



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**CLARICE RIBEIRO DA SILVA SIERRA**

**ALTERAÇÕES NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
MICROBIOLÓGICA DE CENOURAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE ASSIS-SP**

Assis – SP  
2015

CLARICE RIBEIRO DA SILVA SIERRA

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
MICROBIOLÓGICA DE CENOURAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE ASSIS-SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Química Industrial do  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis –  
IMESA, como requisito do Curso de Graduação.

Orientando: Clarice Ribeiro da Silva Sierra

Orientador: Prof<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Elaine Amorim Soares Menegon

Assis  
2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

SIERRA, Clarice Ribeiro da Silva

Avaliação Físico-química e Microbiológica de Cenouras Minimamente Processadas Comercializadas em Supermercados de Assis – SP / Clarice Ribeiro da Silva Sierra. Fundação Educacional do Município de Assis – Assis, 2015.

68 p.

Orientador: Elaine Amorim Soares Menegon

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA

1. Produtos minimamente processados. 2. Controle microbiológico. 3. Cenouras.

CDD: 660  
Biblioteca da FEMA

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
MICROBIOLÓGICA DE CENOURAS MINIMAMENTE PROCESSADAS  
COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS DE ASSIS-SP

CLARICE RIBEIRO DA SILVA SIERRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte Comissão Examinadora:

Orientador: \_\_\_\_\_  
Profª Mª Elaine Amorim Soares Menegon

Examinador (1): \_\_\_\_\_  
Profº Mº Alexandre Vinícius Guedes Mazalli

Assis  
2015

## DEDICATÓRIA

*A Deus,  
“porque dEle, e por Ele, e  
para Ele são todas as coisas”. Romanos 11.36*

*Ao meu pai, Almirante (in memoriam),  
a quem carrego vivo dentro de mim, através  
de seu exemplo de integridade e amor ao próximo.*

*Ao meu esposo, Ciro, e às minhas filhas Nicole e Isabella,  
sem vocês eu não teria conseguido, meus amores.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me proporcionou o dom da vida, e tem me sustentado em toda a minha trajetória.

Ao meu esposo Ciro, e minhas filhas Nicole e Isabella, pelo apoio, carinho e incentivo incondicional, por serem companheiros e ouvintes, e também por compreenderem minhas ausências.

Aos meus sogros Cida e Oswaldo, pela ajuda, apoio, e “socorro” nas horas de correria. Sem vocês tudo seria mais difícil.

À minha mãe Nelsi e meus irmãos, que mesmo à distância me apoiaram, incentivaram e torceram por mim.

À minha orientadora Elaine, pela paciência e carinho em me orientar e acompanhar nas análises, e pelo incentivo na execução de todo este trabalho.

Aos funcionários e estagiários do CEPECI, pela disposição em sempre me ajudar nas análises.

À Direção e colegas da Brasinter Produtos Químicos, pelo apoio e compreensão em todas as fases deste trabalho.

A todos os que me ajudaram e incentivaram de uma forma ou de outra, meus sinceros agradecimentos.

*“Há duas coisas na vida  
que se você guardar, você perde:  
conhecimento e afeto.  
Se você os guarda, eles vão embora.  
A única maneira de ter conhecimento e afeto é reparti-los.”*

*Mário Sergio Cortella*

## RESUMO

A cenoura (*Daucus carota L.*) é uma das principais hortaliças comercializadas no Brasil na forma minimamente processada. Cortada em palitos, em fatias, cubos ou na forma de minicenouras, é um produto que está na maioria das prateleiras dos supermercados brasileiros. É um alimento funcional, cujo composto bioativo principal, o betacaroteno, apresenta atividade antioxidante e que auxilia na proteção contra diversas doenças, como câncer. A necessidade cada vez maior de agilidade no preparo de alimentos ao mesmo tempo saudáveis e sem desperdício, faz com que os minimamente processados sejam excelentes opções. Contudo, estes alimentos constituem-se de um recinto ecológico completo e dinâmico, composto por muitos microambientes. As etapas de elaboração destes produtos, tais como o corte e o descascamento, e os próprios processos respiratórios dos vegetais, afetam estes microambientes e, conseqüentemente, o desenvolvimento microbiano. Neste trabalho, avaliou-se, através de análises físico-químicas e microbiológicas, a qualidade e a segurança para o consumo, de cenouras minimamente processadas comercializadas em supermercados da cidade de Assis-SP. Foram adquiridas 2 marcas comerciais de cenouras minimamente processadas no mercado local. As amostras foram analisadas no 6º, 13º, 21º e 29º dia, de acordo com a data de fabricação das embalagens. Foram realizados as análises de pH e acidez, de acordo com os métodos do Instituto Adolfo Lutz, e análise de coliformes totais e termotolerantes (técnica do tubos múltiplos) e contagem de bolores e leveduras (plaqueamento em superfície). Os valores de pH e acidez das duas amostras tiveram pouca variação durante as análises, sendo o valor médio para pH e acidez, respectivamente de  $6,50 \pm 0,2$  e  $2,75\% \pm 0,72$  para a amostra 1 e  $6,35 \pm 0,07$  e  $2,61\% \pm 0,49$  para a amostra 2. As duas amostras apresentaram presença de Coliformes Totais ( $>10^2$ ), e Contagem de Leveduras acima de  $10^3$  UFC, desde o dia 6. Não foram encontrados Coliformes Termotolerantes nas amostras. Os resultados indicam a presença de bactérias ácido-lácticas e que pode ter ocorrido a contaminação em alguma etapa do processamento destes alimentos.

**Palavras-chave:** Produtos minimamente processados; controle microbiológico; cenoura.



## ABSTRACT

The carrot (*Daucus carota* L.) is one of the vegetables sold in Brazil, minimally processed form. Cut into sticks, sliced, diced or as baby carrots, it is a product that is most of the shelves of Brazilian supermarkets. It is a functional food, whose main bioactive compound, beta-carotene, has antioxidant activity and to help protect against various diseases such as cancer. The increasing need for flexibility in the preparation of food at the same time healthy and without waste, makes minimally processed is excellent choices. However, these foods are made up of a complete and dynamic ecological enclosure, composed of many microenvironments. The preparation of these products steps, such as cutting and peeling, and proper respiratory processes of plants, affect these microenvironments and therefore microbial growth. In this work, we evaluated through physical-chemical and microbiological analysis, quality and safety for the consumption of fresh cut carrots sold in supermarkets in the city of Assis-SP. Minimally processed carrots were purchased in the local market of 2 trademarks. Samples were analyzed at 6<sup>th</sup>, 13<sup>th</sup>, 21<sup>th</sup> and 29<sup>th</sup> days, according to the date of manufacture of packaging. The analysis of pH and acidity were conducted according with the methods of the Institute Adolfo Lutz, and analysis of thermotolerant coliforms (the multi-tube technique) and mold and yeast counts (plating surface). The pH and acidity values of the two samples had little variation during the analysis, and the average value for pH and acidity respectively  $6.50 \pm 0.2$  and  $2.75 \pm 0.72\%$  for sample 1 and  $6,35 \pm 0.07$  and  $2.61 \pm 0.49\%$  for the sample 2. Both samples showed the presence of Total Coliforms ( $>10^2$ ), and Yeast Count up CFU  $10^3$  from the day 6. There were no thermotolerant coliforms in samples. The results indicate the presence of lactic acid bacteria and contamination may have occurred at some stage in the processing of foods.

**Keywords:** Minimally processed products; microbiological control ; carrot

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Estrutura do betacaroteno.....	18
Figura 2 –	Cultivar Brasília.....	20
Figura 3 –	Cultivar Esplanada, desenvolvida especialmente para processamento mínimo.....	21
Figura 4 –	Frutas e hortaliças minimamente processadas.....	22
Figura 5 –	Fluxograma das etapas do processamento mínimo.....	23
Figura 6 –	Estrutura da isocumarina.....	26
Figura 7 –	Cenoura minimamente processada, Cenourette® e Catetinho®.....	38
Figura 8 –	Torneadora múltipla.....	41
Figura 9 –	Outra torneadora múltipla, equipamento desenvolvido para processar minicenouras, batata e beterraba.....	41
Figura 10	Centrífuga industrial utilizada no processamento mínimo.....	44
Figura 11 –	Cenoura embalada em sacos plásticos.....	45
Figura 12 –	Amostras de cenouras minimamente processadas.....	53
Figura 13 –	Esquema representativo da técnica dos Tubos Múltiplos.....	55
Figura 14 –	Esquema representativo da técnica de Superfície em BDA..	55
Figura 15 –	Gráfico dos valores de pH por amostra.....	56
Figura 16 –	Gráfico da porcentagem de acidez total titulável.....	57
Figura 17 –	Coliformes Totais.....	58
Figura 18 –	Placas de Petri inoculadas e incubadas.....	59
Figura 19 –	Gráfico da contagem de bolores.....	60
Figura 20 –	Gráfico da contagem de leveduras.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional de 100 g de raízes de cenoura crua.....	19
Tabela 2 – Valores de Atividade de Água de Alguns Alimentos e a Multiplicação dos Micro-organismos.....	29
Tabela 3 – Relação dos Valores de pH dos Alimentos e os Principais Micro-organismos que Podem se Multiplicar.....	30
Tabela 4 – Intoxicações e infecções de origem bacteriana e seus sintomas.....	34
Tabela 5 – Principais toxinas e os bolores que as produzem.....	35
Tabela 6 – Vírus comuns e principais características.....	36
Tabela 7 – Valores de pH por amostra.....	56
Tabela 8 – Porcentagem de acidez total titulável por amostra.....	56
Tabela 9 – Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais.....	57
Tabela 10 – Contagem de Bolores em UFC/g.....	60
Tabela 11 – Contagem de Leveduras em UFC/g.....	60

