microbiologically stable for up to eight weeks of storage at 3°C.

Keywords: *Sous vide*. Carrot. Heat treatment. Cooling. Refrigerated storage

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Evolução do PIB do Brasil 2002 – 2010.....	19
Figura 2 -	Fluxograma do beneficiamento da cenoura em cubo pela tecnologia sous vide.....	36
Figura 3 -	Cenoura em cubo submetida à tecnologia sous vide.....	39
Figura 4 -	Microscopia de esporo de bactérias presente na cenoura processada: A – após o processamento no tempo T0 e B- com 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	58
Figura 5 -	Valores médios e desvios padrão do pH e acidez total titulável da análise estatística dos dados em cenoura in natura e processada, no tempo T0.....	63
Figura 6 -	Variação de acidez total titulável durante o os tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento refrigerado (3°C).....	70
Figura 7 -	Distribuição dos provadores em relação ao grau de gostar de cenoura cozida.....	74
Figura 8 -	Distribuição dos provadores em relação a frequência de consumo de cenoura cozida.....	74
Figura 9 -	Distribuição do percentual das notas de intenção de compra da cenoura processada por tecnologia sous vide (Tempo 0).....	78
Figura 10 -	Distribuição do percentual das notas de intenção de compra da cenoura cozida com 4 semanas de armazenamento refrigerado (3°C)...	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição nutricional da cenoura crua e cozida.....	22
Tabela 2 -	Principais características de bactérias esporogênicas associadas aos alimentos.....	32
Tabela 3 -	Contagem de bactérias aeróbias mesófilas em cenoura (<i>Daucus carot L.</i>) in natura e em cenouras processadas por tecnologia sous vide nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	52
Tabela 4 -	Contagem de bolores e leveduras em cenoura (<i>Daucus carot L.</i>) in natura e em cenouras processadas por tecnologia sous vide nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	54
Tabela 5 -	Contagem de coliformes totais em cenoura (<i>Daucus carota L.</i>) in natura e em cenouras processadas por tecnologia sous vide nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	56
Tabela 6 -	Avaliação da presença ou ausência de bactérias produtoras de esporos, mesófilas aeróbias facultativas em cenouras processadas por tecnologia sous vide nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado a 3°C.....	57
Tabela 7 -	Valores médios e desvios padrão dos conteúdos de umidade, lipídios, cinzas, proteínas e carboidratos da análise estatística dos dados da cenoura in natura e processada por sous vide no tempo 0.....	61
Tabela 8 -	Valores médios dos parâmetros da cor instrumental L^* , a^* , b^* , croma e hue, da análise estatística dos dados em amostras in natura e cenouras processadas por tecnologia sous vide no tempo T_0	65
Tabela 9 -	Valores médios dos conteúdos de umidade, lipídios, cinzas, proteínas e carboidratos da análise estatística dos dados da estabilidade das cenouras processadas por tecnologia sous vide nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	67
Tabela 10 -	Valores médios da cor instrumental L^* , a^* , b^* , croma, hue e ΔE , da análise estatística dos dados para a amostra in natura e cenouras processadas por tecnologia sous vide durante os tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	69
Tabela 11 -	Valores médios da cor instrumental: L^* , a^* , b^* , croma e hue, para a amostra <i>in natura</i> e cenouras processadas por tecnologia <i>sous vide</i> durante os tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	72
Tabela 12 -	Médias dos atributos sensoriais das cenouras processadas por tecnologia sous vide durante os tempos 0 e 4 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	Produção Nacional de Hortaliças.....	18
3.2	Cenoura.....	20
3.3	Consumo de pratos preparados no Brasil.....	23
3.4	Métodos de cocção de alimentos.....	24
3.5	Tecnologia <i>sous vide</i>	25
3.6	3.6 Aspectos microbiológicos.....	28
3.7	3.7 Armazenamento refrigerado.....	33
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4.1	Material vegetal.....	35
4.2	Transporte.....	39
4.3	Análise microbiológica.....	40
4.3.1	Preparo de amostra e diluições.....	40
4.3.2	Pesquisas de micro-organismos deteriorantes.....	40
4.3.2.1	Coliformes á 35°C e <i>Escherichia coli</i>	40
4.3.2.2	Contagem de aeróbios mesófilos em Petrifilm™.....	40
4.3.2.3	Contagem de bolores e leveduras em Petrifilm™.....	41
4.3.2.4	Pesquisa de bactérias produtoras de esporos.....	41
4.3.3	Pesquisa de micro-organismos patogênicos.....	43
4.3.3.1	Pesquisa de <i>Listeria monocytogenes</i>	43
4.3.3.2	Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	44
4.3.3.3	Contagem de <i>Clostridium perfringens</i>	44
4.3.3.4	Detecção de <i>Salmonella sp</i>	45
4.4	Caracterização química e fisico-química.....	46
4.4.1	Composição centesimal.....	46
4.4.1.1	Umidade.....	46
4.4.1.2	Lipídios totais.....	46
4.4.1.3	Cinzas.....	47
4.4.1.4	Proteínas totais.....	47

4.4.1.5	Carboidratos totais.....	48
4.4.1.6	pH e Acidez titulável.....	48
4.4.1.7	Cor instrumental.....	49
4.5	Análise Sensorial.....	49
4.6	Análise Estatística.....	49
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1	Análise Microbiológica.....	52
5.2	Caracterização Química e Físico-química.....	60
5.2.1.	Avaliação da cenoura in natura e processada por tecnologia sous vide, referente ao tempo zero.....	60
5.2.1.1	Composição Centesimal.....	60
5.2.1.2	pH e Acidez Titulável.....	62
5.2.1.3	Cor instrumental.....	64
5.2.2.	Estudo da estabilidade da cenoura submetida à tecnologia <i>sous vide</i> em função do tempo de armazenamento refrigerado.....	66
5.2.2.1	Composição Centesimal.....	66
5.2.2.2	pH e Acidez Titulável.....	68
5.2.2.3	Cor instrumental.....	71
5.3	Análise Sensorial.....	74
4.3.1	Perfil do consumidor.....	74
4.3.2	Teste de aceitação.....	75
4.3.3	Intenção de compra.....	77
	CONCLUSÕES.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXO.....	90
	APÊNDICES.....	92

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de olerícolas atualmente é dinâmica, pois é movimentada pela globalização da economia, a qual afetou os hábitos alimentares dos consumidores, determinando o ritmo de tempo durante a alimentação. Estes exigem produtos com alto valor agregado, conseguido através da aplicação de novas tecnologias, abrindo assim espaço para as redes de “*fast food*”, que oferecem produtos muito atrativos, tanto do ponto de vista sensorial, quanto econômico (OLIVEIRA, 2009).

A cenoura (*Daucus carota L.*) pertence à família *Apiaceae*, é uma raiz tuberosa, rica em nutrientes, por isso é bastante utilizada no consumo *in natura*, em saladas e como matéria-prima para as indústrias de alimentos prontos, em forma de sucos, patês, minimamente processadas, alimentos infantis e sopas instantâneas (FILGUEIRA, 2008).

Em 2011 a safra nacional agrícola indicou uma produção de 159,9 milhões de toneladas e uma área colhida de 48,7 milhões de hectares, superior 6,9% em produção à safra de 2010 e um acréscimo de 4,7% em área colhida em relação ao mesmo ano (IBGE, 2011).

As hortaliças e olerícolas industrializadas e fornecidas como alimentos prontos para o consumo devem apresentar condições ideais de qualidade (MIGUEL *et al.*, 2010). A qualidade de um alimento é definida como um conjunto de características individuais de um produto que reflete diretamente na aceitação do produto pelo consumidor. O conceito de qualidade abrange as propriedades físico-químicas, químicas, sensoriais e microbiológicas que os consumidores estimam conter no produto (CHITARRA *et al.*, 2005), que podem ser mensuráveis utilizando métodos analíticos, porém as alterações sensoriais durante o tecnologia, armazenamento e distribuição do alimento, muitas vezes imperceptíveis, não são mensuráveis, tendo que utilizar-se de métodos sensoriais (MEDEIROS, 2009).

Ao longo dos anos muitas tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas na preparação de alimentos prontos para consumo com a finalidade de manter, ao máximo, suas características nutricionais, físico-químicas e sensoriais, orientadas pelo grau de exigência e aceitação do consumidor. Dentre estas, podemos destacar a tecnologia *sous vide*.

O *sous vide* é originário da França, onde os alimentos são acondicionados em embalagens flexíveis, seladas à vácuo e submetidas a uma pasteurização, com temperatura e tempo pré-estabelecidos, seguido de um esfriamento rápido e armazenados sob refrigeração entre 2-4°C até sua expedição (TANSEY;GORMLEY, 2005). É uma tecnologia que oferece produtos prontos para consumo, com alto valor nutritivo, atrativos sensorialmente, porém pode oferecer risco de segurança alimentar, caso ocorra variação na cadeia de frio. A preocupação com a segurança alimentar nos alimentos submetidos ao *sous vide* ainda não é evidente, visto que existem poucas pesquisas sobre a vida útil desses produtos, bem como a presença de possíveis micro-organismos patogênicos.

Considerando a importância da segurança alimentar na indústria de alimentos prontos para o consumo, principalmente os vegetais, devido sua alta perecibilidade, é de extrema importância a necessidade da associação da qualidade alimentar ao alimento seguro, tornando-se um desafio aos países em desenvolvimento, devido à dinâmica e à diversidade do mercado global. Para isso, é indispensável o uso de práticas higiênico-sanitárias na tecnologia de alimentos, pois nenhuma etapa do processo, por si, vai garantir a qualidade do produto final.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa visa avaliar os aspectos microbiológicos, físico-químicos, químicos e sensoriais da cenoura (*Daucus carot L.*) cortada em cubo, *in natura* e submetida à tecnologia *sous vide*, produzida em escala industrial e verificar sua vida útil armazenados sob refrigeração a temperatura de 3°C, por 0, 2, 4, 6 e 8 semanas.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar micro-organismos deteriorantes (Coliformes à 35°C e *Escherichia coli*, Contagem de aeróbios mesófilos, Contagem de bolores e leveduras) e patogênicos (*Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp* e *Bacillus cereus*) em cenoura cortada em cubos antes da embalagem e após processamento por tecnologia *sous vide* em escala industrial;
- Avaliar presença de esporos de bactérias: mesófilas e termófilas, aeróbias facultativa, aeróbias e/ou anaeróbias estritas na cenoura processada por tecnologia *sous vide*, em todos os tempos de armazenamento refrigerado (3°C), visando verificar se o tratamento térmico realizado, na temperatura de 90°C e o tempo de 60 minutos, é suficiente para tornar o alimento isento de micro-organismos capazes de se reproduzir no produto em condições de estocagem não refrigerada.
- Determinar a composição físico-química e química de cenoura cortada em cubos antes da embalagem e após processamento por tecnologia *sous vide*;
- Determinar a vida útil sob refrigeração em temperatura de 3°C das cenouras cortadas em cubos, embaladas à vácuo, após processamento, durante os tempos: 0 (imediatamente após resfriamento), 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento;
- Avaliar a aceitação do consumidor da cenoura processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0 e com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C), através de testes sensoriais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção Nacional de Hortaliças

A horticultura é um ramo da agricultura que vem crescendo no mercado nacional por ser uma atividade dinâmica, complexa e rentável, sendo impulsionada por mudanças nos hábitos alimentares do consumidor. O uso de tecnologias na produção aumenta a produtividade e o abastecimento das diferentes cadeias produtivas do setor olerícola, além de gerar competitividade entre os mercados produtores, aumentando a oferta dos produtos, melhorando a economia e a qualidade do serviço em toda cadeia produtiva (EMATER, 2010a).

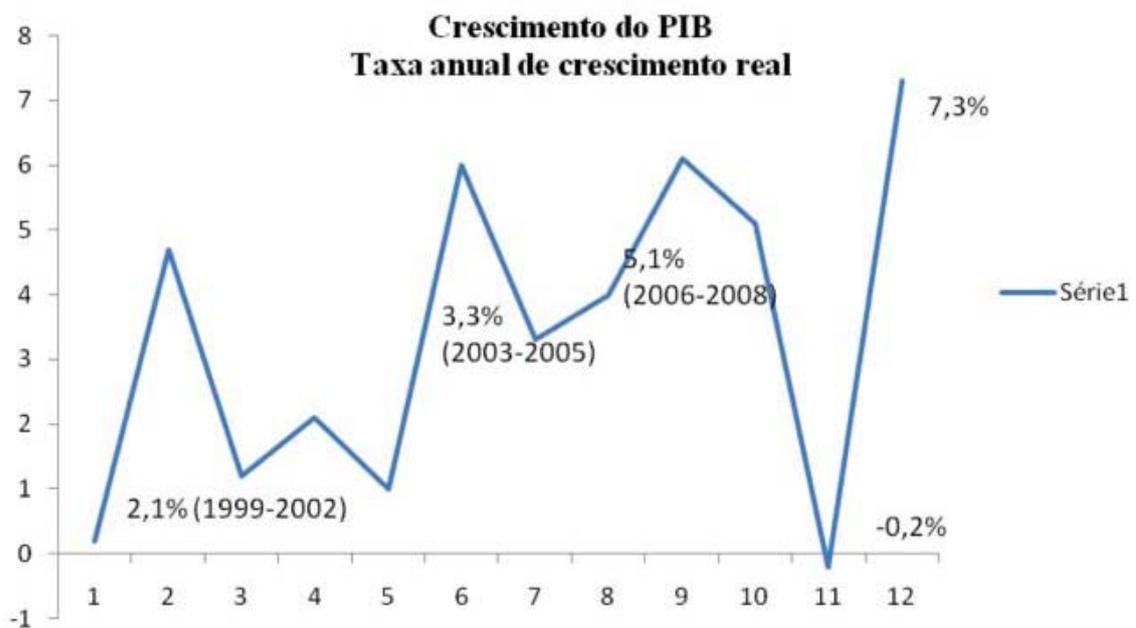
No Brasil tem ocorrido uma crescente mudança nos hábitos alimentares da população decorrente da comercialização cada vez mais frequente de produtos convenientes ao estilo de vida atual (SILVA, 2008). Essa constante mudança nos hábitos dos consumidores, a exigência por produtos de qualidade, seguros e saudáveis, o domínio de um reduzido número de grandes redes e um maior grau de comprometimento dos produtores provocaram uma transformação do sistema agroindustrial, com consequentes alterações no setor agrícola (EMATER, 2010b).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2009), entre 2005-2006 a produção média anual das principais hortaliças e olerícolas no Brasil representaram 17,31 milhões de toneladas, tendo a cenoura contribuído com 4,4%. Entretanto, a área cultivada diminuiu 6,1% e a produtividade aumentou 35,6% em média, devido, principalmente, a incorporação de novas tecnologias de produção agrícola. A quantidade total das olerícolas correspondeu a mais de 60% do total nacional. Em 2008, a produção de olerícolas, leguminosas e cereais atingiu índices recorde de produção, com 145,3 milhões de toneladas, sendo superior a 9,1% ao ano de 2007 (IBGE, 2009), contrastando com os dados apresentados no ano de 2009 que foi marcado por uma grande crise econômica internacional que afetou profundamente a agricultura brasileira, gerando quedas nos índices de produção e exportação de hortaliças (CARVALHO, 2009).

No ano de 2010, a agricultura brasileira foi considerada a safra recorde, ocupando 46,6 milhões de hectares de área colhida, com uma produção de 145,5 milhões de toneladas, 11,6% superior ao ano de 2009, resultando num conseqüente crescimento econômico para o Brasil (IBGE, 2010). Em 2011 a safra nacional agrícola indicou uma produção de 159,9 milhões de toneladas e uma área colhida de 48,7 milhões de hectares, superior 6,9% em produção à safra de 2010 e um acréscimo de 4,7% em área colhida em relação ao mesmo ano (IBGE, 2011).

A evolução do PIB no Brasil, apresentado na FIGURA 1, demonstra a irregularidade do processo produtivo desde 2002 a 2012.

Figura 1. Evolução do PIB do Brasil 2002 – 2010



Fonte: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) (GONZÁLEZ *et al.*, 2007)

A cadeia produtiva de olerícolas pode ser classificada em quatro grupos, de acordo com seus aspectos produtivos e comerciais. O primeiro grupo inclui as raízes, bulbos e tubérculos, correspondendo 11 produtos, é o grupo com maior participação na produção nacional. O segundo grupo é formado pelos legumes e frutos, correspondendo também 11

produtos, este atinge o segundo lugar no *rank* de produção nacional. O terceiro grupo é composto por sete hortaliças folhosas e o quarto grupo por melancia, melão e morango, responsáveis por baixos valores de produção. (CAMARGO, 2010).

Na esteira dessa tendência nacional pelo consumo de alimentos saudáveis e inovadores, cresce também o interesse por produtos seguros do ponto de vista de saúde pública. Com isso, possibilitou o desenvolvimento de novos produtos, com tecnologias modernas e melhores, como uma opção para agregar valor ao produto, aprimorando suas características sensoriais e conservando suas propriedades nutricionais (ABIA, 2012).

3.2 Cenoura

A cenoura (*Daucus carot L.*) pertence à família *Apiaceae*, é originária do Norte da África e Europa. Apresenta uma raiz tuberosa, intumescida e reta sem ramificações. Essa raiz armazena e concentra nutrientes (açúcares, proteínas, vitaminas, minerais, etc), constituindo um produto com alto valor nutritivo para o consumidor (MACULAN, 2007).

A sua riqueza em pró-vitamina A e a presença de carotenóides (fitoflueno, α -caroteno, β -caroteno e Γ -caroteno) diferencia a cenoura das demais olerícolas. Os carotenóides são responsáveis pelas cores de frutas e legumes durante o processo de amadurecimento, variando do amarelo ao vermelho sendo bastante utilizados em indústrias como corantes. Também apresentam propriedades fundamentais na saúde humana, sendo eficientes contra o câncer, doenças cardiovasculares, degeneração macular e em tratamentos de anemia (UENOJO *et al.*, 2007).

Vários fatores influenciam o ciclo de vida da cenoura, desde o plantio a colheita, como o tipo de cultivar, o tipo de solo, o clima e as regiões de cultivo, variando seu ciclo de 85 a 120 dias. A planta da cenoura se desenvolve melhor em condições de clima fresco a quente, com uma temperatura ótima para germinação da semente de 20 a 30°C, durante 7 a 10 dias após a semeadura. O solo a ser cultivado deve ter pH em torno de 6,0, ter uma boa drenagem, ser rico em matéria orgânica e boa disponibilidade de água durante todo o ciclo (PENSA, 2008).

Pode ser cultivada durante o ano inteiro, trazendo uma série de benefícios econômicos para o Brasil e para o consumidor, pois uma demanda grande desse produto

diminuiria os preços, proporcionando uma alimentação saudável a todas as classes sociais. Os principais Estados produtores dessa cultivar são Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Pernambuco e Goiás, com uma média de aproximadamente 90% da produção brasileira (SILVA *et al.*, 2009).