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.</b>	<b>CENOURA (<i>Daucus Carota</i> L.).....</b>	<b>17</b>
2.1.	APRESENTAÇÃO.....	17
2.2.	CENOURA COMO ALIMENTO FUNCIONAL.....	18
2.3.	CULTURA.....	19
<b>3.</b>	<b>PROCESSAMENTO MÍNIMO.....</b>	<b>22</b>
3.1.	CONCEITO.....	22
3.2.	MODIFICAÇÕES ASSOCIADAS À QUALIDADE DOS PRODUTOS.....	23
<b>3.2.1.</b>	<b>Modificações Nutricionais.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Modificações Microbiológicas.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Modificações Físico-químicas e Sensoriais.....</b>	<b>25</b>
3.2.3.1.	Alterações da Coloração.....	25
3.2.3.2.	Alterações de Sabor e Aroma.....	26
3.2.3.3.	Alterações na Textura.....	27
3.3.	FATORES DE MANUTENÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS PRODUTOS.....	27
<b>3.3.1.</b>	<b>Temperatura.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.2.</b>	<b>Atividade de Água (AW).....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.3.</b>	<b>Acidez.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.4.</b>	<b>Influência da Atmosfera.....</b>	<b>30</b>
<b>4.</b>	<b>MICRO-ORGANISMOS.....</b>	<b>32</b>
4.1.	MICRO-ORGANISMOS DETERIORANTES.....	32
4.2.	MICRO-ORGANISMOS PATOGÊNICOS.....	33
<b>4.2.1.</b>	<b>Bactérias.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>Fungos.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>Vírus.....</b>	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>PROCESSAMENTO MÍNIMO DE CENOURA.....</b>	<b>37</b>

5.1.	HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA MINICENOURA.....	38
5.2.	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MINICENOURAS.....	39
5.2.1.	<b>Colheita e recepção de matéria-prima.....</b>	<b>40</b>
5.2.2.	<b>Seleção e classificação.....</b>	<b>40</b>
5.2.3.	<b>Pré-lavagem.....</b>	<b>40</b>
5.2.4.	<b>Preparo da matéria-prima.....</b>	<b>40</b>
5.2.5.	<b>Primeiro processamento.....</b>	<b>40</b>
5.2.6.	<b>Segundo processamento.....</b>	<b>41</b>
5.2.7.	<b>Sanitização.....</b>	<b>42</b>
5.2.8.	<b>Enxague.....</b>	<b>42</b>
5.2.9.	<b>Centrifugação.....</b>	<b>42</b>
5.2.10.	<b>Embalagem.....</b>	<b>44</b>
5.2.11.	<b>Armazenamento e distribuição.....</b>	<b>45</b>
5.3	CONTROLE DE ESBRANQUIÇAMENTO.....	46
5.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO.....	47
<b>6.</b>	<b>APLICAÇÃO AO ENSINO MÉDIO.....</b>	<b>48</b>
6.1.	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	49
6.1.1.	<b>Material utilizado.....</b>	<b>49</b>
6.1.2.	<b>Procedimento.....</b>	<b>49</b>
6.1.3.	<b>Resíduos, tratamento e descarte.....</b>	<b>50</b>
6.1.4.	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>52</b>
7.1.	MATERIAIS.....	52
7.1.1.	<b>Cenouras.....</b>	<b>52</b>
7.1.2.	<b>Equipamentos.....</b>	<b>52</b>
7.1.3.	<b>Reagentes e meios de cultura.....</b>	<b>52</b>
7.2.	MÉTODOS.....	52
7.2.1.	<b>Preparo dos meios de cultura.....</b>	<b>52</b>
7.2.2.	<b>Amostragem.....</b>	<b>53</b>

<b>7.2.3</b>	<b>Análises físico-químicas.....</b>	<b>53</b>
7.2.3.1.	Análise de pH.....	53
7.2.3.2.	Análise de Acidez.....	54
<b>7.2.4.</b>	<b>Análises microbiológicas.....</b>	<b>54</b>
7.2.4.1.	Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes.....	54
7.2.4.2.	Análise de Bolores e Leveduras.....	55
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
8.1.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	56
8.1.1.	pH e Acidez.....	56
8.2.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	57
8.2.1.	Coliformes Totais e Termotolerantes.....	57
8.2.2.	Bolores e Leveduras.....	58
<b>9.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Quando falamos em alimentos minimamente processados nos referimos aos alimentos designados como: “frutas e hortaliças frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto” descritos na Resolução RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (Brasil, 2001), que estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos. Também são chamados de levemente processados, parcialmente processados, processados frescos, cortados frescos ou pré-preparados (CHITARRA, 2000).

A necessidade cada vez maior de agilidade no preparo de alimentos ao mesmo tempo saudáveis e sem desperdício, faz com que os minimamente processados sejam excelentes opções. Contudo, a produção, a distribuição, a qualidade e a segurança de tais frutos e hortaliças são limitadas pelos conhecimentos que se têm acerca desse tipo de produto (BOLIN & HUXSOLL, 1989).

Uma vez que estes alimentos constituem-se de um recinto ecológico completo e dinâmico composto por muitos microambientes, as etapas de elaboração dos produtos minimamente processados e os próprios processos respiratórios dos vegetais afetam estes microambientes e, conseqüentemente, o desenvolvimento microbiano (BRACKETT, 1997).

Eles são produtos mais sensíveis à deterioração que os produtos naturais: perdem o tecido protetor (casca), que são a barreira física contra os ataques microbianos; o corte dos tecidos libera nutrientes que servem de alimento aos micro-organismos, acelerando o desenvolvimento destes; além disso, o manuseio excessivo também torna o produto mais suscetível à invasão microbiana. Com isso, garantir a segurança dos alimentos minimamente processados torna-se um desafio nesse processo, afinal, um alimento deve estar isento de toda e qualquer substância química que possa causar danos à saúde do consumidor. Os padrões de segurança são estabelecidos por leis federais ou estaduais, visando a preservação da saúde do consumidor, com base na prevenção do desenvolvimento de micro-organismos patogênicos ou prejudiciais (CHITARRA, 2000).

A determinação da incidência de micro-organismos deteriorantes e patogênicos nos produtos minimamente processados, além de ser uma fonte de dados para especificação de padrões microbiológicos, serve de subsídio para o estabelecimento de um treinamento nos aspectos tecnológicos de produtos minimamente processados, bem como em boas práticas de fabricação, com a determinação de perigos e pontos críticos de controle, determinando com segurança a vida útil de prateleira do produto (APPCC, 1997; PILON, 2003).

O objetivo deste trabalho é avaliar, através de análises físico-químicas e microbiológicas, a qualidade e a segurança para o consumo, de cenouras minimamente processadas comercializadas em supermercados na cidade de Assis-SP.



## 2. CENOURA (*Daucus carota* L.)

### 2.1. APRESENTAÇÃO

A cenoura é uma hortaliça da família *Apiaceae*, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil. A produção de cenoura no Brasil em 2011 foi de 780,8 mil toneladas, cultivadas em uma área de 25 mil hectares, o que proporcionou produtividade média de 31,2 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2013). A produção mundial alcançou no mesmo ano 35,6 milhões de toneladas, cultivadas em área de 1,18 milhões de hectares, o que proporcionou produtividade média de 30,2 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2013).

A cultura ainda se destaca por apresentar elevada capacidade de geração de emprego e renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva durante o ano inteiro (VILELA & MACEDO, 2000).

No Semiárido do Nordeste brasileiro, a região do Submédio do Vale do São Francisco, pelas suas condições de logística, clima favorável e pela irrigação, apresenta-se potencialmente apta à produção de hortaliças. Na região existem cerca de 120 mil hectares irrigados, dos quais 40% destinados à Agricultura Familiar, denominados colonos, com módulos em torno de 6 hectares (PAES, 2009; COSTA, 2012). Esses agricultores familiares se inserem em função da forma de cultivo, como os potenciais produtores de hortaliças, entre as quais a cenoura, vislumbrando atender o mercado local e a todo o Nordeste. Vale ressaltar, que além do mercado para consumo fresco existem estudos que demonstram a viabilidade técnica e econômica para a implantação de uma agroindústria de produção de purês de abóbora e de cenoura nos perímetros irrigados dos Vales do São Francisco e Parnaíba (PENSA, 2008).

Atualmente, mais de 82 mil toneladas do produto são vendidas anualmente no Terminal de São Paulo da CEAGESP, atrás somente, em volume de vendas, do tomate, batata e alface. Em valor, sobe para o terceiro lugar, com faturamento anual superior a R\$ 24 milhões. A produção de cenoura é estimada no Brasil em 6 milhões de toneladas (dados de 2014). São Paulo fornece mais de 300 mil toneladas,

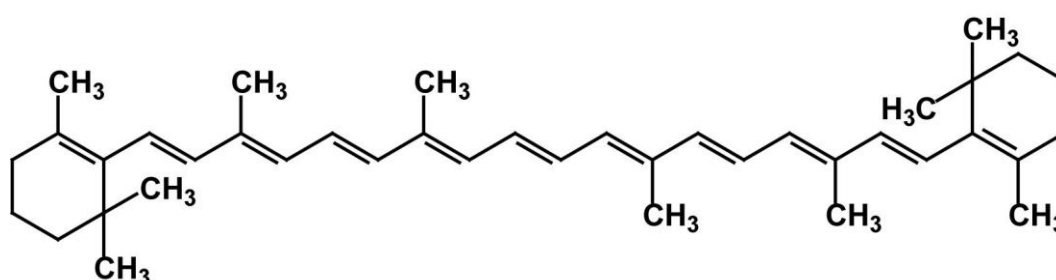
produzidas por 3,5 mil pessoas que trabalham em mais de 2 mil propriedades, ocupando uma área de pouco mais de 10,5 mil hectares. Sorocaba (com destaque para Ibiúna, que produz 26% do consumo estimado no Estado) e São João da Boa Vista são as duas maiores regiões produtoras (CEASA CAMPINAS, 2015).

Embora produza melhor em áreas de clima ameno, nos últimos anos, face ao desenvolvimento de cultivares tolerantes ao calor e com resistência às principais doenças de folhagem, o plantio de cenoura vem-se expandindo também nos Estados da Bahia e de Goiás (VIEIRA, 2005).

## 2.2. CENOURA COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Os alimentos funcionais contêm em sua composição alguma substância biologicamente ativa que ao ser adicionada a uma dieta usual desencadeia processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e manutenção da saúde (SASAKI, 2010).