A cenoura encontra-se entre as cinco olerícolas mais cultivadas e mais consumidas no Brasil, com consumo de 4,29 kg por pessoa ao ano. No ano de 2005, a cenoura estava no sexto lugar em volume comercializado (VITELA *et al.* 2008). No ano de 2006, a produção mundial de cenoura foi 26,8 milhões de toneladas, com produtividade média de 22 toneladas/ha. O maior cultivo apresentou-se na Ásia, com 48% da produção, destacando-se a China com 32% da produção mundial. A América do Sul participou com 6% do volume total, sendo o Brasil o maior produtor com 3,5% da produção (FAO, 2006).

Em 2007, atingiu uma produção nacional de 750,05 mil toneladas e em 2008 a produção brasileira foi de 785 mil toneladas, apresentando um crescimento de 6,95% ao ano, uma produtividade de 1,64% e a área cultivada de 5,23% (VITELA *et al.* 2008). A participação de São Paulo na produção nacional nesse ano foi de 13,3%, enquanto a de Minas Gerais foi de 34,0%, principais estados produtores de cenoura (CAMARGO FILHO *et al.*, 2008).

O aumento da produtividade da cenoura com o passar dos anos deveu-se a demanda de produtos prontos para consumo à base de cenoura, como suco, bastante consumidos na América do Norte, Austrália e Europa, minimamente processados e produtos *sous vide* (PENSA, 2008).

Segundo a Tabela de Composição de Alimentos- UNICAMP (TACO, 2011), a cenoura crua em 100g submetida a um processo de cozimento convencional em água, da amostra analisada apresentou uma grande diferença em sua composição química em relação a outras tecnologias, como por exemplo, a tecnologia *sous vide* (Tabela 1).

Tabela 1. Composição nutricional da cenoura crua e cozida em água

NUTRIENTES	CENOURA CRUA (100g)	CENOURA COZIDA (100g)	% PERDA
UMIDADE (g)	90,1	91,7	1,8*
CARBOIDRATOS (g)	7,7	6,7	13,0
PROTEÍNAS (g)	1,3	0,8	38,5
LIPÍDIOS (g)	0,2	0,2	-
FIBRA ALIMENTAR (g)	3,2	2,6	18,7
CINZAS (g)	0,9	0,6	33,3
VALOR CALÓRICO (Kcal)	34,0	30,0	11,7
VITAMINA C (mg)	5,1	Traços	100,0
CÁLCIO (mg)	23	26	13,0*
FÓSFORO (mg)	28	27	3,6
MAGNÉSIO (mg)	11	14	27,3*
POTÁSSIO (mg)	315	176	44,1
ZINCO (mg)	0,2	0,2	-
FERRO (mg)	0,2	0,1	50,0
SÓDIO (mg)	3,0	8,0	62,5*
MANGANÊS (mg)	0,05	0,05	-
COBRE (mg)	0,05	0,02	60,0

(*) Porcentagem de ganho.

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

3.3 Consumo de pratos preparados no Brasil

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, alimentos preparados são aqueles manipulados e preparados em serviços de alimentação, expostos a venda ou não. Esta categoria de produtos é submetida à grande manipulação e acrescida ou não de ingredientes altamente perecíveis, oferecendo condições adequadas para a proliferação de microorganismos. Podem ser divididos em três categorias: alimentos cozidos, mantidos quentes e expostos ao consumo; alimentos cozidos, mantidos refrigerados, congelados ou à temperatura ambiente, que necessitam ou não de aquecimento antes do consumo; alimentos crus, mantidos refrigerados ou à temperatura ambiente, expostos ao consumo (ANVISA, 2004).

O crescente progresso industrial do Brasil tem gerado uma inclusão maior da mulher no mercado de trabalho, provocando uma mudança drástica nos hábitos alimentares, uma vez que é atribuída à mulher, de forma significativa, a tarefa de preparo do alimento na família. Devido ao pouco tempo para o preparo de refeições caseiras, atualmente, os consumidores buscam alimentos com praticidade, conveniência e rapidez durante seu preparo, satisfazendo suas necessidades nutricionais e com características sensoriais intrínsecas, principalmente nos atributos sabor e aroma. Paralelamente, é crescente o interesse dos fabricantes de alimentos com qualidade, já que o consumidor está cada vez mais exigente na compra de alimentos saudáveis e seguros do ponto de vista da saúde pública. Isso aumenta a competitividade dos estabelecimentos alimentícios, garantindo sua sobrevivência no mercado (ABIA, 2012).

O mercado de produtos prontos foi crescendo e disseminado mundialmente à medida que grandes empresas começaram a direcionar investimentos para essa área e lançar novas linhas de produtos congelados, resfriados e refrigerados, com inserção tecnológica (SIQUEIRA, 2002).

O surgimento desse mercado estava interligado às necessidades dos consumidores, nas suas diferentes rotinas de vida, apresentando-se como uma nova tendência mundial. O mercado desses alimentos está estabelecido nas grandes capitais mundiais, principalmente nas capitais dos países desenvolvidos, onde o tempo de trabalho da população é maior e tem melhor aplicação tecnológica na produção de alimentos, estendendo o seu nicho mercadológico a diversos outros países do mundo nos próximos anos (ABIA, 2012).

No Brasil, este segmento ainda é restrito, mas a tendência é aumentar a demanda destes produtos, por produzir mais, em menos tempo, com menor custo de mão de obra e maior qualidade, oferecendo alternativas para o consumidor brasileiro. Em 2011, a indústria brasileira de “*food service*” alcançou um faturamento de R\$ 215 bilhões, 17,8% superior ao ano de 2010. A economia brasileira tende a crescer com esse mercado, esperando-se um superávit de 3,5% ao ano, através do desenvolvimento e incorporação de novas tecnologias nos produtos e serviços oferecidos pelo mercado de “*food service*”, beneficiando o consumidor (ABIA, 2012).

Os legumes estão entre os principais responsáveis pelo crescimento desse mercado, sendo servidos individualmente, como em saladas, purês ou acompanhando outros pratos à base de carnes. Dentre os legumes, a cenoura e a batata encontram-se entre os mais utilizados em alimentos prontos para o consumo (ZHENG e SUN, 2006).

3.4 Métodos de cocção de alimentos

Os métodos de cocção visam eliminar totalmente ou parcialmente agentes que poderão alterar o produto, auxiliando na prevenção ou minimizando alterações nos alimentos até sua completa deterioração, por fatores químicos, bioquímicos, como por exemplo a alteração em frutas e verduras por ação enzimática e por ação de micro-organismos, caso hajam fatores favoráveis ao seu crescimento (GAVA *et. al.*, 2008).

Diversos fatores são levados em consideração para a escolha do melhor método de cocção: o tipo de produto, as características desejáveis no produto, o objetivo da produção, a disponibilidade dos recursos utilizados em cada técnica (facilidade de armazenamento, dos possíveis materiais de embalagem e dos custos implicados em cada método) e principalmente a inibição do crescimento microbiano (BERKEL *et al.*, 2005).

O crescimento microbiano no alimento depende de uma série de fatores relacionados com as características do próprio alimento, denominado de intrínsecas e com características do meio ambiente ao qual o alimento se encontra, denominado de extrínsecos. Esses fatores também constituem parâmetros importantíssimos que deverão ser estudados para a escolha do método de cocção, bem como do tempo e temperatura utilizados que irá permitir a melhor conservação do alimento, pelo aumento da sua vida útil (ROMAN, 2010).

Existem diversos métodos de cocção que são utilizados pelas indústrias alimentícias de acordo com a matéria-prima e o objetivo do processo. A aplicação do tratamento térmico pode ser feito basicamente através da esterilização, que oferecem produtos que podem ser armazenados à temperatura ambiente e com maior vida de prateleira ou através da pasteurização, cujos alimentos necessitam de armazenamento refrigerado ou congelamento e possui vida de prateleira curta. A principal vantagem da pasteurização é manter o frescor dos alimentos, provocando pouca perda de nutrientes, poucas alterações de aroma e sabor nos alimentos, devido ao baixo tratamento térmico empregado (MOLINS, 2009).

O cozimento, seja por água ou vapor, tem por finalidade valorizar as características sensoriais do produto e garantir a sua conservação, oferecendo ao consumidor produtos salubres, que não venham a oferecer risco a sua saúde (RAMOS, 2004).

Segundo RODRIGUEZ (2009), o tempo e a temperatura de cocção influenciam diretamente na textura dos vegetais, pela degeneração da parede celular, reduzindo a dureza dos mesmos. Além disso, o método de cocção por imersão em água fervente, seguido de resfriamento a vácuo, apresentou uma menor perda de massa, em torno de 3,8%, em relação ao método de cocção à vapor, seguido de resfriamento a vácuo.

Os métodos *cook-chill* e *cook-freeze* são utilizados para cozinhar alimentos embalados a vácuo. O *cook-chill* tem como característica submeter alimentos fracionados em embalagens a vácuo à cocção, seguido de resfriamento a 3°C por no mínimo 90 minutos, em seguida ser armazenado sob refrigeração (2-4°C) até sua expedição. O sistema *cook-freeze* consiste no mesmo princípio, porém os alimentos são armazenados sob congelamento, utilizando temperatura abaixo de -18°C, até sua expedição (KAWASHI, 2003).

A tecnologia *sous vide* oferece uma maior vantagem que os demais métodos de cocção por geralmente não adicionar aditivos em seus produtos, sua embalagem flexível e o uso do vácuo favorecerem o controle da temperatura no interior do produto, permitindo uma maior concentração de aromas e prevenindo contra processos de oxidações (RAMOS, 2004).

3.5 Tecnologia *sous vide*

No início dos anos setenta, a partir de uma técnica culinária denominada *pappillote*, o Chef George Pralus verificou que os alimentos obtidos nesse experimento

apresentaram alto rendimento, boa textura e um sabor infinitamente superior. Nos anos oitenta, o Chef Bruno Goussalt, também fundador dessa tecnologia, refinou os parâmetros de temperatura, tempo de cozimento e vida útil dos produtos, possibilitando expandir essa tecnologia para outros continentes (CREA, 2000).

O surgimento da tecnologia *sous vide* representou uma extraordinária evolução tecnológica, pois eliminou problemas de cor, textura e sabor apresentados por produtos congelados, oferecendo assim, produtos com atributos sensoriais mais atrativos ao consumidor, principalmente quanto ao aspecto gustativo, preservando nutrientes originários da matéria-prima (RAMOS, 2004).

A tecnologia *sous vide*, também chamada de pasteurização sob vácuo, é um método de cozimento de alimentos crus ou pré-cozidos acondicionados em embalagens plásticas seladas à vácuo, submetidos a temperaturas inferiores a 100°C por longos períodos de tempo, devidamente controlados, resfriados rapidamente e armazenados por um curto período sob refrigeração até que sejam expedidos e então reaquecido para servir ao consumidor, podendo ou não acrescentar ingredientes (BALDWIN, 2010).

Em um estudo comparativo entre tecnologia de cenouras pelo método *sous vide* e o método convencional de cocção, WERLEIN (1998) evidenciou que as cenouras obtidas pelo método *sous vide* apresentaram um melhor aspecto sensorial e nutricional, embora as cenouras submetidas a tecnologia *sous vide*, tenham apresentado perda de peso maior (10%), em relação as cenouras submetidas ao método de cocção tradicional, que apresentou apenas 5% de perda de peso. ARAYA *et al.*, (2009) comparando parâmetros de qualidade da cenoura *in natura* e após tecnologia sob alta pressão (600 MPa/2 min), tecnologia *sous vide* (90°C/5 min) e cozimento tradicional (100°C/20 min), verificaram que as cenouras submetidas à tecnologia *sous vide* e sob alta pressão preservaram características do produto *in natura*, como sabor, aroma e textura, diferentemente do cozimento tradicional. Embora a cenoura submetida a tecnologia *sous vide* tenha reduzido a intensidade da cor e do brilho em relação ao produto *in natura* durante o armazenamento.

O grande problema de tratamentos térmicos em vegetais é a quebra da parede celular, degradando assim suas propriedades mecânicas, implicando em mudanças nas características do produto (WALDRON, *et al.*, 2003). O tempo de cozimento vai influenciar

diretamente na qualidade do produto final, pois um cozimento excessivo pode provocar ruptura celular, implicando em redução da qualidade. O amido presente em vegetais tuberosos durante o tratamento térmico se gelatiniza. O processo ocorre da seguinte forma: o amido absorve água e incha, provocando um aumento da pressão interna. Se essa pressão for excessiva pode levar à separação das células, reduzindo a coesão e o amolecimento (NOURIAN, *et al.*, 2003).

Vários são os tipos de tecnologias de alimentos empregadas, com suas características e objetivos diferentes. No cozimento a vácuo, vários parâmetros devem ser controlados devidamente para atingir os objetivos desejados. O primeiro ponto de controle é a escolha da embalagem. Esta deve ser resistente ao calor, não interagir com o alimento e evitar perdas de componentes dos alimentos, bem como uma contaminação pós-tecnologia. O segundo é a retirada total do oxigênio presente no interior da embalagem para prevenir oxidação do alimento e inibir o crescimento de micro-organismos aeróbios deteriorantes e patogênicos. E o terceiro é a escolha ideal da combinação de baixas temperaturas com tempos longos (MEDEIROS, 2009 apud TANSEY, *et al.*, 2004). Desta forma, consegue-se manter as propriedades nutritivas, evitando exsudações e possível perda dos nutrientes durante o cozimento, com consequente aumento da vida útil dos alimentos (MOLINS, 2009).

A segurança alimentar é alcançada pelo uso do vácuo e pelo uso de calor. O vácuo impede o crescimento da maioria das bactérias, já que a maioria dessas são aeróbias, devido à diminuição do potencial de óxido-redução. Entretanto, o armazenamento prolongado pode oferecer condições ideais para o crescimento de bactérias deteriorantes e patogênicas anaeróbias e anaeróbias facultativas, que sobreviveram ao processo de pasteurização, com possível produção de toxinas. Os micro-organismos patogênicos esporulados, diferentemente dos deteriorantes, não irão alterar as características sensoriais dos alimentos durante seu crescimento, portanto não provocam sinais visíveis da sua presença, sendo um risco a saúde do consumidor. Com isso, a resistência dos patógenos esporulados e o potencial risco microbiológico são os principais alvos de pesquisas para determinação do binômio tempo/temperaturas ideais para evitar doenças transmitidas por alimentos (DTA's) (MOLINS, 2009).

O uso combinado do tempo e temperatura durante a cocção e o armazenamento são fatores que irão determinar a qualidade do produto, podendo provocar alterações drásticas

no mesmo. Um modelo de transferência de calor por condutividade foi desenvolvido por MIR *et al.*, (2008) para experimentar diferentes combinações de tempo e temperatura no tecnologia de acelga através do *sous vide*. Observou-se que os tratamentos mais adequados são aqueles que utilizam temperaturas baixas e uma maior área de superfície externa, proporcionando um produto com característica semelhante ao da matéria-prima.

A aplicação de boas práticas de fabricação e controle de pontos críticos de uma empresa que trabalha com serviço de alimentação é fundamental para evitar perdas de alimentos deteriorados ou indenizações que poderão ser pagas as pessoas que sofreram danos à sua saúde pela ingestão de alimentos contaminados produzidos pela empresa, acarretando em altos custos, além dos custos de produção (KOO *et al.*, 2003).

O sistema *sous vide* tem como principal objetivo equilibrar segurança alimentar, qualidade sensorial e nutricional em pratos prontos para consumo, obtendo-se produtos nobres, sendo um marco diferencial deste método (MOLINS, 2009).

3.6 Aspectos Microbiológicos

Os riscos microbiológicos em alimentos processados por tecnologia *sous vide* podem existir se as condições higiênicas sanitárias não forem controladas durante todo o processo, desde a matéria-prima até sua expedição. Apesar desta técnica minimizar riscos de contaminação do produto decorrente da manipulação excessiva, outros fatores podem contribuir com o aumento desse risco, como: cultivo, transporte, utensílios e equipamentos utilizados, ambiente, armazenamento e a natureza do alimento (GARCIA *et al.*, 2004).

A temperatura e o tempo de cocção utilizado de maneira correta em alimentos submetidos à tecnologia *sous vide* são suficientes para eliminar bactérias patogênicas e parte da microbiota deteriorante, se o alimento sofrer um resfriamento rápido e for armazenado sob refrigeração até o consumo. As bactérias sobreviventes poderão se desenvolver durante o armazenamento refrigerado, porém a grande preocupação é com a sobrevivência de esporos de bactérias patogênicas, que são resistentes à pasteurização, podendo germinar e produzir toxinas. Dentre as bactérias produtoras de esporos e patogênicas de importância em alimentos podemos citar o *Clostridium botulinum* e o *Bacillus cereus* (MOLINS, 2009).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2002), os alimentos podem causar infecção ou intoxicação através da ingestão, quando contaminados, causando doenças à população, comumente designadas de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's). Essas são um grande problema de saúde pública, pois o seu controle se torna cada vez mais difícil visto que os cuidados com a higiene pessoal e ambiental são práticas eficientes pouco realizadas pela maioria das pessoas.

Diversos outros micro-organismos estão envolvidos em infecção ou intoxicação provocada por alimentos prontos para o consumo. Os micro-organismos envolvidos com infecção são: *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp* e *Escherichia coli*. Os micro-organismos envolvidos com intoxicação são *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* e *Bacillus cereus* (SNYDER, 2006).

A tecnologia *sous vide* utiliza diversas barreiras para manter a segurança do alimento, como o calor, o vácuo e o uso do frio, portanto limita o crescimento de uma gama de micro-organismos. Porém existem bactérias que devem ser consideradas, pois estão relacionados a esse tipo de produto, podendo vir a se desenvolver nas condições oferecidas, estas podem ser: psicrófilas e mesófilos (MEDEIROS, 2009).

Listeria monocytogenes é psicrotrófila, sendo capaz de se desenvolver em temperatura mínima de 0°C a 5°C, se o tratamento térmico não for eficaz para a eliminação desta. Além disso, é anaeróbica facultativa, sendo preocupante durante o armazenamento de alimento sob refrigeração (RODRÍGUEZ, 2009).

Listeria innocua é uma bactéria que, quando presente no alimento, indica a ineficiência do tratamento térmico ao qual o alimento foi submetido. *Clostridium perfringens* é anaeróbio facultativo, mesófilo e degradam um grande número de carboidratos (JAY, 2005). Os esporos dessa bactéria conseguem resistir a processos de cozimento entre 58°C a 98°C, sendo necessário resfriar os alimentos rapidamente, após cocção, e mantê-los na temperatura entre 0°C e 3°C para controlar seu crescimento (GOUSSAULT, 1993).

Bacillus cereus, *Salmonella spp*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* são bactérias mesófilas que normalmente não conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 10°C, exceto *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (RODRÍGUEZ, 2009).

Estas apenas não conseguem se desenvolver em alimentos refrigerados em temperatura inferior a 5°C. (VAUDAGNA *et al.* 2001).

A presença de deteriorantes anaeróbios estritos e facultativos em alimentos armazenados sob refrigeração que foram submetidos à tecnologia *sous vide* pode acarretar modificação nas características do produto, porém é um fato positivo por alertar o consumidor que o alimento encontra-se impróprio para o consumo (MEDEIROS, 2009).