Na cenoura, o composto bioativo principal é um terpenóide, o beta-caroteno (figura 1). Apresenta atividade antioxidante e interação com os radicais livres por divisão de sua extensa cadeia carbônica em membranas lipídicas, tendo por isso relação com a redução do risco de câncer, o que foi comprovado em estudos in vivo. É um tipo de terpeno altamente pigmentado (laranja). Este, juntamente com outros terpenóides como o licopeno encontrado no tomate e na melancia e a luteína encontrada nos vegetais verdes, auxiliam na proteção contra o câncer de bexiga, útero, próstata, pulmão e coloretal, e contra outros antioxidantes. (ANJO, 2004).



**Figura 1 – Estrutura do betacaroteno (In: LOPES, 1999).**

A Tabela 1 mostra a composição nutricional de 100 g de cenoura:

<b>Componente</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Calorias	Kcal	43,00
Gorduras	g	0,19
Carboidratos	g	10,14
Fibras	g	3,00
Proteínas	g	1,03
Sódio	mg	35,00
Potássio	mg	323,00
Cálcio	mg	27,00
Ferro	mg	0,50
Zinco	mg	0,20
Vitamina A	UI	12.000
Vitamina C	mg	9,00
Vitamina E	mg	0,46

**Tabela 1. Composição nutricional de 100 gramas de raízes de cenoura crua. (In: VIEIRA, 2005).**

### 2.3. CULTURA

Sem dúvida, a cultura da cenoura é um ótimo exemplo de como a pesquisa agrícola é importante para a economia, para o desenvolvimento das diversas regiões do Brasil e também para benefício dos consumidores. Por ser uma cultura apatada aos climas mais amenos, e por isso mesmo mais comum no período de inverno das regiões centro-sul do Brasil, as cenouras para cultivo eram importadas até a década de 1980, o que tornava seu consumo inviável por parte significativa da população brasileira no período de verão, devido ao aumento do preço (RESENDE & CORDEIRO, 2007).

A Embrapa Hortaliças, sendo a única instituição pública de pesquisa no país, que desenvolve atividades de melhoramento com cenoura visando a criação de cultivares de verão adaptadas às condições climáticas brasileiras, liberou, em 1981, a cultivar Brasília (figura 2), desenvolvida para plantio durante o período de verão, e que atualmente é cultivada em 75% da área de cenoura do Brasil (MORETTI, 2007).

Com isso, houve um aumento significativo na produtividade em determinadas regiões e épocas de cultivo, reduzindo custos de produção pelo menor uso de agroquímicos, aumentando as áreas plantadas nos anos após a liberação das cultivares, e, conseqüentemente, aumentando a renda líquida dos produtores, bem

como ampliando a oferta de trabalho no campo. Assim, houve a substituição das importações por sementes nacionais, graças à geração da cultivar Brasília (VIEIRA, 2005).



**Figura 2 – Cultivar Brasília (In: MORETTI, 2007).**

Com a deficiência de vitamina A na população em algumas áreas do país, deu-se início, em 1981, uma nova fase no programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças, com o objetivo de incorporar à cultivar Brasília algumas características como melhor qualidade nutricional e visual das raízes e maior nível de resistência a nematóides, culminando com a liberação da cultivar Alvorada em 2000 que, dentre outras características, apresenta conteúdo de carotenóides totais 35% superior em relação às demais cultivares comerciais em uso no Brasil e alta resistência aos nematóides (MORETTI, 2007).

Desde então, com o aumento na produção de minicenouras, foi desenvolvida a cultivar Esplanada (figura 3) com a finalidade de possibilitar o máximo de rendimento industrial. Esta, apresenta adaptação às condições climáticas brasileiras, com maior resistência à queima-das-folhas da cultura, o que viabiliza sua produção sem o emprego de agrotóxicos em qualquer época do ano nas principais regiões de produção, e características de raiz adequadas para fins de processamento (mais

longa e mais fina, com 20 cm de comprimento por 3 cm de diâmetro, em média), e menor incidência de ombro verde em relação às cultivares atualmente plantadas no verão (VIEIRA, 2005).



**Figura 3 – Cultivar Esplanada, desenvolvida especialmente para processamento mínimo (In: MORETTI et al., 2003b).**

### 3. PROCESSAMENTO MÍNIMO

#### 3.1. CONCEITO

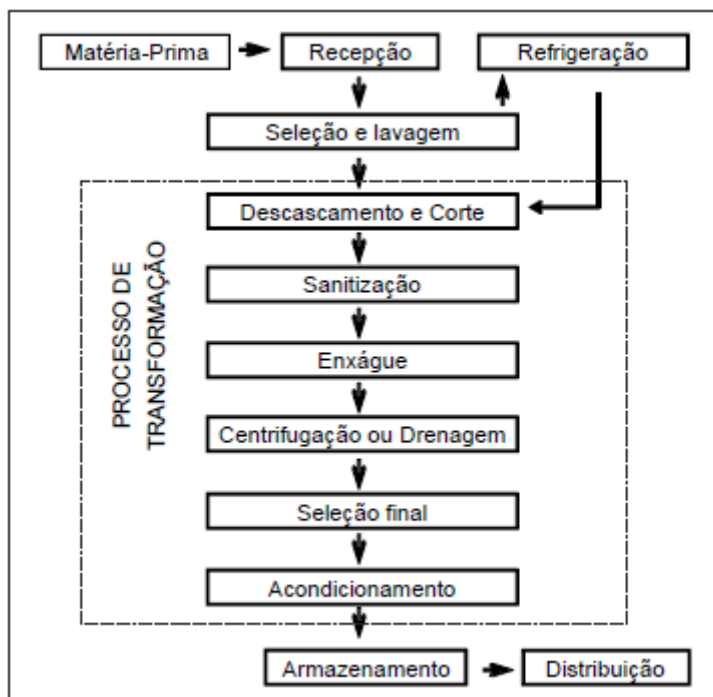
Produtos minimamente processados podem ser definidos como frutas ou hortaliças, ou a combinação destas, que tenham sido fisicamente alteradas, mas que permaneçam em estado fresco. Como característica principal desses produtos, entende-se que todos apresentam tecidos vivos, fisiologicamente alterados (cortados e descascados) e por isso tendo respostas fisiológicas diferentes dos produtos intactos. O processamento mínimo inclui as atividades de seleção e classificação da matéria prima, pré-lavagem, processamento (corte, fatiamento), sanificação, enxágue, centrifugação e embalagem, visando-se obter um produto fresco e saudável e que, na maioria das vezes, não necessita subsequente preparo para ser consumido (CHITARRA, 2000).



**Figura 4 – Frutas e hortaliças minimamente processadas: abóbora, vagem, banana, mexerica, mandioca e couve (In: MORETTI et al., 2003a).**

Silva, *et al*, 2011, descreve as etapas de processamento mínimo de hortaliças

resumidas no fluxograma da Figura 5:



**Figura 5 – Fluxograma das etapas do processamento mínimo de produtos hortifrutícolas (In: SILVA *et al*, 2011).**

## 3.2. MODIFICAÇÕES ASSOCIADAS À QUALIDADE DOS PRODUTOS

### 3.2.1. Modificações nutricionais

Frutas e hortaliças minimamente processadas são vegetais que foram manipulados com o propósito de alterar a sua apresentação para consumo, causando alterações físicas e fisiológicas que afetam a viabilidade e a qualidade do produto. Sendo assim, os produtos processados devem ser mantidos frescos e com a qualidade preservada por um período razoável de tempo (SALTVEIT, 1997).

Contudo, as lesões provocadas nos tecidos, por ocasião do corte, elevam a atividade respiratória e a produção de etileno (chamado de etileno de fermento), contribuindo para a síntese de enzimas responsáveis por uma série de reações bioquímicas que podem inativar ou diminuir a atividade vitamínica. As vitaminas são essenciais à saúde humana, sendo as frutas e hortaliças as suas principais fontes, dentre as quais destacam-se a vitamina C (ácido ascórbico), a pró-vitamina A ( $\beta$ -caroteno), ácido pantotênico, biotina, riboflavina, tiamina, ácido fólico e o ácido

nicotínico, compostos estes tido como funcionais, com características antimutagênicas, anticancerígenas e inibidoras de diferentes tipos de câncer que são induzidos quimicamente, deve-se ter um extremo cuidado no processamento mínimo destes alimentos, a fim de minimizar ao máximo as reações bioquímicas já citadas (CHITARRA, 2000)

O controle da temperatura é, sem dúvida, a técnica mais importante para reduzir o metabolismo. A influência da temperatura na velocidade das reações metabólicas, em produtos minimamente processados, é maior que nos produtos inteiros, pois a redução da temperatura diminui a respiração e a produção de etileno, e na maioria dos casos, reduz também a atividade enzimática, responsável não só pela perda das atividades vitamínicas, com também pela formação de pigmentos escuros (KOBBLITZ, 2008).

### **3.2.2. Modificações microbiológicas**

Um dos maiores problemas dos produtos minimamente processados é a sua rápida deterioração. Por ocasião do descascamento e corte, o conteúdo celular fica exposto, propiciando a proliferação de micro-organismos. Uma vez que o principal objetivo do processamento mínimo é levar alimentos saudáveis direto da embalagem para a mesa do consumidor, existe uma preocupação de que o alimento esteja devidamente higienizado e sanitizado, assegurando ao consumidor um produto livre de qualquer contaminação química, física e microbiológica (KOBBLITZ, 2010).

Estudos demonstram que no momento da colheita as matérias-primas vegetais possuem carga microbiológica acima de 100 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama de matéria fresca. Dentre os micro-organismos mais comuns encontrados estão as bactérias, fungos e leveduras, alguns patogênicos como as bactérias do gênero *Samonella* e *Clostridium*. Em geral, 50 a 90% da população microbiana de frutas e hortaliças, são bactérias do gênero *Pseudomonas* (MORETTI, 2007).



Reduções significativas da população microbiana em frutas e hortaliças minimamente processadas podem ser obtidas com compostos sanitizantes. A eficiência desses compostos na sanitização depende de fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, como pH, temperatura da água, tempo de contato, natureza da superfície dos produtos e carga microbiana inicial. Nesse propósito, o cloro tem sido o agente sanitizante mais empregado. Estudos têm demonstrado que concentrações de cloro livre de 50 ppm a 200 ppm podem inativar células vegetativas de bactérias e fungos. Todavia, as concentrações para cada produto devem ser estudadas detalhadamente. O controle da concentração do cloro é um ponto-chave no sucesso da sanitização. Concentrações muito elevadas podem causar problemas como descoloração, perda de qualidade e aumento na corrosão de equipamentos. Outro ponto importante diz respeito à formação de trihalometanos e cloraminas, compostos carcinogênicos que se formam pela combinação do cloro com a matéria orgânica (LEE et al., 2003).