Os bolores e leveduras são micro-organismos que estão presentes no ambiente, podendo depositar-se e crescer em equipamentos, portanto são excelentes indicadores de condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, auxiliando principalmente na verificação da correta sanitização de equipamentos e utensílios (JAY, 2005). Diversos bolores produzem metabólitos denominados de micotoxinas que afetam a saúde de homens e animais, por isso a sua eliminação se faz necessária no tecnologia térmico (VERLINDER *et al.*, 2000).

As bactérias aeróbias mesófilas fazem parte da microbiota natural dos vegetais, tendo pouca relação com a segurança alimentar (SANTOS *et. al.*, 2010), entretanto uma contagem elevada dessas bactérias fornece informações de que existem condições favoráveis ao crescimento das mesmas e podem indicar possível presença de patógenos, portanto podem ser utilizadas como uma ferramenta no controle de qualidade do processo produtivo dos alimentos em geral (JAY, 2005).

Existem bactérias deteriorantes produtoras de esporos que não causam danos à saúde do consumidor, porém devem ter seu crescimento controlado para não causar deterioração do alimento e propiciar um meio ideal para o crescimento de outros micro-organismos, inclusive patógenos (MOLINS, 2009). SILVA *et al.* (2010) descreve na Tabela 2 as principais características das bactérias esporogênicas, deteriorantes associadas aos alimentos.

Muitos outros fatores que podem veicular micro-organismos deteriorantes, sendo fontes potenciais de contaminação, como a matéria-prima, manuseio inadequado, falhas durante o processamento, manipulação excessiva, utensílios/equipamentos, condições ambientais, de transporte e armazenamento (SNYDER, 2006).

Os riscos podem ser prevenidos aplicando corretamente medidas higiênico-sanitárias, tanto ambientais como pessoais, pelo controle eficaz do tempo e temperatura de pasteurização, uso adequado do vácuo, armazenamento a temperaturas baixas ($< 5^{\circ}\text{C}$), necessárias para inibir o crescimento microbiano. Para isso, é indispensável o treinamento com os colaboradores da empresa, mostrando os potenciais riscos de contaminação, bem como aplicando procedimentos operacionais padrão para assegurar a inocuidade do alimento ao consumidor (MEDEIROS, 2009).

Tabela 2. Principais características de bactérias esporogênicas associadas aos alimentos.

Espécies	Coloração de gram	Motilidade	Forma e posição do esporo	Dilatação do esporângio	Requerimento de O ₂	Catalase	Produção de gás	Temperatura ótima de crescimento (°C)
Gênero <i>Alicyclobacillus</i>	+/- variável	+/-	NR	NR	Aer./ Fac.	+/- fraca	-	35- 60
<i>Alicyclobacillus acidoterrestis</i>	+/- variável	+	OV/ C/ T/ ST	+/-	Aer./ Fac.	Fraca	-	42 - 53
Gênero <i>Bacillus</i>	+	+	EL/OV/ES/CL ST/C/ PC/T	+/- ou Leve	Aer./ Fac.	Maioria +	Maioria -	varia
<i>Bacillus coagulans</i>	+	+	EL/ES/ ST/ PC/T	Leve	Fac.	+	-	40- 57
<i>Bacillus smithii</i>	+	+	OV/CL/ T/ ST	- ou Leve	Fac.	+	-	25-60
Gênero <i>Brevibacillus</i>	+/- ou variável	+	EL/ OV	+	Aer./ Fac.	+/- fraca	-	28- 45
Gênero <i>Geobacillus</i>	+/-	+/-	EL/CL/ T/ ST	+/-	Aer./ Fac.	Maioria +	-	55- 65
<i>Geobacillus pallidus</i>		+			Fac.	+		NR
<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	+	+			Aer./ Fac.	-	-	60- 65
Gênero <i>Paenibacillus</i>	+/- ou variável	+ ou NR	EL/OV/CL/ T/ST/PC/ C	Maioria +	Aer./ Fac.	+/-	+/-	10- 40
<i>Paenibacillus macerans</i>	+	NR	OV/ T/ ST	+	Fac.	+	+	30
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	+	NR	OV/ C/ ST	+	Fac.	+	+	30
Gênero <i>Virgibacillus</i>	+ ou variável	+	EL/ES/ T/ ST/ C	+	Aer./ Fac.	+	-	28 - 37

Fonte: Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA *et al.*, 2010).

- Esporos: C = central, CL= cilíndrico, EL = elipsoidal, ES = esférico, O = oval, PC = paracentral, ST = subterminal, T = terminal.
- Requerimento de Oxigênio: Aer = aeróbio estrito, Fac. = anaeróbio facultativo, Anaer. = anaeróbio estrito, Microaer. = microaerófilo.
- NR – não relatada;

3.7 Armazenamento refrigerado

O processo de refrigeração é definido basicamente como a retirada do calor do produto através da absorção desse calor por uma substância chamada de refrigerante. O refrigerante deve ter temperatura inferior ao da câmara de refrigeração e a do produto que será refrigerado, sendo um processo contínuo, onde o calor flui da temperatura mais alta para a mais baixa (DOSSAT, 2004).

Os métodos de refrigeração mais utilizados pelas indústrias de alimentos são pelo ar forçado, imersão em água e em câmara de resfriamento. Em todos os métodos o processo de resfriamento é através da condução de calor pela superfície do produto, saindo por convecção para o ambiente. Dentre estes, a imersão em água é o método mais indicado e utilizado pelas indústrias que processam vegetais (JACKMAN, SUN e ZHENG, 2007).

O armazenamento refrigerado é o método mais econômico e eficaz, indicado principalmente, para vegetais submetidos ao processamento, como a tecnologia *sous vide* e ao tecnologia mínimo. O grande problema do armazenamento refrigerado de vegetais são os danos ocasionados pelo frio, chamados injúrias pelo frio, visto que cada vegetal reage de forma diferente às variações de tempo e temperatura (CHITARRA, 2005).

Antes de armazenar os alimentos de origem vegetal sob refrigeração é importante realizar um processo de resfriamento, com a finalidade de reduzir a temperatura do produto entre -1°C e 8°C , evitando sobrecarga na capacidade da câmara de refrigeração, com consequente redução de energia e custos, no caso de vegetais submetidos a tecnologia térmico. No caso de vegetais submetidos ao processamento mínimo, o resfriamento tem o objetivo de retardar os processos químicos, bioquímicos e microbiológicos que ocorrem nesse tipo de produto, por se tratarem de alimentos “vivos” (FELLOWS, 2011).

As hortaliças submetidas ao processo de cocção devem ser resfriadas imediatamente para evitar um cozimento excessivo, culminando em uma possível perda de nutrientes, firmeza e cor do produto, em seguida estes são armazenados sob refrigeração para manutenção das características de qualidade (RODRIGUES, 2009).

Os métodos de resfriamento utilizados são o resfriamento com água, por vácuo, com ar e com gelo. Em um estudo utilizando várias técnicas de pré-resfriamento em melões

Cantaloupe ‘Hy Mark’ com o objetivo de prolongar sua vida útil, os pré-resfriamentos que obtiveram melhores resultados, com maior firmeza e menos escurecimento foram por ar forçado até a temperatura da polpa atingir 8°C, realizado em túnel experimental com velocidade e a temperatura do ar ajustadas em 5 m.s⁻¹ e -2,0 °C ±0,2 °C respectivamente, e por meio de submersão dos frutos em água à temperatura de 0,2 °C ± 0,1 °C e acondicionada na temperatura de 15°C (BRACKMANN *et al.*, 2011).

Os vegetais submetidos à tecnologia *sous vide* podem ser acondicionados sob refrigeração ou congelamento. Cenouras processadas por tecnologia *sous vide* e armazenadas em temperaturas de congelamento são seguras microbiologicamente, devido dificuldade de desenvolvimento dos micro-organismos nessa temperatura, em relação ao armazenamento refrigerado, porém as cenouras congeladas tem uma textura levemente amolecida (TANSEY *et. al.*, 2010).

Segundo KNOCHEL (1997), a vida útil de feijões verdes submetidos à tecnologia *sous vide* e armazenados a 3°C foi de 8 dias, após esse período o produto obteve perda de cor, alterações de sabor e aroma.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material vegetal

As amostras foram fornecidas por uma indústria processadora de alimentos que utiliza a tecnologia *sous vide*, cujo fluxograma de beneficiamento da cenoura em cubo é apresentado na Figura 2.

As cenouras em cubos foram obtidas em três pontos de coleta distintos. O primeiro ponto foi antes da embalagem, onde as cenouras em cubo foram coletadas aleatoriamente em saco plástico estéril. O segundo ponto de coleta foi imediatamente após cocção e resfriamento, onde amostras foram coletadas na embalagem original fornecida pela Indústria e o terceiro ponto de coleta foi durante o armazenamento refrigerado a 3°C, durante 2, 4, 6 e 8 semanas. Estas foram coletadas na embalagem original fornecida pela indústria, em sacos plásticos de poliamida-polietileno da marca FARMAPAST, de 1,5 Kg, sendo 9,0 Kg por coleta, totalizando 58,0 Kg de cenoura para o experimento.

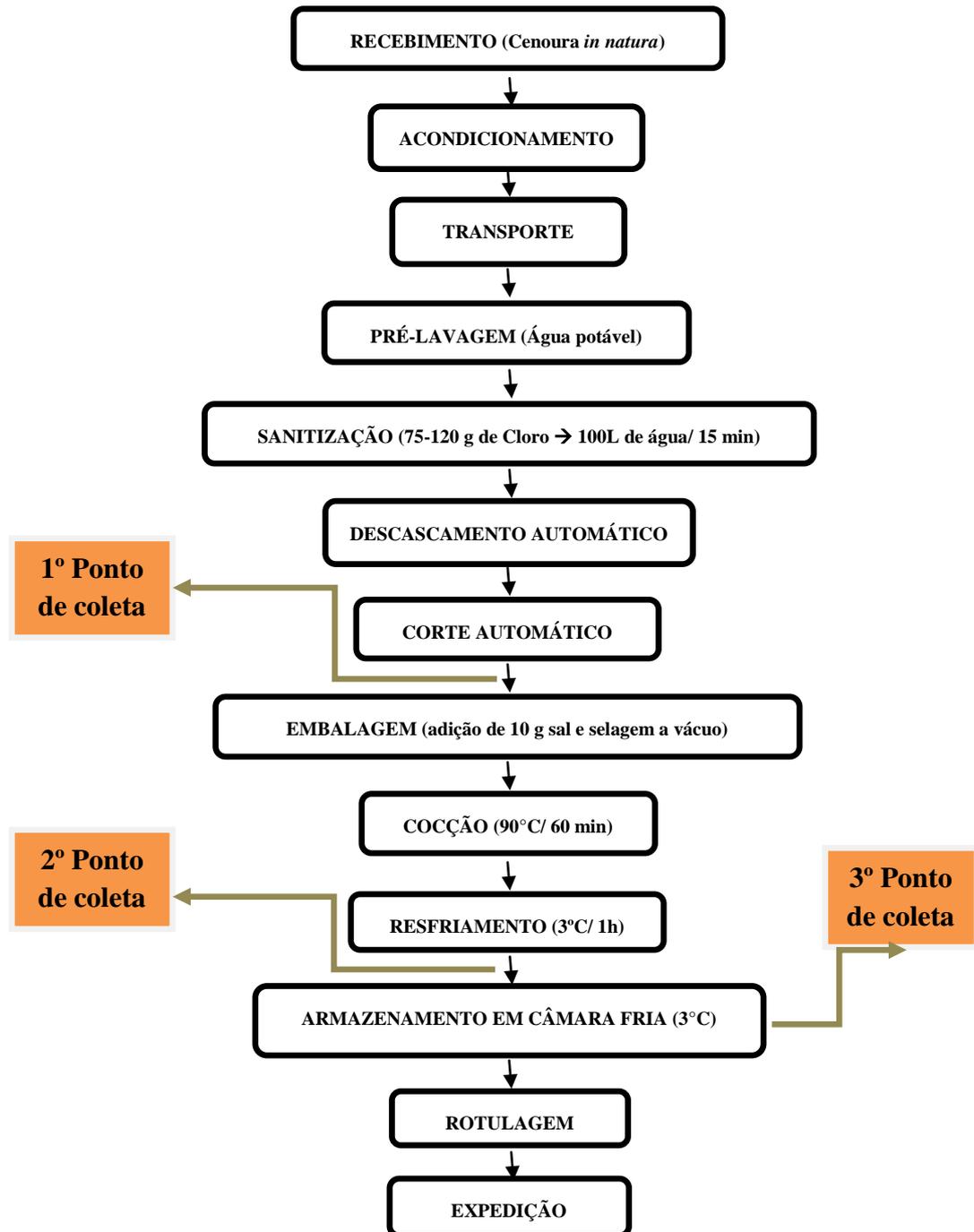


Figura 2. Fluxograma do beneficiamento da cenoura em cubo pela tecnologia *sous vide*.

4.1.1 Descrição do fluxograma de beneficiamento da cenoura em cubo pela tecnologia *sous vide*

- **Recepção:** as cenouras (*Daucus carot. L.*) *in natura* foram pesadas, avaliadas visualmente (tamanho e qualidade), descarregadas e transferidas para caixas de polietileno, previamente higienizadas.
- **Armazenamento:** o armazenamento foi realizado pelo processo de empilhamento vertical em caixas plásticas sobre os *palets*, em um galpão de alvenaria a temperatura ambiente e com ventilação natural, protegido contra pragas, onde permaneceram por aproximadamente 24h.
- **Transporte:** as cenouras foram transportadas nas caixas de polietileno do galpão de armazenamento em carrinhos de ferro até a área de beneficiamento. Antes de entrar no setor de descasque, a carga foi pesada para registro de produção.
- **Pré-lavagem:** esta etapa foi realizada, dentro do setor de descasque, com auxílio de uma mangueira tipo esguicho, apenas com água potável colocada dentro de um marfinite, onde se encontravam as cenouras.
- **Sanitização:** as cenouras foram colocadas em outro reservatório contendo água potável e cloro em pó, na proporção de 97,5 g produto para cada 100 litros de água, por um período mínimo de 15 minutos. Em seguida, foi realizado um enxágue dentro de outro reservatório (Marfinite) com o auxílio de mangueira tipo esguicho.
- **Descascamento automático:** primeiramente, as extremidades das cenouras foram cortadas com auxílio de facas de aço. Depois foram colocadas na máquina de descasque. Após descasque, foram acondicionadas em um outro marfinite, com água potável para o corte.
- **Corte automático:** as cenouras descascadas foram colocadas na máquina de corte, cortadas em cubos com espessura de aproximadamente 2,0x 2,0 cm³. Após o corte, as cenouras foram armazenadas em outro marfinite, previamente higienizado, localizadas na saída da máquina.

- **Embalagem:** as cenouras em cubo foram colocadas em sacos plásticos de poliamida-polietileno de 1,5 Kg e adicionadas 10g de sal. Em seguida, foram levadas a máquina de embalagem a vácuo, onde foi realizada a remoção do ar no interior da embalagem e a selagem. Terminado o processo de embalagem, as cenouras foram organizadas nos cestos para serem submetidas ao processo de cocção.
- **Cocção:** os cestos contendo aproximadamente 250 Kg de cenoura foram levados à área de cocção. Esta foi efetuada dentro de um tanque com água potável na temperatura de 90°C por 60 minutos. Após esse tempo, foi retirada uma amostra para verificar se o produto estava bem cozido.
- **Resfriamento:** foi realizado no mesmo setor da cocção. As cenouras embaladas foram colocados em um tanque de resfriamento por 1 hora a uma temperatura de 3°C.
- **Rotulagem:** cada embalagem foi pesada e rotulada, contendo o nome do produto, peso, data de fabricação, data de validade, com a etiqueta emitida pela balança.
- **Armazenamento em câmara fria:** armazenadas em estantes com prateleiras, mantendo uma distância de 60 cm do forro e 25 cm do piso, dentro da câmara de refrigeração com temperatura a 3°C. Os produtos foram dispostos obedecendo a data de fabricação, onde os mais antigos se posicionavam na prateleira para serem expedidos primeiro (sistema PVPS).
- **Expedição:** os produtos acondicionados no caminhão em caixas plásticas, sob estrados, sob refrigeração para expedição.



Figura 3. Cenoura em cubo submetida à tecnologia *sous vide*.

4.2 Transporte

Todas as amostras de cenoura foram acondicionadas em caixas isotérmicas com ice block para serem transportadas para o Departamento de Tecnologia de Alimentos (DETAL) da Universidade Federal do Ceará, distribuídas nos seguintes laboratórios: Microbiologia de Alimentos, Tecnologia de Carnes e Pós-colheita Frutos Tropicais, para a realização dos ensaios microbiológicos, físico-químicos e químicos, respectivamente. A realização da análise sensorial foi realizada no Quartel do Exército Brasileiro de Fortaleza.

4.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

4.3.1 Preparo da amostra e diluições

Após assepsia da embalagem, o saco foi aberto e as cenouras transferidas para um pirex estéril, tendo sido cortadas e homogeneizadas. Foram pesadas assepticamente 25g da amostra e transferidos para 225,0 ml de água peptonada 0,1%. Em seguida, foram realizadas diluições seriadas em tubos contendo 9,0 ml de água peptonada 0,1% até diluição 10^{-4} (SILVA *et al.* 2010).

4.3.2 Pesquisa de micro-organismos deteriorantes

4.3.2.1 Coliformes à 35 °C e *Escherichia coli*

A partir de cada diluição foi transferido 1,0 ml para as placas Petrifilm EC, em duplicatas, e após aplicação do difusor foram incubadas a 35°/24 horas, sem inverter. Foram contadas colônias típicas de coliformes totais (colônias vermelhas, azuis e ou vermelho azuladas, com bolhas de gás) e *E. coli* (apenas as colônias azuis ou vermelho azuladas com bolhas de gás). Não havendo desenvolvimento de colônias típicas de *E. coli* em 24 horas, as placas foram re-incubadas e a contagem repetida com 48 horas. Após o período de incubação, as colônias típicas foram contadas, calculadas e o resultado expresso em UFC/ g de cenoura (SILVA *et al.* 2010).

4.3.2.2 Contagem de Aeróbios Mesófilos em Petrifilm™

A partir de cada diluição foram inoculadas 1,0 ml em placas de Petrifilm™ AC, em duplicatas. Após a aplicação do difusor, as placas foram incubadas em temperatura de 35°C por 48h, sem inverter. Após o período de incubação, foram contadas as colônias com coloração vermelha e de tamanho variável, independente da intensidade ou tamanho nas placas de Petrifilm™ AC dentro de uma área de 20 cm². O resultado da contagem foi multiplicado pelo inverso da diluição para calcular o número de UFC/ g (SILVA *et al.* 2010).

4.3.2.3 Contagem de bolores e leveduras

As amostras foram analisadas por inoculação de 1,0 ml de cada diluição em placas de Petrifilm™ YM, em duplicatas. Após a aplicação do difusor, as placas foram incubadas em temperatura de 25°C por três a cinco dias, sem inverter. Após o período de incubação, contou-se as colônias de bolores e leveduras no Petrifilm™ YM e multiplicou-se pelo inverso da diluição para calcular o número de UFC/ g (SILVA *et al.* 2010).

4.3.2.4 Pesquisa de bactérias produtoras de esporos

Para a realização desta pesquisa foi empregada a metodologia para a determinação da causa da deterioração de alimentos de baixa acidez, segundo método da American Public Health Association (APHA, 2001), não tendo sido pré-incubadas as amostras antes das análises, pois as amostras não são comercialmente estéreis.

As embalagens foram lavadas com detergente, enxaguadas em água corrente e secadas com papel toalha, sendo em seguida desinfetadas com solução de álcool iodado. Foram abertas assepticamente em fluxo laminar, sendo a cenoura transferida para um recipiente estéril, onde foram cortadas com auxílio de garfo e faca estéril. Após homogeneização da amostra, pesou-se assepticamente 50 g em frasco estéril como contra amostra e armazenadas sob refrigeração. Antes da realização da análise, os tubos de ensaio contendo Caldo Fígado (DIFCO™) foram colocados em banho-maria com as tampas frouxas, em uma temperatura de 100°C por 15 minutos, com agitação a cada 5 minutos, para completa desaeração. Para a realização da análise, foram distribuídos 2,0 g da amostra em quatro tubos de Caldo Fígado (DIFCO™), previamente desaerados e em quatro tubos contendo Caldo Dextrose Triptona, (BACTO™). Após a inoculação, os tubos de CF foram adicionados de 2,0ml de Ágar Selo (BACTO™), deixados à temperatura ambiente até completa solidificação. A incubação foi realizada da seguinte forma: 2 tubos de Caldo Fígado e 2 tubos de Caldo Dextrose Triptona foram incubados à 35°C/ por 6 até 10 dias (bactérias esporogênicas mesófilas anaeróbias e aeróbias) e os outros 2 tubos de Caldo Fígado e 2 tubos de DTB foram incubados à 55°C/ 4 dias (bactérias esporogênicas termófilas aneróbias e aeróbias). A

caracterização das bactérias foi feita nos tubos de CF que apresentaram subida do Agar Selo, devido a produção de gás e modificação da cor dos tubos de DTB para amarelo.

4.3.2.4.1 Bactérias produtoras de esporos anaeróbicas termófilas e/ ou anaeróbicas mesófilas

A partir de cada cultura em Caldo Fígado foi inoculada, por “spread-plate”, uma alçada de 1,0µl em Agar Fígado de Vitela. A incubação foi realizada da seguinte forma: duas placas foram incubadas á 55°C por 4 dias, sendo uma em condição anaeróbia e a outra em condição aeróbia e duas placas foram incubadas à 35°C por 4 dias, sendo uma em condição anaeróbia e outra aeróbia. O crescimento exclusivo em placa anaeróbica indicou cultura anaeróbia estrita. Crescimento nas duas placas (aeróbia e anaeróbia) indicou cultura anaeróbia facultativa ou mista de anaeróbios facultativos. Foram isoladas cinco colônias de cada placa para o esfregaço em lâmina e observado ao microscópio óptico. A presença apenas de bastonetes com esporos indicou a presença de bactérias esporogênicas anaeróbicas termófilas ou anaeróbicas mesófilas em função da temperatura de incubação usada.

4.3.2.4.2 Bactérias produtoras de esporos aeróbicas mesófilas ou termófilas facultativas; aeróbicas termófilas facultativas; aeróbicas termófilas estritas

Os tubos de Caldo Dextrose Triptona que apresentaram crescimento foram submetidos à verificação de esporos e morfologia das células. A partir de cada cultura em Caldo DTB foi inoculada uma alçada de 1,0µl em placas de Ágar Nutriente Manganês (DIFCO™), por “spread-plate”. A inoculação das placas foi realizada da seguinte forma: duas placas foram incubadas na temperatura de 35°C por até 10 dias e duas a 55°C por 4 dias. Após a incubação, cinco colônias foram retiradas para a coloração de esporos e de Gram. As colônias isoladas das placas de ANMn incubadas a 35°C por 10 dias que apresentaram-se Gram positivas e produtoras de esporos foram caracterizadas como bactérias esporogênicas aeróbicas mesófilas facultativas.

As colônias isoladas das placas de ANMn incubadas à 55°C por 4 dias que apresentaram-se Gram positivas e produtoras de esporos foram transferidas para 1,0 ml de

água destilada e submetida a um choque térmico, 10 minutos sob fervura e imediatamente resfriadas em banho de gelo e em seguida o material estriado em duas novas placas de ANMn. As placas foram incubadas a 35°C/4 dias e uma placa a 55°C/4 dias. O crescimento a 35°C e a 55°C indica termófilos facultativos. O crescimento apenas a 55°C indica termófilos estritos.

- Coloração de Gram

A coloração de Gram foi realizada segundo o método de análise descrito por Silva *et. al.* (2010).

- Coloração de Esporos

Após preparo do esfregaço e fixação, este foi coberto com solução de Verde Malaquita 5% aquosa e corado a quente, onde as lâminas foram submetidas sobre um banho de água fervente durante cinco minutos para realização da coloração. Após cinco minutos, as lâminas foram lavadas em água corrente e cobertas com solução de Safranina 0,5% aquosa por 30 segundos. Após o tempo de contato, foram lavadas em água corrente e secadas com lenço de papel de filtro. As lâminas foram observadas ao microscópio óptico com objetiva de imersão. Os esporos ficaram corados de verde e as células vegetativas de vermelho (SILVA *et al.* 2010).

4.3.3 Pesquisa de micro-organismos patogênicos

Foram realizadas análises para a detecção de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.*, contagem de *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*.

4.3.3.1 Pesquisa de *Listeria monocytogenes*

A metodologia empregada para detecção de *Listeria monocytogenes* foi o método Health Protection Branch segundo Pagotto, *et al.*(2001).

Na etapa de pré-enriquecimento foram pesados 25g da amostra em 225 mL de Caldo de Enriquecimento para *Listeria* Tamponado (LEB) (DIFCOTM). A amostra foi incubada a 30°C por 24 horas. No enriquecimento seletivo, foi transferido 0,1 ml da cultura

do LEB incubado para 10 ml de Caldo Fraser Suplementado com solução de iodo e 0,1ml para as placas contendo Agar Oxford (DIFCO™) e Agar Palcam (DIFCO™), em duplicatas, por “spread-plate”. Em seguida, o LEB foi incubado por mais 24 horas na mesma temperatura. O tubo de Caldo Fraser (DIFCO™) e as placas de Petri foram incubados à 35°C por 24-26 horas. Da amostra que apresentou crescimento nos tubos foi retirado 0,1ml e adicionado em placas com meio Agar Oxford e Agar Palcam, por “spread-plate”. As placas foram incubadas a 35°C por 24 - 48h. De cada placa foram selecionadas cinco colônias típicas para serem identificadas. Cada colônia típica foi transferida para uma placa de Agar Tripticase de Soja com 0,6% de extrato de levedura (TSA-YE) (DIFCO™) e incubadas a 30°C por 24 – 48 horas. As colônias que apresentaram coloração azulada típica foram inoculadas em tubos de TSA-YE inclinados e em tubos de Caldo Tripticase de Soja Extrato de Levedura (TSB-YE) e ambos incubados a 30°C por 24 h. Após essa etapa, estes tubos foram armazenados a 4°C para serem submetidos a uma série de provas bioquímicas (teste de catalase, motilidade, coloração de Gram, teste de fermentação da dextrose, xilose, rhamnose, manitos, maltose, hidrólise da esculina e teste da hemólise) para confirmação definitiva.

4.3.3.2 Contagem de *Bacillus cereus*

A técnica de contagem de *Bacillus cereus* foi realizada conforme metodologia descrita pelo Food and Drug Administration (FDA, 2001b).

A partir de cada diluição foram transferidas alíquotas de 0,1 mL em placas de Petri contendo meio Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP) (DIFCO™), espalhado com o auxílio de uma alça de Drigalsky. Após a secagem, as placas foram incubadas a 30°C por 48h. Após período de incubação, foram selecionadas cinco colônias típicas para serem submetidas ao teste confirmatório através de provas bioquímicas. Cada colônia foi repicada em tubos com Ágar Nutriente inclinado, sendo incubado a 30°C por 24h, antes da realização das provas bioquímicas: teste de motilidade, verificação da atividade hemolítica e coloração de cristais de toxinas intracelulares (Método de Sharif & Alaeddinoglu, 1988).

4.3.3.3 Contagem de *Clostridium perfringens*

A metodologia empregada para contagem de *Clostridium perfringens* foi o método de análise descrito por SILVA *et al.* (2010).

A partir de cada diluição foi transferido 0,1 ml e distribuído por “spread-plate”, individualmente, em placas de Ágar Triptose Sulfito Cicloserina (DIFCO™), em duplicata, para plaqueamento em profundidade. As placas foram inoculadas em duplicata para cada diluição. Após solidificação do meio, foi aplicada uma sobrecamada de TSC, na superfície do meio. Após completa solidificação da sobrecamada, as placas foram incubadas (sem inverter) a 35°C por 24 horas, em atmosfera anaeróbica. Após o período de incubação foram contadas apenas as colônias pretas, típicas de *Clostridium perfringens* em Ágar TSC. Para a confirmação foram transferidas cinco colônias devidamente selecionadas para o meio Tioglicolato (TGM) e incubadas à 46°C por 4h.

Após a incubação as colônias típicas foram submetidas às seguintes provas bioquímicas: teste de fermentação da lactose e hidrólise de gelatina, teste de redução do nitrato, teste de motilidade e teste de fermentação da rafinose e salicina.

4.3.3.4 Detecção de *Salmonella sp*

A detecção dessa bactéria foi realizada conforme metodologia descrita pelo Food and Drug Administration (FDA, 2007).

Na etapa de pré-enriquecimento foram pesados 25g da amostra em um frasco contendo 225 mL de Caldo Lactosado (CL) (OXOID™). O frasco foi incubado a 35°C por 24 horas, com tampa ligeiramente afrouxada. Após o período de incubação, o frasco foi agitado cuidadosamente para a realização do enriquecimento seletivo. Nessa etapa foi transferido 0,1 ml da cultura do Caldo Lactosado incubado para 10 ml de Caldo Rappaport-Vassilidis modificado (RV) (DIFCO™) e 1,0 ml para 10 ml de Caldo Tetrionato (TT) (OXOID™). O tubo de Caldo Rappaport foi incubado em banho Maria a 42°C por 24- 26 horas, enquanto o tubo de Caldo Tetrionato foi incubado em estufa à temperatura de 35°C por 24- 26 horas. O isolamento das colônias foi efetuado através do plaqueamento em placas contendo Agar Entérico de Hectoen (HE) (OXOID™), Agar Bismuto Sulfito (BS) (DIFCO™) e Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) (OXOID™). As placas foram incubadas a 35°C por 24 - 48h. No

caso da placa com BS a leitura foi feita com 48 horas. Foram selecionadas cinco colônias típicas para serem confirmadas e inoculadas em um tubo inclinado de Agar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) (DIFCOTM) e em tubos de Agar Lisina Indol (LIA) (DIFCOTM), por estrias na rampa e picada no fundo. Em seguida, as culturas com características típicas de *Salmonella* nesses testes foram confirmadas utilizando-se, os testes sorológico polivalente e as provas bioquímicas (teste da urease, indol, fermentação do dulcitol, malonato, Crescimento em KCN, fermentação da lactose e sacarose, teste VM e VP e teste do citrato).

4.4 Caracterização Química e Físico-Química

Para a caracterização química e físico-química foram triturados aproximadamente 1,0 Kg de cenoura em cubo, de uma embalagem com 1,5 kg, e homogeneizadas com o auxílio de um multiprocessador da marca Walita. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em potes de plásticos, para então retirar a amostra analítica. As amostras foram devidamente identificadas e analisadas.

4.4.1 Composição centesimal

4.4.1.1 Umidade

A determinação foi realizada pelo método da gravimetria em estufa de secagem e esterilização (FANEM), modelo 315 SE ($105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$). Foram pesados aproximadamente 2,0 g da amostra em balança analítica (OHAUS), modelo Standart TS2KS, EUA, com auxílio de uma espátula, em cápsulas de porcelana, com massas previamente determinadas, ficando em estufa até atingir peso constante. Após a secagem foram, então, resfriadas à temperatura ambiente (25°C) em dessecador por 40 minutos, tendo sua massa novamente determinada de acordo com AOAC, 2005. Esse procedimento foi repetido até a obtenção de massa constante. O procedimento foi realizado em triplicata para cada amostra.

4.4.1.2 Lipídios totais

A fração extrato etéreo foi determinada em extrator intermitente de Soxhlet, utilizando-se Hexano P. A. como solvente (AOAC, 2005).

Foram pesados 1,5g de amostra, em triplicata, e colocada em papel de filtro, formando cartuchos, e estes transferidos para o aparelho extrator de Soxhlet (TECNAL), modelo TE-044. O extrator foi acoplado a um balão previamente tarado a 105°C e pesado. Em seguida foram adicionados 150mL de Hexano. A chapa elétrica foi mantida sob aquecimento e realizada extração contínua por quatro horas e meia com temperatura em torno de 60°C. Após o término da extração recuperou-se o solvente e o balão com o resíduo extraído foi transferido para a estufa a 105°C, e após uma hora, foi resfriado em dessecador por 30min, até a temperatura ambiente, e pesado.

O teor de lipídeos (%) foi obtido pela fórmula:

100 x N/ P, em que:

N = n° de gramas de lipídeos

P = n° de gramas de amostra

4.4.1.3 Cinzas

Para a determinação de cinzas foram pesados aproximadamente 5,0g da amostra em cadinho, previamente aquecido em mufla, (QUIMIS), a 550°C por uma hora, resfriados em dessecador e pesados em balança com precisão analítica (OHAUS), modelo AS 200, EUA. Estas amostras foram carbonizadas e então levadas a mufla para incineração sob temperatura de 550°C, até ficarem brancas ou cinzas. Depois foram resfriadas em dessecador e pesadas, repetindo-se estas operações de aquecimento e resfriamento até as amostras atingirem peso constante. Esse procedimento foi realizado em duplicata, segundo o método da AOAC (2005).

4.4.1.4 Proteínas totais

Foram determinadas pelo método de Kjeldahl (micro), descrita pela AOAC (2005). Foram pesados 1,5 g da amostra, em balança com precisão analítica (OHAUS), modelo TS2KS, em um quadrado de papel vegetal seco, colocada em papel manteiga, e adicionada ao tubo de Kjeldahl juntamente com 15mL de ácido sulfúrico concentrado e 10g da mistura catalítica (9 g de Na₂SO₄ anidro, 1 g de CuSO₄). Para obter o branco excluiu-se apenas a amostra do experimento.

- **Digestão:** O tubo de Kjeldahl foi acoplado ao sistema do digestor de micro Kjeldahl (TECNAL), modelo TE-008/50, no qual a temperatura foi ajustada elevando-a gradualmente de 50 em 50°C, até 350°C por 4h 30min e/ou até viragem completa da amostra para coloração esverdeada límpida, sendo em seguida resfriada e destilada.

- **Destilação:** A amostra digerida presente no tubo digestor foi adicionada algumas gotas de fenolftaleína a 1%, em seguida acoplada ao destilador e por meio de um funil, do próprio aparelho, adicionado uma solução de 45% de hidróxido de sódio (NaOH) para neutralização do meio ácido.

Foram transferidos 50mL de ácido sulfúrico 0,1M para um Erlenmeyer de 500mL, acrescentado 3 gotas do indicador (vermelho de metila a 0,2%), sendo este acoplado ao destilador para recuperar o nitrogênio destilado até obter um volume de 2/3 do volume inicial.

- **Titulação:** O excesso de ácido sulfúrico (solução do item “destilação”) foi titulado com solução de NaOH 0,1M 45% com indicador vermelho de metila. O volume de NaOH utilizado foi anotado e usado para a realização dos cálculos.

O teor de proteínas foi obtido pela fórmula: $V \times 0,14 \times f / p$; onde;

V = volume de ácido sulfúrico utilizado menos volume de hidróxido de sódio utilizado na titulação;

f = fator de correção = 6,75 (fator de correção para proteína vegetal).

p = peso da amostra

4.4.1.5 Carboidratos totais

Foi determinado por diferença segundo o método descrito no AOAC (2005). Primeiramente foram calculados as médias das porcentagens de água, proteínas, lipídeos e cinzas e o resultado diminuído de 100%, encontrando a porcentagem de carboidrato.

4.4.1.6 pH

Mediu-se o diretamente o potencial hidrogeniônico (pH) na cenoura triturada em potenciômetro (QUIMIS), calibrado regularmente com soluções tampões pH 4,0 e 7,0, conforme metodologia recomendada pela *Association of Official Analytical Chemists- AOAC* (2005). O procedimento foi feito em triplicada para cada amostra.

4.4.1.7 Acidez Titulável

Foram pesados 1,5g de cenoura triturada e adicionou-se 50ml de água destilada e 4 gotas de fenolftaleína, titulando-se com solução de NaOH (0,1N) até viragem da cor para rosa permanente, conforme o método descrito pela AOAC (2005). Os resultados foram expressos em mL de NaOH 01M.

4.4.1.8 Cor instrumental

A cor foi medida utilizando um colorímetro Konica Minolta spectrophotometer CM – 3500d, usando tecnologia de instrumentação de cores que utiliza os parâmetros L^* , a^* e b^* , onde L^* é uma medida da luminosidade de um objeto e varia do 0 (para o preto) até ao 100 (para o branco), a^* é uma medida do vermelho (a^* positivo) ou do verde (a^* negativo) e b^* é uma medida do amarelo (b^* positivo) ou do azul (b^* negativo). As amostras de cenoura *in natura* e cozidas foram distribuídas em quantidades suficientes para cobrir a base de uma placa de Petri e as leituras tomadas a partir da emissão de feixes em quantidades suficientes para cobrir a base da placa. As leituras foram obtidas a partir da emissão de feixe de luz da lente do espectrofotômetro, medidos por reflectância, conforme o método descrito pela AOAC (2005).

4.5 Análise Sensorial

Antes da realização da análise, as amostras ainda embaladas a vácuo foram submetidas a um aquecimento em banho-maria, por um tempo de 15 minutos, em temperatura de 100°C aproximadamente e então servidas aos provadores não treinados para avaliação.

O teste sensorial foi conduzido no Quartel do Exército Brasileiro- Décimo Depósito de Suprimentos de Fortaleza, em cabines individuais, feitas com caixas de papelão, com incidência de luz branca, sob condições controladas, temperatura ambiente climatizada adequadamente, ausência de ruídos e odores estranhos. Neste local os provadores foram orientados quanto ao preenchimento do formulário (Anexo A), seguido das amostras, para avaliação dos atributos textura, aroma, sabor, cor, aparência e impressão global. Participaram da avaliação sensorial 60 provadores de ambos os sexos, sendo 8,33% do sexo feminino e 91,67% do sexo masculino, com diferentes faixas etárias. Para a determinação do perfil dos provadores que realizaram os testes, aos mesmos foram solicitados responderem um questionário informando a sua frequência de consumo em relação à cenoura e o quanto gostam deste produto. Na ficha de aplicação foi utilizada a escala Escala Hedônica estruturada mista de nove pontos (9 = gostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei; 1 = desgostei muitíssimo) e a atitude compra de compra, estruturada mista de cinco pontos, (5 = certamente compraria; 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse; 1 = certamente não compraria) (STONE *et al*, 2004). O perfil dos provadores foi apresentado em histogramas de frequência.