Centros brasileiros de excelência em P&D têm desenvolvido estudos de processos de higienização de superfícies e testado distintos compostos sanitizantes, como ozônio, ácido peracético e radiação, como alternativas à cloração. Pesquisas também quantificam os trihalometanos e as cloraminas derivadas do uso do cloro. Os conhecimentos obtidos estão sendo transferidos aos diversos setores envolvidos no processamento mínimo de frutas e hortaliças (MORETTI, 2007).

### **3.2.3. Modificações físico-químicas e sensoriais**

#### **3.2.3.1. Alterações da coloração**

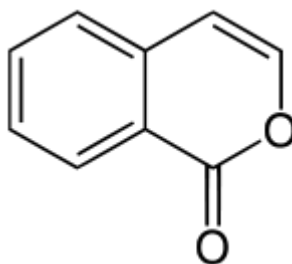
As alterações de coloração dos tecidos decorrem de lesões como corte e descascamento, que provoca perda ou redução da compartimentalização celular, acarretando extravasamento de substratos do vacúolo, e subsequente reação com enzimas presentes no citoplasma como as enzimas catalisadoras das reações de oxidação dos polifenóis (PFO, ou polifenol-oxidase), com isso ocorre no alimento o escurecimento enzimático, comum em batata, pêra e maçã cortados. A intensidade do escurecimento em diversos tecidos pode ser afetada pela atividade relativa da PFO e pela concentração de substratos. Isso explica porque algumas frutas

escurecem e outras não. Outros fatores que determinam a intensidade do escurecimento são a disponibilidade de  $O_2$ , a temperatura, o pH e a atividade de água. Em hortaliças folhosas, a redução na compartimentalização celular ativa o sistema gerador de etileno, estimulando sua síntese e promovendo a degradação da clorofila, o que acarreta o amarelecimento. A lesão causada pelo processamento também pode induzir ao processo de “cicatrização de ferida”, ocorrendo a produção e deposição de lignina, muito comum em cenouras, que, por esse fato, apresenta uma camada esbranquiçada. Operações como lavagem, sanitização e o enxague favorecem a lixiviação de pigmentos com conseqüente descoloração dos tecidos. Isso é muito comum em raízes de beterraba, cujo pigmento (betalaína) é solúvel em água (KOBLITZ, 2010).

### 3.2.3.2. Alterações de sabor e aroma

A peroxidação enzimática é um exemplo das modificações bioquímicas de aromas de vegetais minimamente processados. A peroxidação é catalisada pela enzima peroxidase e leva à formação de inúmeros aldeídos e cetonas, responsáveis pelos sabores e odores desagradáveis (AWAD, 1993).

A composição atmosférica também afeta o sabor e o aroma dos produtos; o etileno estimula a síntese de um composto amargo e tóxico, a isocumarina (figura 4), que pode estar presente em cenoura minimamente processada. Concentrações de  $CO_2$  acima daquela tolerada pelo vegetal e/ou de  $O_2$  muito baixas podem induzir à fermentação, causando a produção de odores e sabores desagradáveis (KLUGE, 2002).



**Figura 6 – Estrutura da isocumarina (In: CHITARRA, 2000).**

### 3.2.3.3. Alterações na textura

A perda de firmeza dos produtos minimamente processados está relacionada à ação de enzimas, como pectinametilesterase, poligalacturonase, celulase e  $\beta$ -galactosidase, que são também ativadas pelo etileno de fermento (KOBLITZ, 2010).

No caso do produto *in natura*, a atividade combinada de pectinaesterases e poligalacturonases nativas, reduz a vida de prateleira de uma boa parte de frutas e hortaliças, por provocar rápido amolecimento e aumentar sua susceptibilidade a danos mecânicos durante o transporte e comercialização. Estas enzimas são hidrolases que atacam a ligação éster, desmetoxilando ácidos galacturônicos esterificados com metanol. O resultado de sua ação são pectinas de baixo teor de metoxilação ou ácido péctico, além do metanol. Já a celulase é uma enzima produzida por micro-organismos: bactérias anaeróbias do trato digestivo de herbívoros, e por fungos filamentosos presentes no solo, sendo enzimas hidrolíticas (carboidrases), capazes de romper as ligações glicosídicas  $\beta$ -1,4 entre unidades de glicose. A  $\beta$ -galactosidase é uma lactase e seu principal substrato é a lactose, açúcar típico do leite, mas pode também atacar algumas gomas e hemiceluloses, isso explica sua ação em diversos vegetais (WHITAKER, 1994).

## 3.3. FATORES DE MANUTENÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS PRODUTOS

### 3.3.1. Temperatura

Frutas e hortaliças minimamente processadas devem ser armazenadas na faixa de temperatura de 2°C a 5°C. A temperatura de refrigeração deve ser estritamente controlada para limitar o crescimento de patógenos e micro-organismos deteriorantes e também para reduzir o metabolismo. A influência da temperatura na velocidade das reações metabólicas é geralmente maior que nos produtos inteiros. A redução na temperatura diminui a respiração e a produção de etileno e, em alguns casos, reduz o escurecimento. O abaixamento da temperatura reduz a atividade enzimática, exceto de peroxidases, que permanecem ativas mesmo sob temperatura de congelamento (KOBLITZ, 2010).

### 3.3.2. Atividade da água ( $a_w$ )

Outro fator que afeta a microbiologia de produtos minimamente processados é a atividade de água ( $a_w$ ). A água pode estar presente em um produto em duas formas diferentes: livre ou ligada. Água ligada é a que está participando de alguma reação, enquanto a água disponível (livre) é a água presente no alimento que se encontra disponível para ser usada pelos micro-organismos, portanto, responsável por favorecer o crescimento microbiológico. (BRACKETT, 1994).

Como a água livre pode atuar como solvente ou meio reacional, algumas reações químicas e físicas também podem ser controladas. O valor da atividade de água é adimensional; oscila de 0 (dessecação total ou indisponibilidade total) a 1,0 (água pura) e é determinado em termos de equilíbrio termodinâmico, ou seja, é o resultado da relação entre a pressão de vapor de água do produto ( $p_s$ ) pela pressão de vapor da água pura ( $p_o$ ), à mesma temperatura (CHRISTIAN, 1980).

O valor da  $a_w$  para o crescimento e sobrevivência varia de um micro-organismo para outro (Tabela 2). A maioria das bactérias requer uma  $a_w$  de pelo menos 0,90 para crescer e muitas não crescem abaixo de 0,95. A maior parte das leveduras pode crescer numa  $a_w$  mínima de 0,87 e a maioria dos bolores desenvolve-se a  $a_w$  inferior a 0,80. Algumas bactérias e fungos específicos podem crescer a  $a_w$  tão baixas como 0,65. O crescimento microbiano não ocorre abaixo de 0,60 (BRACKETT, 1994)

Reduz-se a  $a_w$  desidratando ou adicionando solutos, como açúcar ou sal, ou também pelo uso de coberturas que reduzam a permeabilidade da umidade atmosférica no alimento (BRACKETT, 1994), contudo existem microorganismos resistentes que continuam viáveis mesmo à baixa  $a_w$ . Eles são classificados em: osmofílicos, que permanecem viáveis com elevada concentração de açúcar; halofílicos, que permanecem viáveis em ambientes com elevada concentração salina e os xerofílicos, com afinidade a ambientes secos.

<b>Aw</b>	<b>Alimentos</b>	<b>Micro-organismos</b>
0,98 - 099	Leite, peixe, carne fresca, vegetais em salmoura, fruta em calda leve,.	<i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Yersinia</i> , <i>E. Coli</i> , <i>Shiguella</i> , <i>Clostridium</i> , <i>S. Aureus</i> , <i>B. Cereus</i>
0,93 – 0,97	Leite evaporado, queijo processado, carne curada, carne e peixe levemente salgado, lingüiça cozida, fruta em calda forte e pão.	<i>S. aureus</i> , <i>V. parahaemolyticus</i> , os outros citados acima crescem lentamente ou param sua reprodução.
0,85 – 0,92	Leite condensado, queijo cheddar maturado, lingüiça fermentada, carne seca, presunto cru e bacon.	<i>S. aureus</i> , mas sem produção de enterotoxina. Bolores micotoxigênicos.
0,60 – 0,84	Farinha, cereais, nozes, frutas secas, vegetais secos, leite e ovos em pó, gelatinas e geléias, melaço, peixe fortemente salgado, alguns queijos maturados. Alimentos levemente úmidos.	Não há crescimento de bactérias patogênicas.
< 0,60	Confeitos, vegetais fermentados, chocolate, mel, macarrão seco, biscoitos e batatas chips	Não há crescimento microbiano mas permanecem viáveis.

**Tabela 2 – Valores de Atividade de Água de Alguns Alimentos e a Multiplicação dos Microorganismos**

### 3.3.3. Acidez

Com relação a acidez e pH, os produtos minimamente processados diferem. Enquanto as hortaliças favorecem o crescimento de qualquer tipo de micro-organismo, as frutas, devido a sua acidez, permitem principalmente o crescimento de fungos e bactérias acidúricas. No entanto, algumas bactérias tem seu crescimento limitado a condições de neutralidade, porém a maioria delas cresce em valores de pH em torno de 4,5 ou mais. Se forem bactérias ácido-lácticas e ácido-acéticas, crescem em pH 4,0 ou inferiores. Já os fungos são muito mais tolerantes a pH ácidos que as bactérias, crescendo até mesmo em valores como 1,5. Na tabela 3, relaciona-se o valor de pH de alguns alimentos e os principais micro-organismos que podem se multiplicar (CORLETT & BROWN, 1980).

<b>pH</b>	<b>ALIMENTOS</b>	<b>MICROORGANISMOS</b>
>4,6	Clara de ovo, canjica, biscoitos, azeitonas pretas, milho	pH é ótimo para a maioria das bactérias, sendo que muitas são inibidas entre pH 8 e 9. Muitos vÍbrios se multiplicam até pH 11
6,5 – 7,0	Leite, frango, presunto, pernil.	Salmonella, Campylobacter, YersÍnia, E. Coli, Shiguella, Clostridium, S. Aureus
5,3 – 6,4	Carne bovina, vitela, vegetais	Salmonella, S. Aureus, os citados acima crescem lentamente.
4,5 – 5,2	Conservas de carnes e sopas, queijo cottage e vegetais fermentados.	Alguns dos citados acima diminuem e outros cessam a multiplicação.
3,7 – 4,4	Pepino em conserva, maionese, alguns sucos e frutas, frutas secas, vegetais fermentados, arenque, escabeche, tomates e iogurtes	Bolores toxigênicos.
< 3,7	Bebidas carbonatadas, sucos cítricos, alguns sucos de frutas, maioria das saladas temperadas, picles e vinagre.	Muitas bactÍrias morrem em poucas horas neste pH.

**Tabela 3 – Relação dos Valores de pH dos Alimentos e os Principais Microorganismos que Podem se Multiplicar**

#### **3.3.4. Influência da atmosfera**

O uso de atmosferas controladas ou modificadas tem se tornado muito popular para o armazenamento de frutas e hortaliças, reduzindo o oxigênio e aumentando a concentração de CO<sub>2</sub> (BRECHT, 1980).

O conhecimento do nível mínimo de O<sub>2</sub> requerido para a respiração é muito importante, a fim de se evitarem condições anaeróbias no interior das embalagens, com conseqüente formação de etanol, aldeídos e cetonas em níveis que promovam a perda da qualidade do produto. No processamento mínimo, os processos fisiológicos e as barreiras naturais para as trocas gasosas são alterados. Assim, os tratamentos químicos nesses produtos são realizados principalmente para reduzir o escurecimento enzimático e manter a firmeza dos tecidos (KOBBLITZ, 2010).

O emprego de embalagens que promovam modificação da atmosfera em seu interior

também é utilizado, pois a alteração da composição gasosa apresenta efeitos diretos nos processos fisiológicos e bioquímicos do vegetal, diminuindo a proliferação microbiana e aumentando a vida de prateleira dos vegetais (PILON, 2003). Atmosferas com 2 a 8% de O<sub>2</sub> e 5 a 15% de CO<sub>2</sub> tem potencial para preservar a qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas, embora, para cada vegetal, exista uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade (KOBBLITZ, 2010).

## 4. MICRO-ORGANISMOS

### 4.1. MICRO-ORGANISMOS DETERIORANTES

São os micro-organismos que causam alterações químicas prejudiciais, que resultam na deterioração do alimento. Isto resulta na alteração de cor, odor, sabor, textura e aspecto do alimento e são consequência das atividades metabólicas naturais dos micro-organismos, que utilizam o alimento como fonte de energia. Bactérias, bolores e leveduras são os micro-organismos de maior destaque como agentes de deterioração, e também como causadores de doenças em seres humanos (VALSECHI, 2006).

Em condições atmosféricas favoráveis poderá haver proliferação dos fungos (quente: acima de 25°C, e úmida: de 70% a 100% de umidade), pois os esporos são abundantes e amplamente encontrados, e crescem rapidamente no solo, plantas, alimentos, papel e até vidros. Os alimentos armazenados, principalmente em países onde os princípios básicos de secagem adequada e armazenamento correto, ainda são desconhecidos ou desprezados poderão representar um elevado risco de contaminação. Dentre os fungos deteriorantes que atacam frutas e hortaliças destaca-se o fungo *Botrytis cinerea* ou podridão cinza. O gênero *Botrytis* é muito versátil, causando a podridão fúngica em pelo menos 26 tipos de vegetais, e o *Rhizopus stolonifer* ou podridão mole produz uma podridão aquosa e mole que pode atacar o alimento em qualquer fase do desenvolvimento, sendo mais séria durante o armazenamento e comercialização. Estes bolores entram às vezes pelo contato da mosca *Drosophila melanogaster*, que deposita os esporos junto com os ovos nas lesões dos produtos. Ocorrem também alguns fungos do gênero *Penicillium* e *Mucor*. Dentre as leveduras destaca-se a *Saccharomyces cerevisiae* que além de agir como um micro-organismo útil na produção de pães, cerveja e vinho, é frequentemente envolvido em alterações indesejáveis nas frutas (KLUGE, 2002).

Dentre as bactérias destacam-se a *Escherichia coli*, que é indicativa de contaminação por fezes humanas ou de animais. São anaeróbias facultativas, e além de deteriorantes podem ser também patogênicas ao homem e aos animais e



também os *Lactobacillus sake*, que podem crescer em temperatura de refrigeração, formando limo superficial. Algumas espécies do gênero *Clostridium*, *Acetobacter* e *Xantomonas* são capazes de deteriorar tomates, hortaliças como couve-flor e repolho, e frutas levemente ácidas (VALSECHI, 2006).

#### 4.2. MICRO-ORGANISMOS PATOGÊNICOS

São micro-organismos presentes nos alimentos que podem causar doenças transmitidas por alimentos (DTA's), sérios problemas econômicos e que representam um risco à saúde. São genericamente denominados de patogênicos, podendo afetar tanto o homem, como animais. As características das doenças que causam, dependem dos fatores inerentes ao alimento, do micro-organismo patogênico envolvido, e do indivíduo a ser afetado. Através da ingestão do alimento contaminado, podem ocorrer doenças zoonóticas, intoxicações alimentares e infecções alimentares, dependendo do patógeno ingerido (FILHO, 2007b). Os sintomas ocorrem quando os organismos liberam toxinas nos alimentos (intoxicação), ou quando eles se multiplicam dentro de certos níveis no intestino (infecção ou doença zoonótica). O nível a partir do qual aparecem os sintomas varia de pessoa para pessoa, dependendo da idade, estado de saúde e um número variado de fatores ( VALSECHI, 2006).

As intoxicações diferenciam-se das infecções por serem causadas por toxinas pré-formadas no alimento, enquanto que nas infecções, as bactérias proliferam e colonizam a mucosa intestinal, penetrando nos tecidos e então produzindo as toxinas causadoras dos sintomas (Tabela 4)( FRANCO E LANDGRAF, 2005).

INTOXICAÇÕES	SINTOMAS
Estafilocócica: enterotoxina causada por <i>Staphylococcus aureus</i> , transmitida por um portador humano, geralmente na manipulação do alimento	Vômitos intensos, diarreia, dor abdominal, febre e cefaleia. Os sintomas geralmente duram menos de 24 horas.
Botulismo: neurotoxina produzida por <i>Clostridium botulinum</i> , em condições de anaerobiose.	Náuseas, vômitos, diarreia, fadiga e paralisia muscular pela ação no Sistema Nervoso Central, insuficiência respiratória.
Gastroenterite por <i>Bacillus cereus</i> : exoenterotoxina liberada durante sua lise no trato gastrointestinal.	Diarreia intensa, vômitos, náuseas e mal-estar. Os sintomas duram de 6 a 24 horas.

INFEÇÕES	SINTOMAS
Salmonelose, febre tifóide e febre paratífóide: endotoxina por <i>Salmonella</i> presente nos alimentos crus.	Diarreia, febre, dores abdominais e vômitos, em média de 12 a 36 horas..
Doença causada por <i>Clostridium perfringens</i> : enterotoxina liberada durante sua esporulação, em alimento armazenado sob temperatura inadequada.	Diarreia, febre, dores abdominais agudas e vômitos, em média de 8 a 12 horas.
Gastroenterite humana: causada por <i>Campylobacter sp</i> presente nos alimentos crus.	Diarreia e dores abdominais.
Infecção causada por <i>Escherichia coli</i> : vários sorotipos, algumas invasivas e outras enterotoxigênicas, transmitida por portadores humanos, na manipulação do alimento.	Destrução das microvilosidades do intestino, diarreia aguda e sanguinolenta, vômitos e febre baixa.
Outras bactérias causadoras de infecções: <i>Yersinia</i> , <i>Shigella</i> , <i>Vibrio parahemolyticus</i> .	Diarreia, febre, dores abdominais agudas e vômitos, em média de 24 a 72 horas.

**Tabela 4 – Intoxicações e infecções de origem bacteriana e seus sintomas (In: VALSECHI, 2006).**

#### 4.2.1 Bactérias

As bactérias são os micro-organismos que mais afetam a qualidade de frutas e hortaliças. A contaminação fecal da água e dos alimentos é provocada por certas espécies de bactérias coliformes Gram-negativas, e estão associadas a enfermidades entéricas, por agirem no trato intestinal do homem e de outros animais, dentre as quais destacam-se a *Shigella*, causadora da disenteria bacteriana, a *Salmonella*, que pode causar desde uma diarreia até febre tifóide e cólera, com risco potencial para a vida. Em seguida vem as cepas de *Escherichia coli*, que é considerada como de origem unicamente fecal, com sintomas similares à salmonelose e shigelose (VALSECHI, 2006).

Quanto às bactérias Gram-positivas relacionadas com hortaliças, destaca-se o *Clostridium botulinum*, que é anaeróbia e cresce em pH acima de 4,6. Libera a toxina botulínica, que danifica o Sistema Nervoso Central e pode levar à morte (FILHO, 2006a). Contudo, há que se destacar outro patógeno tão importante quanto os outros já citados: a *Listeria monocytogenes*, causadora da listeriose, doença que não causa maiores danos em indivíduos saudáveis, mas que pode levar à morte em até

30% dos casos pessoas com sistema imunológico comprometido ou mais frágil (BRACKETT, 1994).

#### 4.2.2 Fungos

Alguns fungos podem produzir substâncias metabólicas secundárias tóxicas, as micotoxinas. Estas são prejudiciais à saúde humana e de animais (Tabela 5), e podem estar contidas no interior dos esporos de bolores, em seus micélios. Ocorrem principalmente em cereais e oleaginosas, mas o simples contato destes com frutas e hortaliças, por exemplo, podem causar a contaminação. Algumas provocam uma toxicidade crônica, sendo carcinogênicas e hemorrágicas, ou toxicidade aguda, como as hepatotoxinas, nefrotoxinas e neurotoxinas (VALSECHI, 2006).