Após o reaquecimento, duas amostras foram servidas à temperatura ambiente ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), em quantidades de 30 g por provador em copos plásticos descartáveis de 50mL codificados com três dígitos aleatórios, de forma monádica sequenciais, seguindo-se um delineamento de blocos completos balanceados. Foi fornecida aos provadores água mineral a temperatura ambiente para limpeza do paladar (MACFIE, *et al.*, 1993).

4.6 Análise Estatística

Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado com uma coleta para análise sensorial, três coletas para análises físico-químicas, químicas e cinco coletas para análises microbiológicas. Com triplicatas das análises físico-químicas e químicas, duplicatas das análises microbiológicas durante as etapas de tecnologia e armazenamento refrigerado (3°C).

Foram realizadas análises de variância entre os produtos *in natura* e cozidos por tecnologia *sous vide* e análise de regressão com os tempos de armazenamento refrigerado (3°C) ao nível de 5% de significância para as análises químicas e físico-químicas. Para a

análise de cada termo descritor obtido na análise sensorial utilizou-se ANOVA e teste de comparação de média por Tuckey, considerando $p \leq 0,05$, entre a cenoura cozida por tecnologia *sous vide* e após a etapa de resfriamento e com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

Os resultados estatísticos foram analisados pelo programa SAS System for Windows, versão 9.0 (2006).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises Microbiológicas

Os resultados da contagem de bactérias mesófilas na cenoura *in natura* e após tratamento por *sous vide* nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado a 3°C são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas em cenoura (*Daucus carot L.*) *in natura* e em cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

AMOSTRAS DE CENOURAS	COLETAS				
	Contagem de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/ g)				
	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta
<i>In natura</i>	3,5 x 10 ⁵	1,0 x 10 ³	5,6 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁵
Tempo 0	1,0 x 10 ²	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 4	5,3 x 10 ²	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 6	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

As amostras de cenoura *in natura* apresentaram contagens de bactérias mesófilas, variando de 1,0 x 10³ a 3,5 x 10⁵ UFC/ g, nas cinco coletas realizadas (Tabela 3). Após aplicação da tecnologia *sous vide*, referente ao tempo 0, verificou-se uma redução de até 4 ciclos logarítmicos na microbiota de bactérias mesófilas, com exceção na primeira coleta. Durante as oito semanas de estocagem a 4°C, não foi verificado crescimento de bactérias mesófilas, com exceção na quarta semana de estocagem na primeira coleta.

Na primeira coleta, no tempo 0, a amostra de cenoura apresentou contagem de bactérias mesófilas na ordem de $1,0 \times 10^2$ UFC/ g, porém ocorreu uma redução de 3 ciclos logarítmicos em relação a população inicial presente na cenoura *in natura*. Com quatro semanas de armazenamento a 3°C, na mesma coleta, foi evidenciado também a presença de bactérias mesófilas na concentração de $5,3 \times 10^2$ UFC/ g. Contudo a presença de bactérias mesófilas nestas amostras pode ser decorrente de contaminações originadas da água e do ar, em função da perda da integridade da embalagem. Na amostra do tempo 0, na 1ª coleta, não se observou a perda de vácuo da embalagem, pois a amostra foi analisada logo após a tecnologia, contudo no tempo 4, da mesma coleta, verificou-se a nítida perda de vácuo, na qual na embalagem foi observado mais exsudado do que nas demais amostras.

A perda de vácuo nas amostras de cenoura embaladas em sacos de plástico de poliamida-poliétileno pode ser atribuída a falhas durante a selagem, presença de microfuros na embalagem ou perfurações da embalagem durante acondicionamento nos cestos ou decorrente do manuseio após o tratamento térmico, resfriamento, estocagem e transporte.

Na tecnologia *sous vide*, a qualidade da selagem e manuseio do produto após esta etapa deve ser monitorada visando evitar a perda de vácuo e contaminações com microorganismos patogênicos e deteriorantes decorrentes da água e do ar.

É fundamental na utilização da tecnologia *sous vide* a escolha da embalagem, pois esta deve ter características específicas, como ser resistente a altas temperaturas, conter o produto, suportar a retirada do vácuo, não apresentar microfuros e ter resistência mecânica. A presença de microfuros são bastante comuns em embalagens plásticas, sendo um grande problema para a indústria, por comprometer a produção.

Na cenoura *in natura*, conforme observado na Tabela 4, a contagem de bolores e leveduras variou de $1,0 \times 10^3$ a $6,0 \times 10^3$ UFC/ g, tendo ocorrido uma redução de 2 ciclos logarítmicos após tecnologia *sous vide*, referente ao tempo 0. Durante as oito semanas de armazenamento refrigerado não se evidenciou crescimento de bolores e leveduras, exceto para as amostras na primeira coleta no tempo 0 e com 4 semanas de armazenamento refrigerado à 3°C, possivelmente decorrente de contaminação por vazamento da embalagem. A grande maioria dos bolores e leveduras possui baixa resistência térmica, portanto a sua presença nos tempos de armazenamento 0 e com 4 semanas sugere uma contaminação cruzada.

Tabela 4. Contagem de bolores e leveduras em cenoura (*Daucus carot L.*) *in natura* e em cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

AMOSTRAS DE CENOURAS	COLETAS				
	Contagem de bolores e leveduras (UFC/ g)				
	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta
<i>In natura</i>	1,5 x 10 ³	1,0 x 10 ³	2,3 x 10 ³	6,0 x 10 ³	3,9 x 10 ³
Tempo 0	2,0 x 10 ¹	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 4	1,6 x 10 ²	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 6	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 8	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Segundo BRUNO *et al.* (2005), a contagem de bolores e leveduras em amostras de cenoura minimamente processada variou de 10⁴ a 10⁶ UFC/ g. Contrastando-se com SILVA (2003), que analisando cenouras minimamente processadas, coletadas no comércio de Piracicaba, encontrou valores de bolores e leveduras que variaram de 3,6 x 10³ a 3,9 x 10³ UFC/g.

Segundo KLUGE *et al.* (2002), uma matéria-prima apresentando contagem entre 10⁵ e 10⁶ UFC/g de bolores e leveduras não é de boa qualidade, sendo impróprias para o consumo. Isso se deve ao fato desses micro-organismos produzirem grandes quantidades de enzimas capazes de deteriorar o produto rapidamente, causando perdas de nutrientes, alterações sensoriais e condições favoráveis ao crescimento de patógenos. Assim, as amostras de cenouras em cubo *in natura* do presente estudo apresentaram valores de bolores e leveduras satisfatórios para serem processadas. Portanto a cenoura *in natura* utilizada por tecnologia *sous vide* foi de boa qualidade, pois apresentou em todas as coletas uma contagem de bolores e leveduras da ordem de 10³ UFC/g.

As amostras de cenoura *in natura* não evidenciaram contaminação com *Escherichia coli*, porém verificou-se a presença de coliformes totais (TABELA 5), que variaram entre valores de $1,9 \times 10^2$ a $2,4 \times 10^5$ UFC/ g.

O processo *sous vide* mostrou-se eficiente reduzindo a população de coliformes totais em até 4 ciclos logarítmicos. Das amostras da 1ª coleta que se apresentaram com perda de vácuo, observou-se contaminação com coliformes totais somente a amostra com mais de 4 semanas de estocagem refrigerada a 3°C.

Em todas as amostras de cenouras submetidas ao processo *sous vide* (90°C/ 60 min), referentes ao tempo 0, exceto nas embalagens com perda de vácuo, não foi evidenciado o crescimento de bolores e leveduras, bactérias mesófilas e coliformes totais, uma vez que segundo a APHA (2001), as células vegetativas possuem baixa resistência térmica, sendo destruídas por poucos minutos a temperatura de 65,5°C.

A presença de uma microbiota mista, ou seja, a presença de bactérias mesófilas, coliformes totais, bolores e leveduras nas amostras em que ocorreram perda de vácuo é segundo APHA(2001) típico de vazamento através da embalagem, após processo de tratamento térmico.

Tabela 5. Contagem de coliformes totais em cenoura (*Daucus carota L.*) *in natura* e em cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

AMOSTRAS DE CENOURAS	Coletas				
	Contagem de coliformes totais (UFC/ g)				
	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta
<i>In natura</i>	9,1 x 10 ³	7,1 x 10 ²	1,9 x 10 ²	1,6 x 10 ⁵	2,4 x 10 ⁵
Tempo 0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Tempo 4	1,6 x 10 ²	< 10	< 10	< 10	< 10

Em um estudo realizado por KOO *et al.* (2003), nenhuma alteração ocorreu por bactérias aeróbias, anaeróbias, coliformes totais, psicotróficos e bolores e leveduras em sopa de couve com soja submetida à tecnologia *sous vide* (97°C/ 14,3 min) durante os armazenamentos nas temperaturas de 3°C/ 36 dias e 10°C/ 24 dias. No presente estudo também não foi evidenciado alteração na cenoura submetida a tecnologia *sous vide* (90°C/ 60 min) por esses micro-organismos citados durante o armazenamento refrigerado a 3°C/ 8 semanas.

Na pesquisa de bactérias produtoras de esporos foi constatada na cenoura submetida à tecnologia *sous vide* somente a presença de esporos de bacterias mesófilas aeróbias facultativas, nas cinco coletas, em diferentes períodos de armazenamento a 3°C (TABELA 6). Não foi evidenciada a presença de bactérias termófilas esporuladas em nenhuma das cinco coletas, com até 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C). As bactérias produtoras de esporos isolados, apresentaram as seguintes características: mesófila, aeróbias facultativas, bastonetes Gram positivos, fermentadores de amido, produção de gás, produção de esporos central, terminal ou subterminal, motilidade negativa, catalase positiva e produção de gás (Figura 4). Características semelhantes apresentadas pelas espécies *Paenibacillos macerans* e *Paenibacillus polimixa* da Tabela 2. Os *P. macerans* e os *P. polymyxa* são bastonetes Gram positivos, catalase positiva, anaeróbios facultativos, produzem ácidos, gás e esporos ovais, terminais ou subterminais, possuem temperatura ótima de 30°C e

pH ótimo de 7,0. A diferenciação dessas bactérias é por serem capazes de degradar o amido. Essas bactérias são as principais responsáveis pela deterioração de enlatados de baixa acidez com perda de vácuo, decorrentes do subtecnologia, pois os esporos não são tão resistentes quanto os do clostrídios putrefativos (SILVA *et al.*, 2010).

Tabela 6. Avaliação da presença ou ausência de bactérias produtoras de esporos, mesófilas aeróbias facultativas em cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado a 3°C.

AMOSTRAS DE CENOURAS	COLETAS				
	Bactérias produtoras de esporos (UFC/ g)				
	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	4ª Coleta	5ª Coleta
Tempo 0	+	-	-	-	-
Tempo 2	-	+	-	-	+
Tempo 4	+	+	+	+	+
Tempo 6	-	-	-	+	-
Tempo 8	+	-	+	+	-

(+) – presença de bactérias mesófilas aeróbias facultativas.

(-) – ausência de bactérias mesófilas aeróbias facultativas.

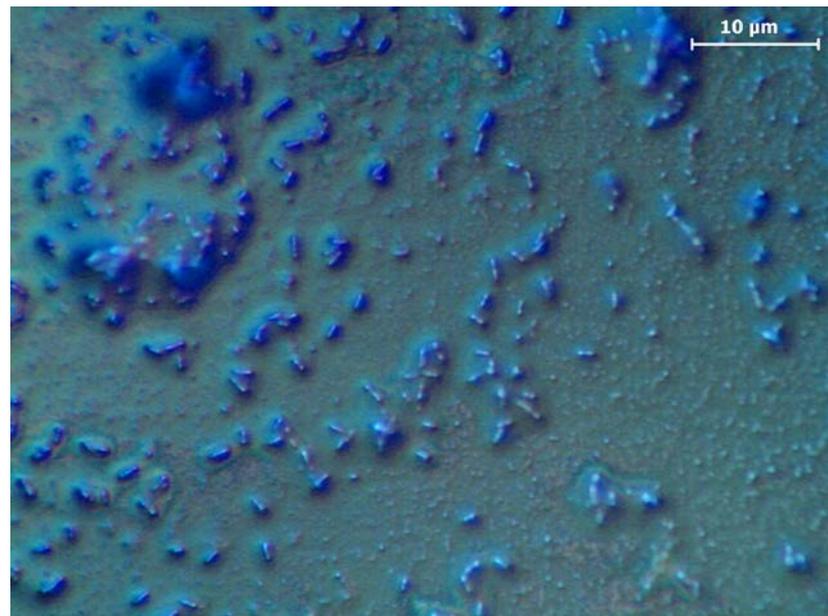
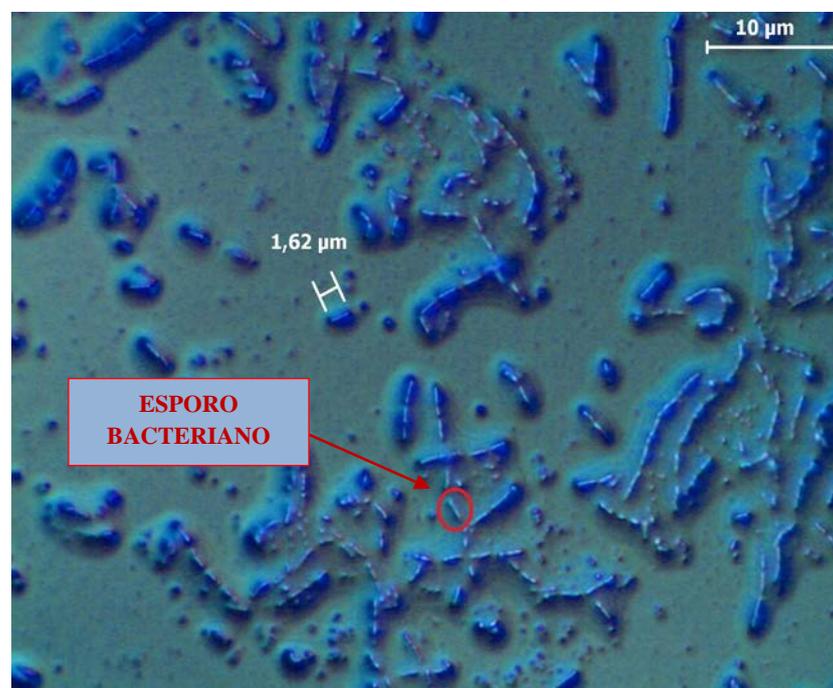
**A****B**

Figura 4. Microscopia óptica dos esporos de bactérias presentes nas cenouras processadas: **A** – após a tecnologia *sous vide*, no tempo T_0 e **B**- com 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C). Aumento: 220×100 . Fonte: Oliveira, T. C. A.

Os esporos dessas bactérias podem se manter no alimento em condição de dormência durante seu processo produtivo, suportando condições adversas, como pasteurização, congelamento, desidratação, irradiação e desinfetantes em condições ideais de crescimento, podem germinar e dar origem a novas células vegetativas, provocando uma deterioração do alimento, embora não sejam patogênicas (SILVA *et al.*, 2010).

O armazenamento refrigerado à 3°C é de extrema importância nas cenouras submetidas à tecnologia *sous vide*, pois a temperatura e tempo utilizado no processamento térmico, embora tenha sido eficiente na redução de células vegetativas de micro-organismos deteriorantes e patógenos, não eliminou as bactérias esporuladas que podem voltar ao seu estágio vegetativo, se não houver um rígido controle da temperatura de armazenamento, comprometendo assim a qualidade do alimento e a saúde do consumidor.

NYATE (2000) verificou que os alimentos submetidos a tecnologia *sous vide*, armazenados a 3°C durante cinco semanas apresentou melhores resultados microbiológicos e características de qualidade, do que aqueles armazenados a 8°C no mesmo tempo, submetidos também a tecnologia *sous vide*. Assim, temperatura de armazenamento de 3°C é recomendado no acondicionamento de vários produtos submetido à técnica *sous vide*.

Não foi detectado a presença de *Salmonella sp/ 25g*, *Listeria monocytogenes/25g*, *Bacillus cereus/g* e *Clostridium perfringens/g* nas amostras de cenoura *in natura* e processadas por tecnologia *sous vide*.

PILON (2003) obteve resultado negativo na pesquisa de *Salmonella* e coliformes fecais em cenoura minimamente processadas, enquanto SILVA *et al.* (2003) não isolou *Escherichia coli* O157: H7 de 869 amostras de vegetais analisados, dentre eles, alface, rúcula e chicória, semelhante ao resultado encontrado no presente estudo.

Segundo TANSEY *et al.* (2005b), dentre diversos alimentos estudados submetidos à tecnologia *sous vide*, constataram-se que o uso de temperatura e tempo de cocção em 150-170 g de cenouras, no processo de cozimento *sous vide* de 90°C por 10 minutos é mais eficiente na eliminação de *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*, psicrotróficos e *Clostridium botulinum*, do que o uso da temperatura e tempo de 70°C por 20 minutos.

Segundo TUCKER (2004), a utilização de uma temperatura de cocção de 90°C por 10 minutos é capaz de reduzir 6 ciclos decimais de células vegetativas de *Clostridium botulinum*. Os sobreviventes não causarão qualquer problema ao consumidor, se o produto ficar armazenado sob refrigeração (3°C), garantindo o processo *sous vide*.

Portanto, a estabilidade microbiológica foi mantida em todos os tempos de armazenamento estudados, exceto na amostra com quatro semanas à 3°C, devido provavelmente à contaminação cruzada por falhas durante a etapa de embalagem ou selagem.

5.2. Características Químicas e Físico-químicas

5.2.1. Avaliação da cenoura *in natura* e processada por tecnologia *sous vide*, referente ao tempo zero.

5.2.1.1. Composição Centesimal

Os resultados obtidos dos conteúdos de umidade e lipídios praticamente não alteraram, enquanto os teores de proteínas, cinzas e carboidratos apresentaram oscilações após a cocção e resfriamento da cenoura processada pela tecnologia *sous vide* (Figura 5). No Apêndice A, pode-se observar que o valor nutricional da cenoura *in natura* e processada por tecnologia *sous vide* diferiu significativamente ao nível de 5% ($p \leq 0,05$) nos constituintes: carboidratos, proteínas e cinzas, enquanto nos demais não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) após a cocção.

Tabela 7. Valores médios e desvios padrão dos conteúdos de umidade, lipídios, cinzas, proteínas e carboidratos da análise estatística dos dados da cenoura *in natura* e processada por *sous vide* no tempo 0 (n = 3).