<b>Micotoxina</b>	<b>Bolores que a elaboram</b>	<b>Alimentos</b>
Aflatoxina	<i>Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus, Penicillium</i>	milho, algodão, aveia, cacau
Patulina	<i>Aspergillus, Penicillium</i>	suco de maçã, melancia
Ocratoxina A	<i>Aspergillus, Penicillium</i>	milho, trigo, cevada, ovos, cacau
Luteoesquirina	<i>Penicillium islandicum</i>	farinha de arroz
Esterigmatocisteína	<i>Penicillium islandicum</i>	trigo, aveia
Ácido penicílico	<i>Penicillium islandicum</i>	ervilha seca, tabaco
Aleuxia tóxica	<i>Cladosporium, Penicillium, Fusarium, Mucor, Alternaria</i>	grãos de cereais
Roquefortina	<i>Penicillium roquefort</i>	queijo

**Tabela 5 – Principais toxinas e os bolores que as produzem.**

#### 4.2.3 Vírus

Os vírus são muito específicos, quanto ao seu hospedeiro. Desta forma, um vírus que pode considerar-se um patógeno vegetal não é capaz de infectar o homem. Os vírus não são capazes de crescer dentro de um alimento, já que requerem um hospedeiro vivo para reproduzir-se. Contudo, os alimentos possibilitam que os vírus permaneçam viáveis até que encontrem um organismo com as condições ideais de reprodução e multiplicação, quando então manifestam seus sintomas (BRACKETT, 1994).

Alguns vírus são bastante danosos, provocando doenças graves que podem levar à morte. Outros tem um ciclo de vida curto e não deixam maiores sequelas. A Tabela

6, indica alguns tipos de vírus, suas principais manifestações e formas de contaminação.

<b>Doença</b>	<b>Agente</b>	<b>Alimento</b>	<b>Outras formas de transmissão</b>	<b>Incubação e sintomas</b>
Poliomielite	Poliovírus tipo I, II e III	Leite e outras bebidas	entérico, água contaminada	5-35 dias; febre, vômito, dor muscular
Hepatite viral infecciosa	Vírus da hepatite	Leite, mariscos, salada de batata	entérico, água contaminada	10-50 dias; náuseas, perda de apetite, febre
Gastroenterite aguda não bacteriana	Rotavírus	Alimentos	entérico, água contaminada	24-60 horas; febre, vômito e diarreia

**Tabela 6 – Vírus comuns e principais características**

## 5. PROCESSAMENTO MÍNIMO DE CENOURA

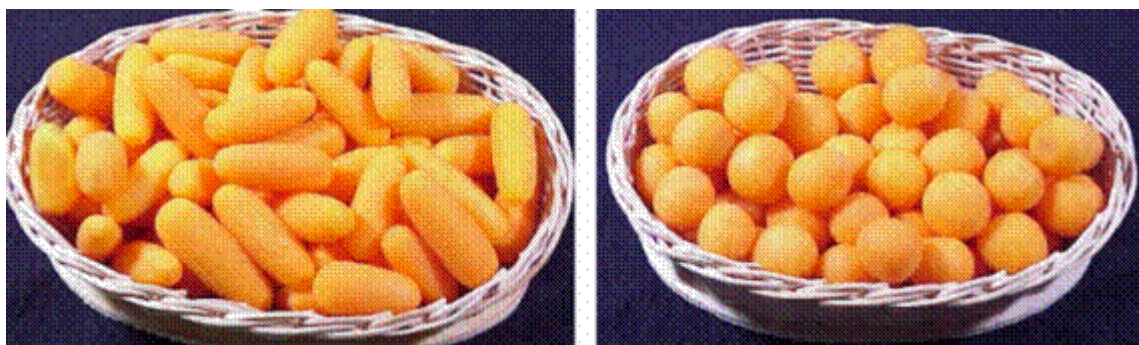
A cenoura (*Daucus carota L.*) é uma das principais hortaliças comercializadas no Brasil, na forma minimamente processada. Cortada em palitos, em fatias (rodela), cubos ou na forma de minicenouras, é um produto que está na maioria das gôndolas dos supermercados brasileiros. A produção brasileira de cenoura em 2005 ficou em torno de 760 mil toneladas, obtidas em uma área aproximada de 26 mil hectares. Esses números correspondem a aproximadamente 4,5% da produção total e a 3,5% da área total plantada com hortaliças no Brasil (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006).

Atualmente, mais de 82 mil toneladas do produto são vendidas anualmente no ETSP - Entrepasto Terminal de São Paulo da CEAGESP, sendo a quarta hortaliça mais vendida, ficando atrás, em volume de vendas, apenas do tomate, batata e alface. Em valor, sobe para o terceiro lugar, com faturamento anual superior a R\$ 24 milhões. A produção de cenoura é estimada no Brasil em 6 milhões de toneladas. São Paulo fornece mais de 300 mil toneladas, produzidas por 3,5 mil pessoas que trabalham em mais de 2 mil propriedades, ocupando uma área de pouco mais de 10,5 mil hectares. Sorocaba (com destaque para Ibiúna, que produz 26% do consumo estimado no Estado) e São João da Boa Vista são as duas maiores regiões produtoras. A demanda de cenoura pelas famílias de São Paulo supera a capacidade de produção: no ano passado, o Estado importou de Minas Gerais boa parte da cenoura consumida (60% das entradas no terminal da Ceagesp) (CEASA CAMPINAS, 2015).

A partir de 1987, as minicenouras, que então eram chamadas de “baby carrot”, começaram a ser comercializadas no mercado nacional, importada dos EUA. Hoje, a importação tem diminuído com o aumento da produção interna. O crescimento da indústria de processamento mínimo no Brasil, a existência de matéria-prima de boa qualidade e o desejo de fornecer ao pequeno agricultor tecnologia nacional de produção de minicenoura levaram diversas instituições brasileiras a unir esforços para desenvolver tecnologia própria de processamento mínimo de minicenouras no País (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2015).

A figura 6 mostra as cenouras com marcas registradas pela EMBRAPA, a

Cenourette, em forma longitudinal e a Catetinho, em forma esférica:



**Figura 7 – Cenoura minimamente processada Cenourette® e Catetinho® (In: SILVA et al., 2000).**

### 5.1. HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DA MINICENOURA

O desenvolvimento da minicenoura ocorreu há aproximadamente trinta anos, quando um produtor de cenouras da Califórnia (EUA), chamado Mike Yurosek, de uma família que cultivava cenouras desde a década de 60, teve a idéia de cortar as raízes maiores, longas e finas, em pedaços menores, padronizados quanto à forma e ao tamanho, a fim de evitar que diariamente quase duzentas toneladas de raízes sem padrão para o mercado *in natura* fosse para o lixo, já que, em algumas cargas, quase setenta por cento das cenouras colhidas eram descartadas. Nasceram então as minicenouras, batizadas nos EUA de “baby carrots”, produto que mudou o hábito do consumo de cenouras naquele país desde então. No início, eles cortavam as raízes manualmente, e usavam um descascador de batatas para retirar a casca e torneá-las. Mais tarde, começaram a usar cortadores de feijão-vagem, que cortavam as raízes em dois pedaços de cinco centímetros cada. Foi assim que eles conseguiram padronizar os primeiros lotes de minicenouras processadas em sua empresa (HOWARD & DEWI, 1996).

Rapidamente grandes cadeias de supermercados do estado americano da Califórnia, o principal mercado consumidor das minicenouras, aumentaram de forma vertiginosa os pedidos. Atualmente a região de Bakersfield, na Califórnia (EUA), é uma das maiores produtoras mundiais do produto. Nos EUA, o termo “baby carrot” não pode mais ser usado para as cenouras processadas, porque uma associação de consumidores americanos exigiu que o nome fosse mudado, uma vez que o termo “baby carrot” passa a idéia errônea de que as minicenouras americanas são raízes

colhidas bem pequenas, no início do ciclo, e por isso recebem o nome de “baby carrot”, ou “cenouras bebê”. Como são raízes longas e finas, cortadas em pedaços menores que são posteriormente torneados, o produto que antes era denominado “baby carrots” agora se chama “cut and peeled carrots”, ou seja, cenouras cortadas e descascadas (WEISE, 2004).

O processamento da cenoura iniciou-se no final da década de 90, quando iniciou-se a venda de cenouras em forma de palito, similar à “baby carrot” americana. Em 1999, foi desenvolvido em uma pequena indústria metalúrgica de Santo André (SP), um dos primeiros protótipos de torneadora de raízes pré- cortadas. Desde 1998 a Embrapa Hortaliças vem desenvolvendo várias ações de pesquisa focadas na tecnologia de processamento mínimo de minicenouras. O lançamento da cultivar Alvorada (VIEIRA *et al.*, 1999), que, dentre outras características, possui maior teor de betacaroteno do que os materiais até então cultivados, além de coloração mais intensa e maior uniformidade da raiz, foi uma significativa contribuição para a melhoria do processo de obtenção de minicenouras com maior qualidade. Ainda no quesito cultivares, Vieira *et al.* (2005) lançaram a cultivar Esplanada, material especificamente desenvolvido para a obtenção de raízes mais finas e compridas, que potencialmente pode contribuir para o aumento da produtividade industrial do processo de obtenção de minicenouras.

Além dessas ações, o grupo de pesquisadores da Embrapa Hortaliças que trabalha no desenvolvimento de tecnologia de processamento mínimo de minicenouras, tem contribuído para a melhoria do processo desenvolvendo equipamentos para o processamento, estudos de novas embalagens, temperaturas de armazenamento e aproveitamento dos resíduos do processamento mínimo. Tudo isso tem possibilitado que diversas agroindústrias nacionais tenham sucesso na atividade de processamento mínimo de minicenouras (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2006).

## 5.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MINICENOURA

As etapas do processamento mínimo de cenoura são descritas por Moretti, *et al.*, 2007.

### **5.2.1. Colheita e recepção da matéria-prima**

A colheita deve ser realizada nas horas mais frescas do dia, as raízes devem ser colocadas à sombra e em seguida resfriadas em galpões de processamento próximos ao campo de produção. A área de processamento deve estar resfriada, a uma temperatura em torno de 15°C, com o auxílio de sistemas de resfriamento e pode-se complementar a remoção do calor de campo com o emprego de água gelada (ao redor de 5°C). A técnica de hidrorresfriamento retira mais rapidamente o calor de campo e é um procedimento que auxilia na obtenção de um produto com uma vida de prateleira maior (MORETTI, 2007).

### **5.2.2. Seleção e classificação**

Nesta etapa as raízes com danos mecânicos ou causados por insetos e doenças são descartadas. Nela se reflete a preocupação com a homogeneidade e a qualidade da matéria-prima. Os produtos são selecionados, classificados e qualificados de forma a minimizar a contaminação da área de processamento, por micro-organismos patogênicos e por pragas (SILVA, *et al*, 2011).

### **5.2.3. Pré-lavagem**

A pré-lavagem consiste na limpeza com água limpa corrente, do produto que vem do campo, a fim de retirar as impurezas aderidas ao produto (MORETTI, 2007).

### **5.2.4. Preparo da matéria-prima**

As raízes são cortadas com diâmetro variando entre 2,5 cm e 3,0 cm por aproximadamente 6 cm de comprimento, para a produção de mincenouras no formato de bastão; e para a produção de minicenouras esféricas, as raízes são cortadas com diâmetro e comprimento variando entre 2,5 cm e 3 cm (MORETTI, 2007).

### **5.2.5. Primeiro processamento**

Após o corte da matéria-prima no formato desejado, porções de 1 kg da matéria-prima cortada são colocadas na primeira máquina torneadora, para a retirada dos



tecidos mais externos da raiz, durante 75 segundos. Deve ser usada água limpa e de boa qualidade no processo de torneamento (MORETTI, 2007).

### 5.2.6. Segundo processamento

Após o torneamento inicial, o material é transferido para a segunda torneadora, equipada com lixa menos abrasiva para a realização do acabamento, que consiste em tornear porções de 1 kg das raízes por 60 segundos. Nesta etapa também deve ser usada água limpa e de boa qualidade. As figuras 6 e 7 mostram algumas torneadoras utilizadas no processamento de minicenouras.



Figura 8 – Torneadora múltipla (In: SILVA et al., 2000).



Figura 9 – Outra torneadora múltipla, equipamento desenvolvido para processar minicenouras, batata e beterraba (In: SILVA et al., 2000).

### **5.2.7. Sanitização**

A sanitização é feita com a imersão do produto processado em solução contendo cloro na concentração entre 150 mg e 200 mg de cloro ativo / L de água limpa e na temperatura de 0°C a 5°C, por aproximadamente dez minutos. A solução de cloro deve ser obtida com sanitizantes próprios para alimentos que tenham cloro como ingrediente ativo. Não devem ser usados: água sanitária ou produtos de limpeza, pela possibilidade de deixarem resíduos tóxicos. A solução sanitizante deve ser trocada após duas ou três vezes de uso ou quando o nível de cloro ativo for menor que 100 mg de cloro ativo / L de água. A verificação do pH da solução deve ser realizada a cada duas horas e mantida entre 6,5 e 7,5 para que a sanitização seja bem sucedida. Podem ser adicionadas pequenas quantidades de NaOH (hidróxido de sódio), preparado em soluções na concentração de 23 g/L e em subunidades de 2,3 g/L e 0,23 g/L, para elevar o pH aos níveis recomendados, e de ácido cítrico preparado em soluções na concentração de 192 g/L e em subunidades de 19,2 g/L e 0,192 g/L para reduzi-lo (MORETTI, 2007).

### **5.2.8. Enxágüe**

O enxágüe, após o tratamento com cloro, deve ser realizado em água limpa e clorada (10 mg cloro ativo / L de água), por aproximadamente cinco minutos, de preferência com temperatura entre 0°C e 5°C, pois a água em baixa temperatura nessa etapa e na anterior minimiza os efeitos indesejáveis do corte sobre o metabolismo do produto. Entre as etapas de pré-lavagem, enxágüe e sanitização são gastos entre cinco e dez litros de água por quilo de produto processado (MORETTI, 2007).

### **5.2.9. Centrifugação**

A centrifugação retira o excesso de água agregado às minicenouras. Esta etapa é bastante crítica, porque a retirada de água além do necessário pode causar esbranquiçamento do material, e o excesso de água pode favorecer o crescimento de microorganismos, por isso, em estudos conduzidos na Embrapa Hortaliças,

Moretti et al. (2006) determinaram o tempo de centrifugação de minicenouras da cultivar Alvorada colhidas em campos de produção comercial em São Gotardo (MG), avaliando, para a determinação do tempo de centrifugação: a perda de massa, temperatura, atividade respiratória, cor e conteúdo de betacaroteno. As minicenouras foram colocadas em sacos de náilon e centrifugadas ( $378 \text{ rad.s}^{-1}$ ) por 0, 30, 60, 90 e 120 segundos. A temperatura das raízes centrifugadas por 120 segundos era 63% maior do que a temperatura no início do experimento. O índice de esbranquiçamento aumentou de 34% e 68% quando o tempo de centrifugação aumentou de 30 segundos para 60 segundos e de 30 segundos para 120 segundos, respectivamente. Observaram também que a atividade respiratória aumentou ao redor de 49% quando o tempo de centrifugação aumentou de 30 segundos para 120 segundos. A evolução de etileno permaneceu ao redor de  $1,7 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  até 60 segundos, aumentando para  $3,5 \mu\text{L.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$  quando as minicenouras foram centrifugadas por 120 segundos. Não foram observadas alterações significativas nos teores de betacaroteno para os diferentes intervalos de tempo de centrifugação estudados. Com base nos resultados obtidos, os autores sugeriram que a centrifugação das minicenouras por 30 segundos é suficiente para retirar toda a água absorvida em excesso pelas raízes durante as etapas de lavagem e sanitização, e para a manutenção da qualidade e a minimização da possibilidade de ocorrência de esbranquiçamento nas raízes (MORETTI, 2007).



**Figura 10 – Centrifuga industrial utilizada no processamento mínimo de hortaliças. (In: MORETTI, 2007).**

#### **5.2.10. Embalagem**

O sistema de poliolefina multicamadas associado ao de vácuo parcial, produz uma baixa tensão de oxigênio no interior da embalagem, o que causa anaerobiose e produz sabores e odores desagradáveis. Diante desse problema, observado com cultivares brasileiras, Moretti *et al.* (2003) conduziram estudos visando avaliar diferentes sistemas de embalagem armazenadas em distintas temperaturas, onde cenouras da cultivar Alvorada foram processadas como minicenouras e embaladas em dois sistemas de embalagem – polietileno de baixa densidade (PEBD) e náilon multicamadas – sendo que, neste último, foi gerado vácuo parcial com o auxílio de uma embaladora automática e armazenadas a 5°C e 10°C durante vinte dias. Verificou-se que, independentemente do tipo de embalagem e da temperatura de armazenamento, houve redução dos teores de betacaroteno no produto, e esta foi mais drástica nas minicenouras armazenadas a 10°C do que a 5°C. No que diz respeito ao esbranquiçamento, as minicenouras embaladas em filme de PEBD tiveram esbranquiçamento mais acentuado do que as embaladas em filme de náilon.

Segundo os autores, a maior ocorrência de esbranquiçamento em filmes de PEBD deve-se ao fato de que este filme de plástico possui maior permeabilidade ao vapor d'água do que o filme de náilon multicamada (MORETTI, 2007; CENCI, 2011).

O efeito da embalagem a vácuo sobre a vida de prateleira de cenouras minimamente processadas também já foi estudado e verificado que o crescimento microbiológico foi bem menor em embalagens a vácuo, quando comparadas a embalagens sem vácuo, quando armazenadas a 4°C por um período de cinco a oito dias (BUICK E DAMOGLU, 1987).

Estudou-se também a qualidade de minicenouras armazenadas em atmosfera modificada passiva e atmosfera controlada (0,5% de O<sub>2</sub>; 10% de CO<sub>2</sub>; 89,5% de N<sub>2</sub>), armazenadas a 0°C, 5°C e 10°C. O coeficiente respiratório das minicenouras foi maior no armazenamento sob atmosfera controlada do que em atmosfera modificada, em todas as temperaturas estudadas. A produção de etileno foi menor que 0,1 µL kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>. Odores indesejáveis não foram detectados em nenhuma das amostras estudadas. A atmosfera modificada ajudou a reduzir a perda de massa, pH e o crescimento microbiológico (IZUMI et al. 1995).

A Figura 8 ilustra as embalagens de minicenouras com e sem vácuo.



**Figura 11 – Cenoura embalada em sacos plásticos (In: SILVA et al., 2000).**

### **5.2.11. Armazenamento e distribuição**

Depois de embaladas, as minicenouras devem ser armazenadas e comercializadas sob temperatura ao redor de 5°C. O transporte do produto também deve ser refrigerado, podendo ser em caixas de isopor previamente higienizadas com solução

de hipoclorito de sódio (50 mg/L), com camadas de gelo em escama, para auxiliar na manutenção da baixa temperatura. Quando possível, transportar em caminhões frigorificados, que garantem maior estabilidade da temperatura de armazenamento. As minicenouras são geralmente comercializadas em pacotes de 250 gramas a 300 gramas, em balcões refrigerados que devem estar com temperatura regulada entre 2°C e 5°C. A vida média de prateleira das minicenouras é de aproximadamente quinze a vinte dias, se todas as condições de processamento, armazenamento e transporte forem observadas. Pequenas variações neste intervalo poderão ocorrer em função da cultivar, da época de colheita e dos cuidados observados durante o preparo do produto (MORETTI, 2007).

### 5.3. CONTROLE DO ESBRANQUIÇAMENTO

O esbranquiçamento é uma desordem que ocorre na superfície de minicenouras, causada pela dessecação de células na superfície das raízes e, em menor grau, pela síntese de lignina. É um fator limitante na comercialização do produto, apesar do uso de filmes de plástico polimérico (HOWARD & GRIFFIN, 1993).