Composição nutricional	Tempo de armazenamento (3°C) em semanas	
	<i>In Natura</i>	Tempo 0
	Médias*	
Umidade (%)	89,56 ± 0,94	89,99 ± 0,84
Lipídios (%)	0,17 ± 0,07	0,17 ± 0,10
Cinzas (%)	0,79 ± 0,09	1,01 ± 0,15
Proteínas (%)	1,07 ± 0,22	0,93 ± 0,18
Carboidratos (%)	8,92 ± 0,78	8,35 ± 0,77

* Médias e desvios padrão

Em um estudo realizado por ALMEIDA *et al.* (1997), a cenoura *in natura* apresentou um teor de umidade (91,89%), proteína (1,01%), lipídios (0,2%), carboidratos (6,09%) e cinzas (0,81%) e a cenoura cozida com água uma umidade (95,5%), proteína (0,44%), lipídios (0,19%), carboidratos (3,51%) e cinzas (0,31%), verificando-se que a cenoura cozida com água apresentou uma redução significativa dos nutrientes e uma maior umidade, quando comparado ao método *sous vide* empregado no presente estudo. A diferença nos valores de composição centesimal das cenouras *in natura* de ambos os pesquisadores pode ser justificada pelo tipo de cultivar, grau de maturidade, tipo de solo plantado, região plantada, clima, dentre outros fatores que interferem diretamente nas características da composição da cenoura. O teor médio de umidade da cenoura submetida ao cozimento em água foi maior do que a cenoura submetida à tecnologia *sous vide* (89,56% a 89,99%) (Figura 7), podendo ser atribuída pelas diferenças estruturais sofrida na cenoura no momento da cocção, pelo contato direto com a água, o que não acontece quando se usa a tecnologia *sous vide*, em que não há contato direto com a água, evitando o ganho de umidade e consequente grande perda de nutrientes. O mesmo fato pode ser observado quando se comparam os resultados da cenoura em cubo em estudo, com os resultados apresentados na Tabela 1 de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

As reduções significativas ao nível de 5% nos valores médios (Figura 7) de proteínas e carboidratos devem-se provavelmente ao tratamento térmico ter causado danos na estrutura celular da cenoura, provocando desnaturação proteica e hidrólise dos carboidratos (CHITARRA *et al.*, 2005). O aumento no teor de cinzas no tempo 0 se deve a adição de sal na embalagem, antes do processo de cozimento *sous vide*. A manutenção dos teores de umidade e lipídios na cenoura, após a tecnologia *sous vide*, pode ser justificada provavelmente pelo tipo de embalagem empregado, sendo impermeável ou com baixa permeabilidade ao vapor d'água, evitando ganho excessivo de umidade pela cenoura e ao uso do vácuo, evitando processos de oxidações.

5.2.1.2. pH e Acidez Total Titulável

Os resultados obtidos do pH para a cenoura *in natura* (5,74) e o para a cenoura processada no tempo 0 (5,74) mantiveram-se constantes, enquanto que os valores médios da

acidez, expressos em mL de NaOH 0,1M, oscilaram de 1,74 a 1,86 (Figura 5). No Apêndice A, podemos observar que os valores do pH da cenoura *in natura* e da cenoura processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0, não apresentou diferença significativa a nível de 5% ($p > 0,05$), porém os valores de acidez apresentaram diferença significativa a nível de 5% ($p \leq 0,05$).

A diferença significativa (5%) apresentada em cenouras submetidas a tecnologia *sous vide* podem ser justificadas possivelmente pela desnaturação das proteínas, produzirem em maior quantidade íons catiônicos, que possui propriedade ácida, que associados a outros constituintes livres no alimento, formaram ácidos, com capacidade tamponante, motivo pelo qual não houve variação do pH (CHITARRA *et al.*, 2005).

VERZELETTE *et al.* (2010) analisando a vida útil de cenouras minimamente processadas, verificaram um pH de 6,48. ZANATTA *et al.* (2010) em estudos com cenoura como ingrediente da formulação de farinha à partir de vegetais, encontraram um pH de 5,21, enquanto BRANCO *et al.* (2007), obtiveram pH 5,92.

As variações de pH e acidez em cenouras *in natura* são influenciadas por diversos fatores, como: o tipo de solo, época e local de plantio, grau de maturação, colheita, dentre outros fatores.

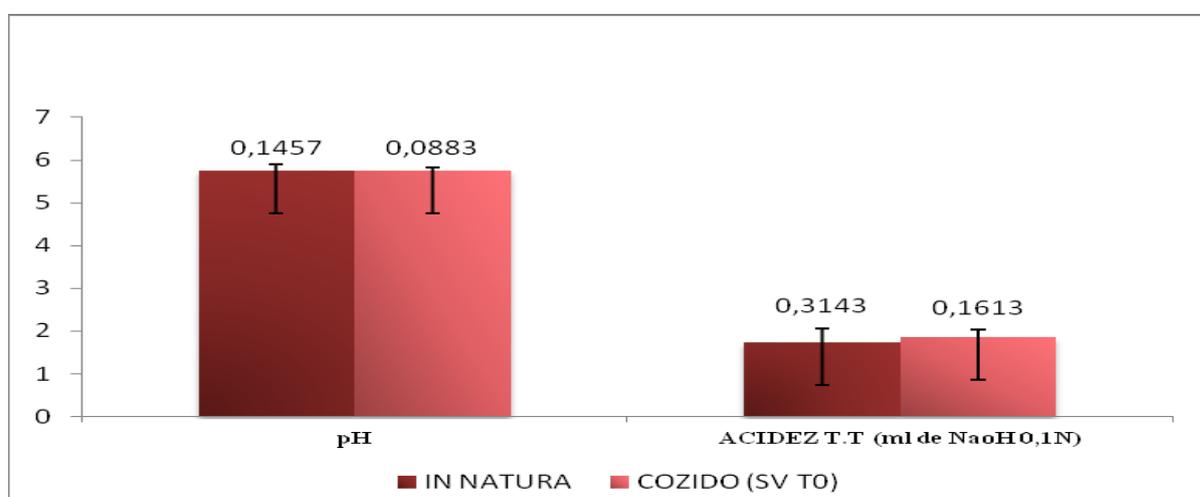


Figura 5. Valores médios e desvios padrão do pH e acidez total titulável da análise estatística dos dados em cenoura *in natura* e processada, no tempo 0.

5.2.1.3. Cor instrumental

De acordo o Apêndice B podemos observar que os parâmetros L^* , a^* , b^* e hue estudados da cenoura *in natura* e processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0 não diferiram significativamente ao nível de 5% ($p > 0,05$), enquanto o croma apresentou diferença significativa a nível de 5% ($p \leq 0,05$) após a cocção.

Os resultados dos parâmetros de cor instrumental: L^* , a^* , b^* , croma e hue apresentados na Tabela 7, verifica-se que o ângulo hue (λ°) da cenoura *in natura* foi de 59,79 e da cenoura processada no tempo 0 foi de 63,06, permanecendo próxima de 60 após o processo de cocção utilizado na tecnologia *sous vide*, mostrando coloração vermelha mais próxima do amarelo (laranja) e que a cor da cenoura apresentou-se mais intensa e mais atrativa. Os valores de luminosidade (L^*) da cenoura *in natura* foi de 42,75 e da cenoura processada no tempo 0 foi de 41,37, e a intensidade da cor (C) variou entre 22,11 e 25,74, indicando que as cenouras apresentaram um aumento da intensidade da cor vermelho-alaranjada e uma pequena redução do brilho após a cocção e resfriamento, possivelmente poderia tais eventos serem associados com traços de escurecimento não enzimático ou houve concentração de pigmentos na cenoura após o tratamento térmico.

Segundo BOLIN *et al.* (1991) e CISNEROS-ZEVALLOS *et al.* (1995), as injúrias oriundas do descascamento e corte em cenouras minimamente processadas podem causar formação de um material branco, devido as reações enzimáticas do fenômeno da lignificação, potencializado, possivelmente consequência da atividade da lipoxigenase.

A coordenada de cromaticidade a^* varia de verde a vermelho. Na Tabela 7, podemos observar que o valor a^* da cenoura *in natura* foi de 11,07 e da cenoura submetida a cocção foi de 11,24. Esse pequeno aumento foi não significativo. A coordenada b^* varia de azul a amarelo, correspondendo a valores negativos e positivos, respectivamente. O valor b^* apresentou uma alteração maior após o processo de cocção da cenoura, variando de 18,08 a 21,19, indicando que houve uma diminuição da coloração amarela.

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros da cor instrumental: L*, a*, b*, croma e hue, da análise estatística dos dados em amostras *in natura* e cenouras processadas por tecnologia *sous vide* no tempo 0 (n = 3).

TRATAMENTO	Médias*				
	L	a*	b*	C	H
<i>IN NATURA</i>	42,75 ± 5,96	11,07 ± 3,49	21,19 ± 5,44	22,11 ± 6,96	59,79 ± 4,48
COZIDO	41,37 ± 2,22	11,24 ± 1,98	18,08 ± 6,23	25,74 ± 5,91	63,06 ± 6,00

*Médias e desvios padrão

5.2.2. Estudo da estabilidade da cenoura submetida à tecnologia *sous vide* em função do tempo de armazenamento refrigerado

5.2.2.1 Composição centesimal

No Apêndice C podemos observar que não houve variação significativa ao nível de 5% ($p > 0,05$) nos parâmetros de composição nutricional estudados, com exceção do teor de proteínas que foi influenciada pelo tempo de armazenamento a 3°C durante oito semanas ($p \leq 0,05$). Nenhum dos modelos matemáticos testados se ajustou aos dados das variáveis, mesmo para as proteínas que obtiveram diferença significativa ao nível de 5%.

Os resultados do estudo físico-químico da vida de útil das cenouras submetidas à tecnologia *sous vide* nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C), apresentados na Tabela 8, evidenciaram que apenas as proteínas apresentaram uma redução de 0,93% a 0,09% em quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C), permanecendo com valor constante até a oitava semana, na mesma temperatura, possivelmente houve a desnaturação proteica, que iniciou-se logo após o tratamento térmico e resfriamento e deu continuidade durante o tempo de armazenamento refrigerado (3°C) (CHITARRA *et al.*, 2005). Os valores médios referentes aos lipídios e as cinzas (resíduo mineral) sofreram diminuição da sexta a oitava semana de armazenamento refrigerado, variando de 0,20% a 0,11% para os lipídios e 1,03% a 0,86% para as cinzas, contrastando com o aumento no teor de carboidratos, variando de 8,62 a 8,96, observados nas mesmas semanas. Porém essas variações não foram significativas ($p > 0,05$). A umidade obteve valores médios bastante próximos durante o armazenamento por oito semanas a 3°C. Assim, a não variação significativa ($p > 0,05$) dos lipídios, carboidratos, cinzas e umidade podem ser justificadas possivelmente pela resistência da embalagem, que impediu trocas gasosas com o meio, evitando ganho de umidade pelo produto e permitiu a manutenção do vácuo durante as oito semanas de armazenamento a 3°C da cenoura, evitando a perda de nutrientes, da cor e alteração dos atributos sensoriais de qualidade.

Tabela 9. Valores médios dos conteúdos de umidade, lipídios, cinzas, proteínas e carboidratos da análise estatística dos dados da estabilidade das cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

Composição centesimal	Tempo de armazenamento (3°C) em semanas				
	0	2	4	6	8
	Médias*				
Umidade (%)	89,99 ± 0,84	89,68 ± 0,59	90,05 ± 0,74	90,06 ± 0,68	89,99 ± 0,52
Lipídios (%)	0,17 ± 0,10	0,14 ± 0,10	0,19 ± 0,12	0,20 ± 0,09	0,11 ± 0,01
Cinzas (%)	1,01 ± 0,15	1,01 ± 0,15	1,14 ± 0,45	1,03 ± 0,38	0,86 ± 0,20
Proteínas (%)	0,93 ± 0,18	0,13 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,09 ± 0,06	0,09 ± 0,06
Carboidratos (%)	8,35 ± 0,77	9,04 ± 0,66	8,53 ± 0,70	8,62 ± 0,42	8,96 ± 0,39

5.2.2.2. pH e Acidez Total Titulável

O armazenamento refrigerado a 3°C durante oito semanas alterou a acidez da cenoura, oscilando de 1,86 a 2,09 ml de NaOH 0,1M, entretanto, nos valores do pH não foi observada essa alteração, variando de 5,75 a 5,82 (Tabela 9). No Apêndice C, podemos verificar que a acidez da cenoura foi influenciada pelo armazenamento refrigerado a 3°C ($p \leq 0,05$). Porém, o pH não obteve diferença significativa a nível de 5% ($p > 0,05$).

A diferença significativa (5%) apresentada no teor de acidez em cenouras processadas por tecnologia *sous vide* e armazenadas com até oito semanas a 3°C podem ser justificadas possivelmente pela desnaturação das proteínas produzirem em maior quantidade íons catiônicos, que possuem propriedades ácidas, e associados a outros constituintes livres no alimento, formaram ácidos, com capacidade tamponante, motivo pelo qual não houve variação do pH.

LIMA *et al.* (2003) evidenciaram um aumento do pH em cenouras minimamente processadas e armazenadas em estufa sob atmosfera modificada e temperatura a 5°C ao longo de 24 dias.

Segundo KAKIOMENOU *et al.* (1996) em cenouras fatiadas armazenadas durante 17 dias a 10°C, ocorreu aumento da acidez atribuída pela produção dos ácidos láctico, acético, málico, succínico e pirúvico, podendo ser creditado como um produto do metabolismo microbiano. LIMA *et al.* (2003) apud CARLIN *et al.* (1990) encontraram aumento da acidez em cenouras fatiadas prontas para o consumo, devido a produção dos ácidos acético e láctico por micro-organismos.

Tabela 10. Valores médios dos conteúdos de pH e acidez total titulável da estabilidade das cenouras processadas por tecnologia *sous vide* nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C). (n = 3)

TEMPOS DE ARMAZENAMENTO (3°C) EM SEMANAS	MÉDIAS*	
	pH	Acidez T.T. (ml de NaOH 0,1M)
0	5,75 ± 0,09	1,86 ± 0,18
2	5,77 ± 0,15	1,98 ± 0,01
4	5,79 ± 0,84	1,93 ± 0,01
6	5,80 ± 0,09	2,09 ± 0,11
8	5,82 ± 0,07	2,05 ± 0,25

*Médias e desvios padrão

Observando a Figura 6, podemos constatar que o modelo matemático que se adequou aos dados estatísticos da pesquisa na determinação da acidez foi linear.

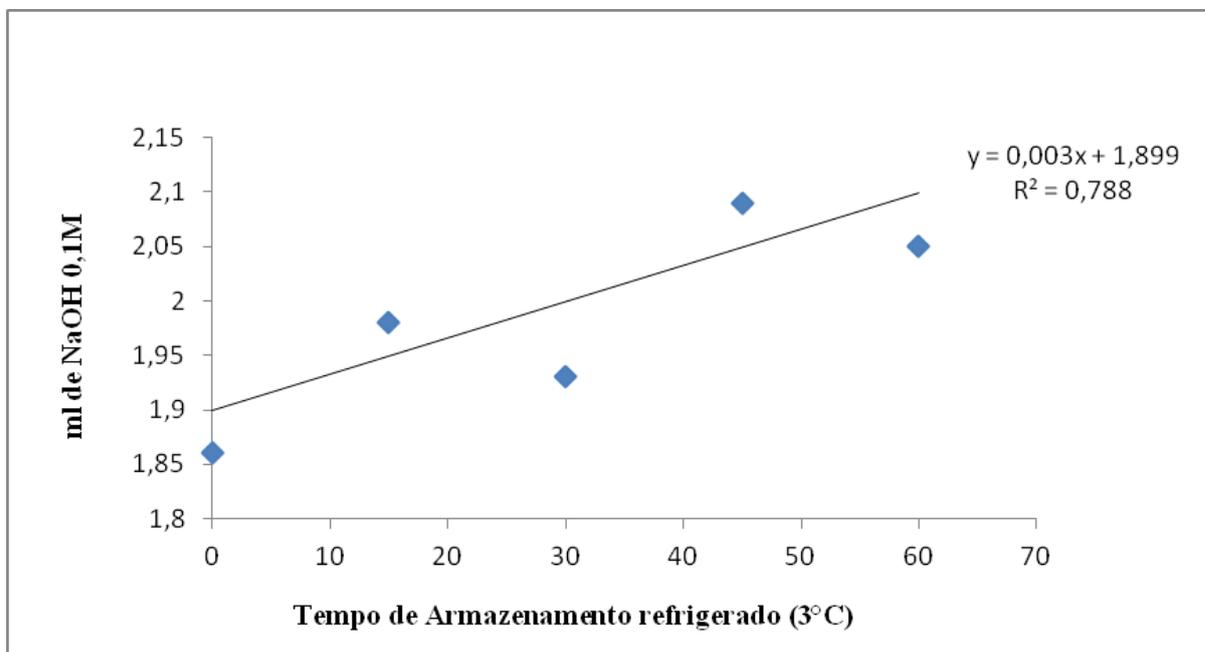


Figura 6. Variação da acidez total titulável/ ml de NaOH 0,1M, durante os tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

5.2.2.3. Cor instrumental

Os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , croma e hue, submetidos a análise de regressão, observados no Apêndice D, não apresentaram variação significativa a 5% ($p > 0,05$) durante oito semanas de armazenamento refrigerado a 3°C, portanto, a temperatura e o tempo de armazenamento possivelmente não influenciaram na perda de pigmentos responsáveis pela cor.

Observando-se a Tabela 10, pode-se verificar que o ângulo hue (λ°) permaneceu acima de 60 durante todo o estudo, mostrando coloração vermelha mais próxima do amarelo-alaranjado. Os valores de luminosidade (L^*) aumentaram gradativamente com quatro semanas de armazenamento refrigerado a 3°C, variando de 41,37 a 45,33, apresentando um declínio com oito semanas (43,31). Assim, verificou-se que as cenouras processadas por tecnologia *sous vide* apresentaram um aumento no brilho ao longo do armazenamento, principalmente na quarta semana de armazenamento a 3°C. A intensidade da cor (croma) apresentou pouca variação ao longo do armazenamento a 3°C, obtendo valores máximos na quarta semana e na oitava semana, com 27,39 e 26,74, respectivamente. Isso demonstra uma tendência ao aumento da intensidade da cor alaranjada com oito semanas de armazenamento a 3°C. Os resultados mostraram aumento da cor amarela e diminuição da cor vermelha nos tempos de 0, 2 e 8 semanas de armazenamento a 3°C, tendo um aumento do valor b^* nos tempos de 2, 4 e 8 semanas, associando-as, pode-se concluir que a cor vermelha-alaranjada, devido provavelmente ao vácuo, apresentou-se intensa na segunda e oitava semana de armazenamento refrigerado.

WERLEIN (1998) verificou que cenouras submetidas à tecnologia *sous vide* com temperatura e tempo de cocção de 98°C por 20 minutos e armazenadas por até 21 dias à 2°C, obtiveram um aumento no brilho a partir dos 14 dias de armazenamento refrigerado.

Tabela 11. Valores médios da cor instrumental: L*, a*, b*, croma e hue, para a amostra *in natura* e cenouras processadas por tecnologia *sous vide* durante os tempos 0, 2, 4, 6 e 8 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

TEMPOS DE ARMAZENAMENTO (3°C) EM SEMNANAS	Média*				
	L*	a*	b*	Croma	Hue
0	41,37 ± 2,39	11,08 ± 1,41	23,01 ± 6,91	25,74 ± 6,57	63,06 ± 5,69
2	42,09 ± 0,62	10,31 ± 1,10	23,17 ± 2,52	26,22 ± 2,62	65,67 ± 1,12
4	45,33 ± 0,36	9,97 ± 2,45	25,32 ± 0,47	27,39 ± 0,48	69,09 ± 4,75
6	41,39 ± 4,69	9,13 ± 1,32	18,15 ± 6,18	19,23 ± 6,00	60,54 ± 6,89
8	43,31 ± 2,78	10,11 ± 1,65	24,66 ± 7,90	26,74 ± 7,74	66,78 ± 4,89

*Médias e desvio padrão

ARAYA *et. al* (2009), analisando o efeito do armazenamento na cor da cenoura submetida ao processo *sous vide*, na temperatura de 90°C/ 5 min, em comparação com outros métodos, observou que o valor b* aumentou apenas no primeiro dia de armazenamento, manteve constante por até 14 dias de armazenamento (4°C), enquanto o valor a* obteve valores inferiores a b*. O valor λ° , nem o valor L variou com os tempos de armazenamentos. A mesma tendência foi encontrada no presente trabalho.

Segundo TANSEY *et al.* (2010), a tecnologia *sous vide* não influenciou na perda de cor da cenoura quando submetida a cozimentos de (85°C/ 11 min, 85°C/ 22 min e 85°C/ 44 min), em seguida armazenada sob refrigeração (4°C / 3 dias) e congelamento (-25°C/ 2 dias).

5.3. Análise Sensorial

5.3.1. Perfil do consumidor

A maioria dos provadores encontra-se dentro da faixa que corresponde aos que “gostam” de cenoura cozida (95,00%), tendo um maior percentual de provador (55,0%) que “gosta moderadamente” de cenoura cozida (Figura 7).

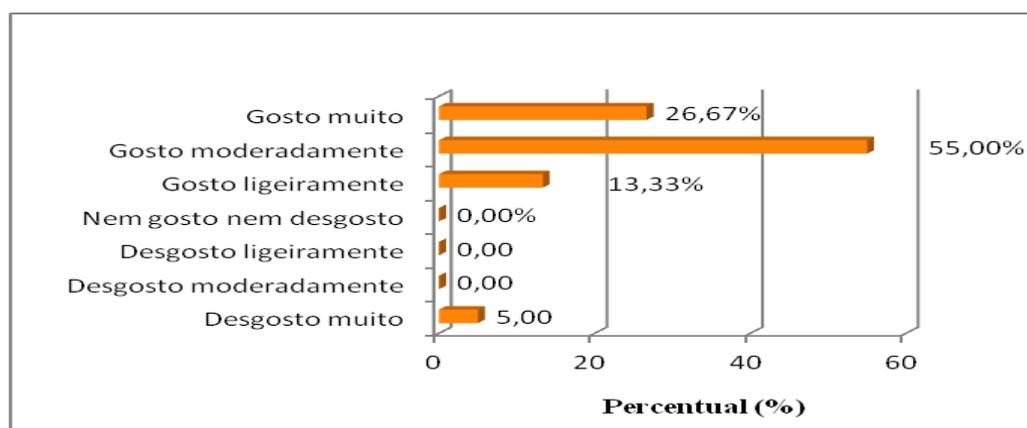


Figura 7. Distribuição dos provadores em relação ao grau de gostar de cenoura cozida.

Em relação à frequência de consumo, esta foi bastante alta, onde aproximadamente 11,67% dos provadores consomem cenoura diariamente, 6,67% consomem quinzenalmente e 1,67% nunca consomem. A frequência alta de consumo se deve ao fato da cenoura ser um vegetal bastante utilizado em saladas e pratos à base de carne cozida (Figura 8).

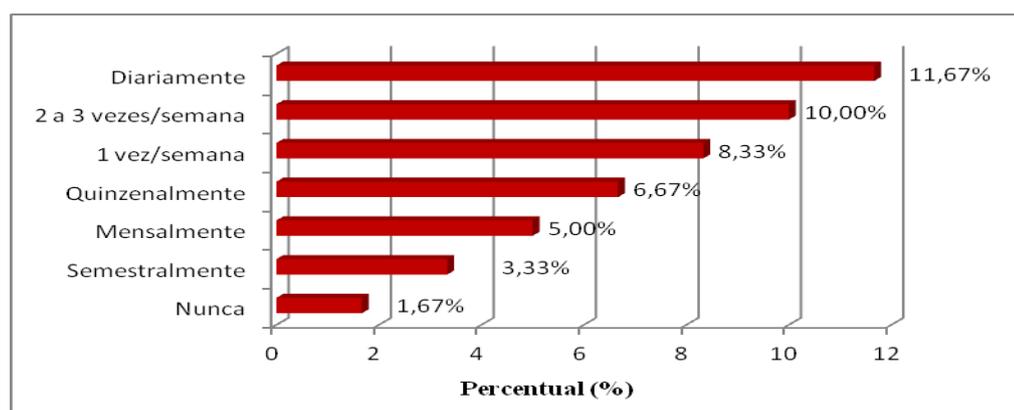


Figura 8. Distribuição dos provadores em relação a frequência de consumo de cenoura cozida.

5.3.2. Teste de aceitação

Considerando-se a faixa de aceitação dos percentuais hedônicos das escalas (valores entre 6 e 9) e observando-se a Tabela 11, verifica-se que as amostras de cenoura cozida submetida a tecnologia *sous vide*, após o resfriamento e com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C) obtiveram, respectivamente, os seguintes percentuais de aceitação para os atributos: cor (91,67%, 98,33%), aparência (90,00%, 95,00%), aroma (90,00%, 90,00%), sabor (83,33%, 86,67%), textura (83,33%, 88,33%) e impressão global (86,67%, 91,67%).

Observando na tabela 11 a distribuição da frequência das notas pelos consumidores, podemos afirmar que a aceitação dos consumidores foi homogênea, ou seja, não houve uma definição de aceitabilidade entre as amostras. O atributo sabor alcançou o mesmo percentual de aceitação. Nos demais atributos, as amostras de cenoura cozida após resfriamento e com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C) obtiveram valores próximos, com uma superior aceitação para a amostra de cenoura cozida com quatro semanas de armazenamento nos atributos cor, aparência, aroma e impressão global. A textura da cenoura com quatro semanas obteve uma menor aceitação pelo consumidor, consequência do amolecimento excessivo da cenoura, provocada pela desnaturação das proteínas presentes na parede celular dessas olerícolas.

Analisando a Tabela 12, podemos verificar que a media variou em 7,00 que equivale a “gostei moderadamente”, em praticamente todos os atributos avaliados. Embora, a cenoura cozida com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C) tenha apresentado uma aceitação maior a amostras de cenoura cozida após o resfriamento (tempo 0), porém não ocorreu diferença significativa ao nível de 5% ($p > 0,05$) (Tabela 12), indicando que o armazenamento refrigerado (3°C) com quatro semanas da cenoura não influenciou na perda das características sensoriais do produto.

Assim, de acordo com os dados físico-químicos e sensoriais do presente trabalho verifica-se que a tecnologia *sous vide* retém grande parte dos nutrientes e mantém as características sensoriais do produto, tornando-o atrativo durante as quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

Tabela 12. Médias dos atributos sensoriais das cenouras processadas por tecnologia *sous vide* durante os tempos 0 e 4 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

TEMPOS (Semanas)	Média*						
	Cor	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global	Intenção compra
0	7,57 ± 1,28a	7,38 ± 1,30a	7,12 ± 1,37a	7,02 ± 1,51a	7,03 ± 1,53a	7,20 ± 1,57a	3,95 ± 1,16a
4	7,60 ± 1,03a	7,42 ± 1,06a	7,33 ± 1,35a	7,02 ± 1,69a	6,87 ± 1,61a	7,30 ± 1,44a	3,85 ± 1,09a

*Médias e desvios padrão

a- Letras iguais não diferem estatisticamente.

A composição nutricional da cenoura, dentre outros fatores, pode influenciar diretamente na aceitabilidade do consumidor. Segundo BOTELHO *et al.*(2007) os açúcares presentes no produto influenciam a aparência (cor, brilho e opacidade), textura, solubilidade, na capacidade de retenção de água, de cristalização e de formação de géis.

WERLEIN (1998) constatou que cenouras submetida à tecnologia *sous vide*, cozida na temperatura de 98°C por 20 minutos, submetida a um armazenamento refrigerado (2°C) de 21 dias obteve os atributos sensoriais (textura, sabor, aroma e cor) praticamente constante durante o período de armazenamento, sendo preferida pelos consumidores em relação as cenouras submetidas ao cozimento convencional.

5.3.3. Intenção de compra

Avaliando o percentual das notas, a maioria dos provadores (45,00%) apontou que “certamente comprariam” a cenoura processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0 e 33,33% “certamente comprariam” a cenoura com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C). Dentre os provadores, a minoria (3,33%) demonstrou que “certamente não compraria” a cenoura processada por tecnologia *sous vide* no tempo 0 e 1,67% “certamente não comprariam” a cenoura com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C). No entanto, avaliando a distribuição do percentual de notas entre “possivelmente compraria” e “certamente compraria” podemos perceber que praticamente não houve variação na intenção de compra, apresentando a cenoura processada por tecnologia *sous vide* com quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C) uma porcentagem de 65,33% e a cenoura no tempo 0, 65,00%. Portanto ambas as amostras possivelmente seriam compradas pelos provadores. (Figuras 16 e 17).

Avaliando a frequência das notas não houve diferença significativa entre as amostras nos tempos de 0 e com quatro semanas, ao nível de 5% ($p > 0,05$) (TABELA 12).

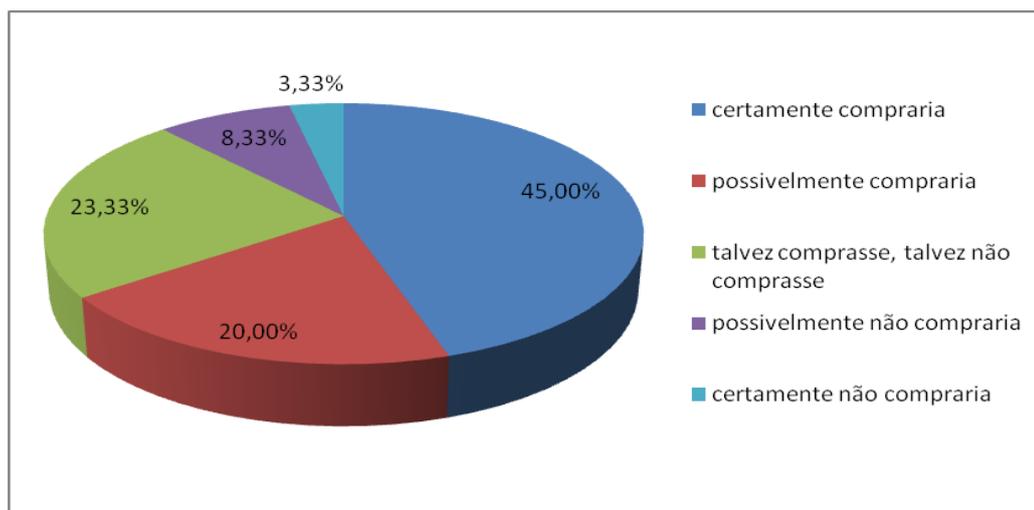


Figura 9. Distribuição do percentual das notas de intenção de compra da cenoura processada por tecnologia *sous vide* (Tempo 0).

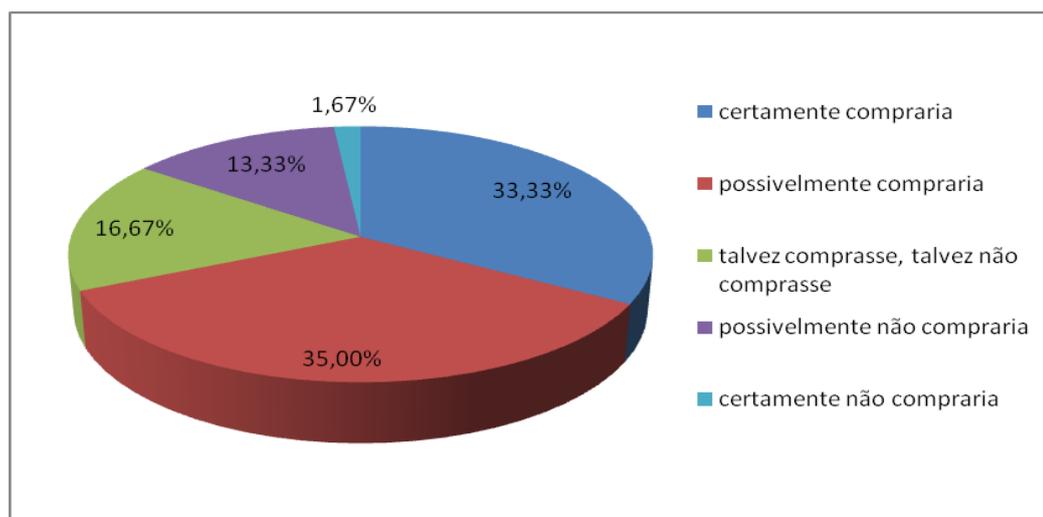


Figura 10. Distribuição do percentual das notas de intenção de compra da cenoura cozida com 4 semanas de armazenamento refrigerado (3°C).

CONCLUSÕES

A temperatura e tempo de cocção e o resfriamento a 3°C utilizados na tecnologia *sous vide* empregada nas cenouras cortadas em cubo foi eficiente na eliminação de células vegetativas de coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras, porém não foi suficiente pra eliminar bactérias deteriorantes produtoras de esporos.

O isolamento de apenas bactérias mesófilas aeróbias facultativas produtoras de esporos durante a estocagem a 3°C evidenciam a necessidade do controle de temperatura durante o armazenamento refrigerado visando garantir a qualidade e inocuidade.

A presença de uma microbiota mista, típica de vazamento da embalagem, em algumas amostras de cenoura processadas por tecnologia *sous vide*, indicam a importância do controle do processo de embalagem e selagem a vácuo, bem como seu manuseio até sua utilização.

Nas características físico-químicas e químicas houve uma diferença significativa nos constituintes: proteínas, cinzas, carboidratos e acidez titulável na cenoura processada por tecnologia *sous vide*, no tempo 0. Durante o armazenamento à 3°C até oito semanas, pode-se observar variação significativa apenas nos teores de proteínas e acidez titulável. Como a cenoura não é um alimento rico em proteínas, o produto pode permanecer estocado, nas condições estudadas, até esse período de armazenamento, mantendo-se nutritiva, sem prejudicar o consumidor.

Na avaliação sensorial da cenoura processada por tecnologia *sous vide* até quatro semanas de armazenamento refrigerado (3°C) em comparação com a cenoura no tempo zero, pode-se concluir que a tecnologia *sous vide* não influenciou a aceitabilidade do consumidor.

Nesta pesquisa foi demonstrado que a tecnologia *sous vide* é uma boa alternativa para conservação de cenouras prontas para consumo, pelo aumento da vida útil, gerando produtos seguros e de qualidade quando aliado as boas práticas de fabricação (BPF's).

REFERÊNCIAS

ABIA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Anuário Brasileiro das Indústrias da Alimentação**, 2012. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/anexos2012/fa5cdaaa-01c1-4988-9737-cdf9c5e3e8f5.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2012.

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; POPP, V.; FARIAS, M. P. Provitamin A activity of Brazilian carrots: leaves and roots. raw and cooked and their chemical composition. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 2, p. 120-124, 1997.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC 216, 15 de setembro de 2004**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2011.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18th ed. Washington, D.C, 2005.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 2001. p. 676.

ARAYA, X. I.; SMALE, T. N.; ZABARAS, D.; WINLEY, E.; FORDE, C.; STEWART, C. M.; MAWSON, A. J. Sensory Perception and Quality Attributes of High Pressure Processed Carrots in comparison to Raw, Sous-Vide And Cooked Carrots. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, p. 420– 433, 2009.

BALDWIN, D.E. *Sous vide for the Home Cook*. **Paradox Press LLC**, 2010. Disponível em: <<http://amath.colorado.edu/baldwind/publications.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2010.

BERKEL, B. M.; BOOGAARD, B. V. D.; HEIJNEN, C. Conservação de Peixe e Carne. **Fundação Agromisa, Wageningen**, 2005. Disponível em: <http://www.anancy.net/documents/file_pt/12-p-2005-screen.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2011.

BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 2, p. 416- 418, 1991.

BOTELHO, A.; ZANDONADI, R. **Alquimia dos Alimentos**. Brasília: SENAC, 2007.

BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; GIEHL, R. F. H.; WEBER, A.; EISERMANN, A. C.; SESTARI, I. Pré- Resfriamento Para a Conservação Pós-Colheita De Melões Cataloupe “Hy Mark”. **Artigo em Tecnologia Pós- Colheita**, Bragança, Campinas, v. 70, n. 3, p. 672-676, 2011.

BRANCO, I. G *et al.* Avaliação sensorial e estabilidade físico-química de um *blend* de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, p. 7-12, 2007.

BRUNO, L.M.; QUEIROZ, A.A.M.; ANDRADE, A.P.C.; VASCONCELOS, N. M.; BORGES, M.F. Avaliação Microbiológica de Hortaliças E Frutas Minimamente Processadas Comercializadas em Fortaleza (CE). **B,CEPPA**, Curitiba. v. 23, n. 1, p. 75- 84, 2005.

CAMARGO, A. M. M. P. *et al.* Análise dos Condicionantes da Produção Olerícola na Brasil. 1995- 2006 e em São Paulo, 1995-2007. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 32-42, 2010.

CAMARGO FILHO, W. P. *et al.* Produção de Cenoura no Brasil. 1999-2007: Contribuição da Área e da Produtividade. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF v. 26, n. 2, suplemento 2008. 1 CD-ROM.

CARLIN, F.; NGUYENTHE, C.; CHAMBROY, Y. & REICH, M. Effects of controlled atmospheres on microbial spoilage, electrolyte leakage and sugar content of fresh "ready to use" grated carrots. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, p. 110-119, 1990.

CARVALHO, D. **Fome e Desperdício de Alimentos**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://desafios2.ipea.gov.br/sites/000/17/edicoes/54/pdfs/rd54not04.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2012.

CHRISTIAN, G. D. **Analytical Chemistry**. 6. ed. New York: John Wiley & Sons, 2003. p. 848.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev, e ampl. Lavras: UFLA, 2005. p. 394 – 396.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; SALTVEIT, M. E. & KROCHTA, J. M. Mechanism of surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 2, p. 320-323, 1995.

CREA. Center de Recherche et D'Estudes pour L'Alimentation. França, 2000.

DOSSAT, R. J. **Princípios de Refrigeração**. Editora Hemus, 2004. p. 159 – 161.

EMATER-DF. **EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL**. Programa de Olericultura, 2010a. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00001806.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

EMATER-DF. **EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL**. Programa de Olericultura- Evolução. **Tendência, Perspectiva e Desafio Futuro do Agronegócio da Olericultura no Brasil e Distrito Federal**, 2010b. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00001806.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

EMBRAPA. **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. Disponível em: <<http://www.bssede.embrapa.br/2009>>. Acesso em: 13 dez.2010.

FDA. **Bacillus cereus. Bacteriological Analytical Manual**. Chapter 14, Food Drug Administration (FDA). 2001b. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM070875>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

FDA. **Salmonella. Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. Chapter 5. Food Drug Administration (FDA). 2007. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM070149>> Acesso em: 10 jan. 2011.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Tecnologia de Alimentos: Princípio e Prática**. 2. ed. 2011. p. 400- 461.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed, Viçosa-MG: UFV, 2008. p. 421.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) – **Statistics Division Online Databases**. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 24 fev. 2012.

GARCIA-LINARES, M.C.; GONZALES-FANDOS, E.; GARCIA-FERNANDES, M. C. GARCIA-ARIAS, M.T. Microbiological and nutritional quality of sous vide traditionally processed fish: influence of fat content. **Jornal of Food Quality**, v. 27, p. 371- 387, 2004.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos - Princípio e Aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. p. 70.

GONZÁLEZ, M. G.; SILVA, F. G.; BEZERRA, H.; MACHADO, D. D. G.; FARIA, D. C.; GOMES, V.; ORTEGA, M, Informe Nacional da Situação e das Perspectivas da Agricultura/2007: Brasil. **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura Representação no Brasil**, maio de 2007.

GOUSSAULT, B. Products cuits *sous vide* et plats cuisines en atmosphere modifiée. **Actualites Techniques et industrielles**, Paris, Junho, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2010, p. 60. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201010.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2011, p. 11. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201112.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal em 2008**. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1479&id_pagina=1>. Acesso em: 02 fev. 2012.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA- IICA. **Situação em 2010 e perspectivas da agricultura no Brasil para 2011**. Brasília, 2011.p.16.

JACKMAN, P.; SUN, D-W.; ZHENG, L. Effect of combined vacuum cooling and air blast cooling on processing time and cooling loss of large cooked beef joints. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 266–271, 2007.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 413-431.

LIMA, K. S. C.; LIMA, A. L. S.; LUCHESE, R. H. L.; GODOY R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Minimally processed carrots in modified atmosphere packaging and gama irradiation treatment: microbiological, physical-chemistry and chemistry evaluation. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 23, n. 2, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612003000200024&script=sci_arttext. Acesso: 24 abr. 2012.

KAKIOMENOU, K.; TASSOU, C.; NYCHAS, G. J. Microbiological, physicochemical and organoleptic changes of shredded carrots stored under modified storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 353-358, 1996.

KAWASAKI, V. M. **Custo- efetividade da Produção de Refeições Coletivas Seguras sob o Aspecto Higiênico-sanitário em Sistemas Cook-chill e Tradicional**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. p. 9-11, 129.

KLUGE, R. ; VITTI, M. Tecnologia de tecnologia mínimo de beterraba, Tecnologia de tecnologia mínimo de repolho. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E TECNOLOGIA MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília, DF. **Anais...**, Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/anais.htm>>. Acesso em: 4 mar. 2012.

KNOCHER, S.; VANGSGAARD, R.; JOHANSEN, L. S. Quality changes during storage of *sous vide* cooked green beans (*Phaseolus vulgaris*). **Z Lebensm Unters Forsch A**, v. 205, p. 370–374, 1997.

KOO, K. M.; LYU, E. S.; KIM, J. C.; LEE, D. S.; PAIK, H. D. Quality changes during the storage of *sous vide* processed soybean sprouts soup. **Blackwell Publishing Ltd, Food Service Technology**, v. 3, p. 107–112, 2003.

MACULAN, K. **Estudos Taxonômicos e Fisiológicos das Espécies do Gênero Eryngium l. (Apiaceae- saniculoideae) Ocorrentes na Área Compreendida pelo Campus da Universidade Federal de Pelotas**. Capão do Leão, Rio Grande do Sul. Monografia - Universidade Federal de Pelotas, RS, 2007. p. 21-70, .

MACFIE, H. J. H.; HEDDERLEY, D. Current Practice In Relating Sensory Perception To Instrumental Measurements. **Food Quality and Preference**, v. 4, n. 2, p. 41-49, 1993.

MEDEIROS, D. L. **Pesquisa Sobre a Técnica Sous Vide**. Monografia (Especialização em Turismo) - Universidade de Brasília, 2009. p. 14 - 33.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P.; SPOTO, M. H. F. Perfil Sensorial e Aceitação de Melão Amarelo Minimamente Processado Submetido a Tratamentos Químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, Campinas, p.589 - 590, 2010.

MIR, J.; ORIA, R.; SALVADOR, M. L. Control Parameters for Sous-vide Cook-chill Processing of Swiss Chard (*Beta vulgaris*) Stems. **Food Science and Technology International**, v. 14, p. 117-122, 2008.

MOLINS, Pedro D. **Calidad y Deterioro de Platos “Sous Vide” Preparados a Base de Carne y Pescado y Almacenados Em Refrigeración**. Tese (Doutorado em Tecnología de Alimentos), Nutrición y Bromatología, Universidad de Murcia, 2009. p. 17- 21.

NYATI, H. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of *sous vide* extended shelf-life products. **Food Control** 11. p. 471-476, 2000.

NOURIAN, F.; RAMASWAMY, H.S.; KUSHALAPPA, A.C. Kinetic changes in cooking quality of potatoes stored at different temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 60, p. 257–266, 2003.

OLIVEIRA, M. S. **O Mercado Exportador do Sistema Agroindustrial Alimentar e sua Influência para a Economia Nacional**. Monografia (Graduação em Administração) - Centro Universitário do Planalto De Araxá, MG, 2009. p. 27- 44.

OMS. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DA LA SALUD. **Estratégia global de la OMS para la inocuidad de los alimentos**: alimentos mas sanos para una salud mejor. OMS, 2002. p. 32. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/general/en/strategy_es.pdf>. Acesso em 13 de dezembro de 2010.

PAGOTTO F., DALEY E., FARBER J., WARBURTON D. ISOLATION OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* FROM ALL FOOD AND ENVIRONMENTAL SAMPLES. **Government of Canada. MFHPB-30**, January 2001.

PENSA. CENTRO DE CONHECIMENTO EM AGRONEGÓCIOS. Projeto integrado de negócios sustentáveis – PINS: cadeia produtiva de vegetais semi-processados. **Centro de Conhecimento em Agronegócios (PENSA)**, Brasília, DF: CODEVASF, 2008.

PILON, L. **Estabelecimento da Vida Útil de Hortaliças Minimamente Processadas Sob Atmosfera Modificada e Refrigeração**. Dissertação - Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” na Universidade de São Paulo, 2003. p. 128.

RAMOS, A. E. A. **O Sistema Sous Vide**. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos) - Centro de Excelência em Turismo. Universidade de Brasília, Brasília, 2004. p. 2-19.

RODRÍGUEZ, A.V. **Efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo, la calidad higiénico sanitaria y sensorial de la trucha arco-iris (*oncorhynchus mykiss*) procesada mediante La tecnología sous-vide**. Tese (Doutorado em Higiene y Tecnologia de lós Alimentos) - Área de Nutrición y Bromatología. Universidade de León, León, 2009. p. 320.

RODRIGUES, L. G. G. **Processo Integrado de Cozimento e Resfriamento de Legumes**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. p. 20-93.

ROMAN, J.A. Tecnologia de Alimentos I: Princípios da Conservação de Alimentos. **Universidade Tecnológica Federal do Pará- UTFPR**, 2010. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/educacaof/tecnologia-de-alimentos-000>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2011.

SANTOS, T. B. A.; SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; PEREIRA, J. L. Indicator microorganisms in minimally processed fruits and vegetables. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 141-146, abril/junho, 2010. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/html/busca/PDF/v13n2416a.pdf>>. Acesso: 3 de março de 2012.

SAS. **Statistical Analysis System, versão 9.0**. The SAS Institute, Cary, N.C. 2006.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Solos/Embrapa Informática para Agricultura, 1999. p. 370.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 552 p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; YOKOYA, F.; OKAZAKI, M.M. Ocorrência de *Escherichia coli* O157:H7 em Vegetais e Resistência aos Agentes de Desinfecção de Verduras. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 167-173, 2003.

SILVA, P. R. Uma Abordagem sobre o Mercado de Hortaliças Minimamente Processadas. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 4, p. 52-57, 2008.

SILVA, J.C.O.; NORONHA, C.R.S.; OLIVEIRA, J.R.; BARBOSA, M.A.; AMARAL JÚNIOR, J.D. Influência da Poda do Sistema Aéreo e da Aplicação de Urina de Vaca no Diâmetro da Raiz da Cenoura (*Daucus carota L.*). SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG, 2., 2009, Bambuí. **Anais...**, Bambuí, 2009. Disponível em: <http://www.cefetbambui.edu.br/sct/trabalhos>. Acesso em: 13 de dezembro de 2010.

SIQUEIRA, J. P. L. **Aspectos Determinantes de Demanda de pratos Congelados**. Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2002. (Serie de Working paper, 02/ 011).

SNYDER, O. P. Jr. Food safety hazards and controls for the home food preparer. **Technical report. Hospitality Institute of Technology and Management**, 2006. p. 1-26,.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed, New York: **Academic Press**, 2004. p. 338.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA – UNICAMP.(TACO). 4. ed, rev, e ampl., --Campinas: NEPAUNICAMP, 2011. p. 161.

TANSEY, F. S.; GORMLEY, T. R. *Sous vide* / Freezing Technology for Ready Meals. In: BARBOSA-CANOVAS, G. V.; TAPIA, M. S.; CANO, M. P., **Novel Food Processing Technologies**, Routledge, USA, 2004. cap, 22, p. 477- 478.

TANSEY, F. S.; GORMLEY, T. R. Developing *Sous Vide*/Freezing Systems For Ready-Meal Components – Research & Training For The Food Industry. **Research Report**, n. 70, p. 3 - 28, 2005.

TANSEY, F. S; GORMLEY, T. R.; CARBONELL, S.; OLIVEIRA, J.; BOURKE, P.; O'BEIRNE, D. Developing *Sous Vide*/Freezing Systems For Ready-Meal Components. **End of Project Report, Dublin, Ireland: Ashtown Food Research Centre (Teagasc)**, p.1- 33, 13, 2005b.

TANSEY, F. S; GORMLEY, T. R.; BUTLER, F. The effect of freezing compared with chilling on selected physico-chemical and sensory properties of *sous vide* cooked carrots. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p. 137–145, 2010.

TUCKER, G. S. Using the Process to Add Value to Heat-treated Products. Institute of Food Technologists. **CRH102 JOURNAL OF FOOD SCIENCE**, v. 69, n. 3, 2004.

UENOJO, M. MAROSTICA, M. R. J.; PASTORE, G.M. Carotenóides: Propriedades, Aplicações e Biotransformação de Componentes de Aroma. **Química nova**, v. 30, n. 3, p. 616- 622, 2007.

VAUDAGNA, S. R.; SANCHEZ, G.; MASSANA, M. O.; PICALLO, M. B.; NEIRA, M. S.; LASTA, J. A. Cocción *Sous vide* com Tratamientos térmicos baja temperatura: Nuevas Herramientas para el Procesamiento de Cortes de Carne Bovina. **Revista IDIA XXI, Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária**, Año II, n. 2, p. 163-168, 2001.

VERLINDER, B.E.; NICOLAI, B.M. Fresh-cut fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, v.5, n. 18, 2000.

VERZELETTI, A.; FONTANA, R.C.; SANDRI, I.G. Avaliação da Vida de Prateleira de Cenouras Minimamente Processadas. **Alim, Nutr.**, Araraquara, v.21, n.1, p. 87-92, jan./mar. 2010.

VITELA, N.J.; BORGES, I.O. Retrospectiva e Situação da Cenoura no Brasil. **Circular Técnica 59 da Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**. Brasília, DF, Junho de 2008. Disponível em:

http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2008/ct_59.pdf. Acesso em: 13 de dezembro de 2010.

ZANATTA, C.L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E.M. Avaliação Físico-Química e Microbiológica de Farinhas Obtidas a partir de Vegetais não Conformes à Comercialização. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 459-468, jul./set. 2010.

ZHENG, Z.; SUN, D.W. Effect of cooling methods on the cooling efficiencies and qualities of cooked broccoli and carrot slices. **Journal of Food Engineering**. 77, p. 320–326, 2006b.

WALDRON, K. W.; PARKER, M. L.; SMITH, A.C. **Plant cell walls and food quality. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. Vol. 2. 2003.

WERLEIN, H. D. Comparison of the Quality of *Sous-Vide* and Conventionally Processed Carrots. **Institut für Lebensmittelwissenschaft der Universität Hannover**. Wunstorfer Strasse 14, D-30453 Hannover, Germany, Springer-Verlag, v. 207, p. 311–315, 1998.

ANEXO

ANEXO A - ANÁLISE SENSORIAL- FORMULÁRIO DA ANÁLISE DE ESCALA HEDÔNICA E ATITUDE DE COMPRA.

NOME: _____	PRODUTO: Cenoura cozida
DATA: _____	SEXO: _____ IDADE: () <18 () 18-25 () 25-35 () 36-50 () > 50

1. Você está recebendo duas amostra de cenoura cozida. Por favor, **OBSERVE** e **CHEIRE** a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou da **COR**, da **APARÊNCIA** e do **AROMA**. Em seguida, **PROVE** a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR**, **TEXTUTA** e **IMPRESSÃO GLOBAL**, utilizando-se a escala abaixo:

9. gostei muitíssimo
8. gostei muito
7. gostei moderadamente
6. gostei ligeiramente
5. nem gostei nem desgostei
4. desgostei ligeiramente
3. desgostei moderadamente
2. desgostei muito
1. desgostei muitíssimo

	COR	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
Amostra: _____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Amostra: _____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

2. Baseado na **IMPRESSÃO GLOBAL** desta amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta amostra, caso esta estivesse à venda nos supermercados.

Amostra: _____	Amostra: _____
() certamente compraria	() certamente compraria
() possivelmente compraria	() possivelmente compraria
() talvez comprasse, talvez não comprasse	() talvez comprasse, talvez não comprasse
() possivelmente não compraria	() possivelmente não compraria
() certamente não compraria	() certamente não compraria

APÊNDICES

APÊNDICE A - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS – QUADRADOS MÉDIOS DO CONTEÚDO DE UMIDADE, CARBOIDRATOS, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS, CINZAS, PH E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DA CENOURA *IN NATURA* E PROCESSADAS POR TECNOLOGIA *SOUS VIDE* NO TEMPO 0

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio (QM)						
		UMIDADE	CARBOIDRATO	LIPÍDIOS	PROTEÍNAS	CINZAS	pH	ACIDEZ TITULÁVEL
TRATAMENTO	1	0,8450 ns	1,4450*	0,0000 ns	0,0800*	0,2261*	0,0002 ns	0,0684*
REPETIÇÃO	14	0,1883	0,2578	0,0043	0,0047	0,0173	0,0048	0,0069
CV (%)		0,4834	5,8780	37,6135	6,9006	14,5544	1,2026	4,6021

*significativo ao nível de 5% de probabilidade;

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

GL: grau de liberdade;

APÊNDICE B - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA – QUADRADOS MÉDIOS DA COR INSTRUMENTAL: L*, A*, B*, CROMA E HUE, DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DA ESTABILIDADE DA CENOURA *IN NATURA* E CENOURAS PROCESSADAS POR TECNOLOGIA *SOUS VIDE* NO TEMPO 0

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio (QM)				
		L	a*	b*	Croma	Hue
TRATAMENTO	1	8,7083ns	0,1200ns	167261,7122ns	59,1509*	47,9220ns
REPETIÇÃO	14	10,2140	6,0445	160780,266	10,2316	23,1588
CV (%)		7,5967	22,0334	347,2139	13,3703	7,8339

*significativo ao nível de 5% de probabilidade;

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

GL: grau de liberdade;

APÊNDICE C - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS E QUÍMICAS – QUADRADOS MÉDIOS DO CONTEÚDO DE UMIDADE, CARBOIDRATOS, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS, CINZAS, PH E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DA ESTABILIDADE DA CENOURA PROCESSADAS POR TECNOLOGIA *SOUS VIDE* NOS TEMPOS 0, 2, 4, 6 E 8 SEMANAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO A 3°C

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio (QM)						
		UMIDADE	CARBOIDRATO	LIPÍDIOS	PROTEÍNAS	CINZAS	pH	ACIDEZ T,T
(MODELO TEMPO)	4	0,5448ns	0,6422ns	0,0209ns	-	0,06164ns	0,0987ns	-
Linear (t)	1	1,5340	0,5988	0,0130	2,3141*	0,0748	0,0267	0,2180*
Falta de Ajuste	3	0,2152	0,6567	0,0237	0,7686*	0,0572	0,1227	0,0196ns
Quadrático (t)	2	1,0078	0,3580	0,0200	1,9806*	0,0999	0,0390	0,1269ns
Falta de Ajuste	2	0,0819	0,9264	0,0219	0,3293*	0,0234	0,1584	0,0115
Cúbico (t)	3	-	-	-	1,5131*	-	-	-
Falta de Ajuste	3	-	-	-	0,0807*	-	-	-
CV (%)		0,7030	7,1002	65,0582	40,9895	25,9398	3,1042	11,2649

*significativo ao nível de 5% de probabilidade;

NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade;

APÊNDICE D - ANÁLISES QUÍMICA- QUADRADOS MÉDIOS DA COR INSTRUMENTAL: L*, A*, B*, CROMA E HUE, DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DA ESTABILIDADE DA CENOURA *IN NATURA* E CENOURAS PROCESSADAS POR TECNOLOGIA *SOUS VIDE* NO TEMPO 0

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado Médio (QM)				
		L	a*	b*	C	H
(MODELO TEMPO)	4	25,0107ns	5,1634ns	64405,4640ns	99,1434ns	99,0935ns
Linear (t)	1	9,0187	10,6502	129588,6257	22,2506	4,7840
Falta de Ajuste	3	30,3414	3,3345	42677,7434	124,7743	130,5300
Quadrático (t)	2	11,8500	8,8870	11147,6073	18,3166	11,0158
Falta de Ajuste	2	38,1714	1,4398	17331,3207	179,9702	188,6711
Cúbico (t)	3	-	-	-	-	-
Falta de Ajuste	3	-	-	-	-	-
CV (%)		6,0809	27,6410	416,3838	23,3077	9,6441

significativo ao nível de 5% de probabilidade

NS - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

GL – grau de liberdade

*_

APÊNDICE E - RESULTADO DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS CENOURAS PROCESSADAS POR TECNOLOGIA *SOUS VIDE* DURANTE OS TEMPOS 0 E 4 SEMANAS DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO (3°C).

FONTE DE VARIÇÃO	GL	QM						
		Cor	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global	Intenção compra
(MODELO TEMPO)	60	1,8367ns	1,9806ns	2,6639ns	3,0161ns	2,7422ns	2,7967ns	1,2350ns
Amostra	1	0,0333	0,03333	1,4083	0,0000	0,8333	3,0000	3,0000
Provedor	59	1,8672	2,0135	2,6852	3,0672	2,7745	2,8389	1,2508
CV (%)		12,0133	12,1846	13,8516	20,5776	21,1239	18,0198	28,8516

($P \leq 0.05$)* significativo ao nível de 5% de probabilidade

($P > 0.05$) ns- não significativo ao nível de 5% de probabilidade

GL – grau de liberdade