Diversas técnicas tem sido estudadas para minimizar este problema, como o uso de revestimentos comestíveis superficiais, que podem melhorar a integridade mecânica e a aparência do produto, contudo, estes revestimentos promovem um ambiente de baixa tensão de O<sub>2</sub> e produzem condições anaeróbicas propícias ao crescimento de patógenos estritos, como *Clostridium botulinum* (ARRUDA, 2005)

Alternativas para a minimização do esbranquiçamento em minicenouras foram estudadas por diversos autores, para diferentes cultivares e híbridos, em várias partes do mundo. No Brasil, Moretti et al. (2003b) conduziram estudos com cenouras da cultivar Alvorada, tratadas com quatro diferentes concentrações de um revestimento comestível preparado à base de polipeptídeos solúveis em água. Após o tratamento as minicenouras foram embaladas sob vácuo parcial em embalagens de náilon multicamadas e armazenadas a 5°C ± 1°C por doze dias. Os pesquisadores observaram que nas raízes tratadas com solução a 2% o esbranquiçamento foi significativamente reduzido, quando comparado com as raízes do tratamento-controle. Ao final do estudo, as minicenouras tratadas com solução de

polipeptídeos a 2% apresentavam esbranquiçamento 28% menor do que o controle (MORETTI, 2007).

De maneira similar aos estudos realizados por Moretti *et al* (2003), Sargent *et al.* (1994) testaram cinco formulações de coberturas comestíveis à base de carboximetilcelulose. As minicenouras foram imersas por três minutos em soluções de diferentes concentrações e armazenadas em embalagens de plástico microperfurado a 4°C. As minicenouras revestidas tiveram significativamente menos superfície seca e a aparência mais aceitável do que as cenouras que não foram revestidas durante um intervalo de trinta dias de armazenamento. Os autores concluíram que a aplicação de revestimentos comestíveis em minicenouras suavizou o desenvolvimento do esbranquiçamento durante a comercialização.

Os utensílios usados no processamento mínimo de cenouras também tem relação com o esbranquiçamento. Tatsumi *et al.* (1991) mostraram, com o auxílio de microscopia eletrônica de varredura, que cenouras minimamente processadas com uma faca culinária afiada exibiram aparência esbranquiçada e este efeito não foi aparente quando as cenouras foram processadas com processador industrial de lâmina afiada. Tais observações sugerem que a faca tende a separar e a comprimir as células e os tecidos da cenoura, causando rompimento dos tecidos e das células, propiciando a ocorrência da desidratação e conseqüente esbranquiçamento.

#### 5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE AS ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO

A tecnologia de processamento mínimo de cenouras tem avançado muito nos últimos anos no Brasil. Diversos projetos conduzidos em várias instituições brasileiras tem contribuído de forma efetiva para o aperfeiçoamento do processo. Porém, estudos focando a melhoria do rendimento industrial, a avaliação de novas matérias primas, o aproveitamento de resíduos gerados e a racionalização do uso da água merecem atenção em projetos futuros (MORETTI, 2007).

## 6. APLICAÇÃO AO ENSINO MÉDIO

Uma vez que a disciplina de Química é frequentemente vista com uma das mais difíceis e com um distanciamento maior da realidade do aluno, o enfoque de frutas e vegetais do ponto de vista químico torna-se importante, uma vez que demonstra o quanto a Química está presente no nosso dia-a-dia, aproximando-a da realidade do aluno, com isso, a análise do teor de vitamina C em sucos de frutas é uma boa oportunidade de fazer essa aproximação.

O ácido ascórbico (vitamina C) é o micronutriente mais associado a frutas e hortaliças, que fornecem mais de 90% desta vitamina à dieta humana. A vitamina C é necessária à prevenção do escorbuto e manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos. Também conhecida como ácido-L-ascórbico, foi isolada pela primeira vez sob a forma de um pó cristalino branco, em 1922, pelo pesquisador húngaro Szent-Györgi. Por apresentar comportamento químico fortemente redutor atua, numa função protetora, como antioxidante; na acumulação de ferro na medula óssea, baço e fígado; na produção de colágeno (proteína do tecido conjuntivo); na manutenção da resistência às doenças bacterianas e virais; na formação de ossos e dentes, e na manutenção dos capilares sanguíneos, dentre outras. Possui diversas funções biológicas na formação de colágeno, absorção de ferro inorgânico, redução do nível de colesterol, inibição da formação de nitrosaminas e fortalecimento do sistema imunológico. Como antioxidante, reduz o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer. Segundo Sousa Jr. *et al.* (2005), as principais fontes naturais de ácido ascórbico estão no reino vegetal, representadas por vegetais folhosos (bertha, brócolis, couve, nabo, folhas de mandioca e inhame), legumes (pimentões amarelos e vermelhos) e frutas (cereja-do-pará, caju, goiaba, manga, laranja, acerola, etc.).

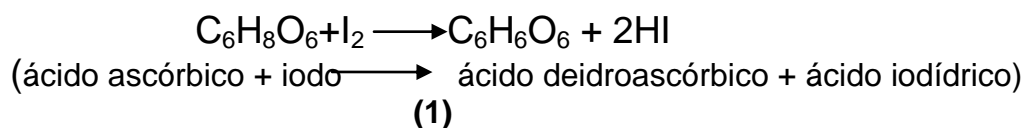
Muitos fatores pré e pós-colheita influenciam a sua concentração, desde a cultivar utilizada até condições climáticas, práticas de plantio, método de colheita e processamento (LEE & KADER, 2000).

Algumas questões podem ser propostas aos alunos, tais como, quais vegetais contêm a maior quantidade de vitamina C, se ao cozinhar um alimento há perda de



vitamina C e se existe diferença entre a quantidade da vitamina quando uma fruta está verde ou madura. Essas e outras perguntas poderão ser facilmente respondidas realizando-se a experiência proposta.

A adição de iodo à solução amilácea (água + farinha de trigo ou amido de milho) provoca uma coloração azul intensa no meio, devido ao fato de o iodo formar um complexo com o amido. Graças a sua bem conhecida propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução do iodo a iodeto (I<sup>-</sup>), que é incolor quando em solução aquosa e na ausência de metais pesados conforme a eq.(1). Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um alimento contiver, mais rapidamente a coloração azul inicial da mistura amilácea desaparecerá e maior será a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para restabelecer a coloração azul (OHWEILLER, 1981).



## 6.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 6.1.1. Material utilizado

- 1 comprimido efervescente de 1 g de vitamina C
- tintura de iodo a 2% (comercial)
- sucos de frutas variados (por exemplo: limão, laranja, maracujá e caju)
- 5 pipetas de 10 mL (ou seringas de plástico descartáveis)
- 1 fonte para aquecer a água (aquecedor elétrico ou secador de cabelo)
- 6 copos de vidro
- 1 colher de chá de farinha de trigo ou amido de milho- 1 béquer de 500 mL ou frasco semelhante
- água filtrada
- 1 conta-gotas
- 1 garrafa de refrigerante de 1 L

### 6.1.2. Procedimento

1. Coloque 200 mL de água filtrada em um béquer de 500 mL. Em seguida, aqueça

o líquido até uma temperatura próxima a 50 °C, cujo acompanhamento poderá ser realizado com um termômetro ou com a imersão de um dos dedos da mão (nessa temperatura é difícil a imersão do dedo por mais de 3 s). Em seguida, coloque uma colher de chá cheia de amido de milho (ou farinha de trigo) na água aquecida, agitando sempre a mistura até atingir a temperatura ambiente.

2. Em uma garrafa de refrigerante de 1 L, contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolva um comprimido efervescente de vitamina C e complete o volume até 1L.

3. Escolha 6 frutas cujos sucos você queira testar, e obtenha o suco dessas frutas.

4. Deixe à mão a tintura de iodo a 2%, comprada em farmácias.

5. Numere seis copos de vidro, identificando-os com números de 1 a 6. Coloque 20 mL da mistura (amido de milho + água) em cada um desses seis copos de vidro numerados. No copo 1, deixe somente a mistura de amido e água. Ao copo 2, adicione 5 mL da solução de vitamina C; e, a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6, adicione 5 mL de um dos sucos a serem testados. Não se esqueça de associar o número do copo ao suco escolhido.

6. A seguir pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1, agitando constantemente, até que apareça uma coloração azul. Anote o número de gotas adicionado (neste caso, uma gota é geralmente suficiente).

7. Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessário para o aparecimento da cor azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas da tintura de iodo até que ela persista, e anote o número total de gotas necessário para a coloração azul persistir.

8. Repita o procedimento para os copos que contêm as diferentes amostras de suco, anotando para cada um deles o número de gotas empregado.

### **6.1.3. Resíduos, tratamento e descarte**

Os resíduos gerados neste experimento podem ser descartados no lixo comum. As

garrafas de plástico (PET) devem ser encaminhadas para a reciclagem.

#### **6.1.4. Resultados e discussão**

A partir desse experimento, algumas questões podem ser propostas aos alunos:

- Em qual dos sucos houve maior consumo de gotas de tintura de iodo?
- Através do ensaio com a solução do comprimido efervescente é possível determinar a quantidade de vitamina C nos diferentes sucos de frutas?
- Procure determinar a quantidade de vitamina C em alguns sucos industrializados, comparando-os com o teor informado no rótulo de suas embalagens.

## **7. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **7.1. MATERIAIS**

#### **7.1.1. Cenouras**

Foram adquiridas pacotes de 250g de cenouras minimamente processadas, de 2 marcas diferentes, sendo 8 pacotes de cada marca, em supermercados da cidade de Assis – SP. Os respectivos fabricantes indicaram na embalagem o prazo de validade de 30 dias.

#### **7.1.2. Equipamentos**

- Autoclave vertical Phoenix AV-30
- Banho-maria Tecnal TE 054
- Contador de colônias Phoenix CP 600 Plus
- Estufa bacteriológica Marconi MA 032
- Estufa de secagem e esterilização Fanem 315 SE
- Fluxo laminar TROX 1341
- pHmetro Tecnal

#### **7.1.3. Reagentes e meios de cultura**

- Água Peptonada Himedia
- Ácido tartárico 10% Merck
- Hidróxido de Sódio 0,1M Synth
- Meio de Cultura Brilliant Green Bile Broth 2% Himedia Lote 33073
- Meio de Cultura EC Medium Acumedia Lote 100558-B
- Meio de Cultura Lauril Sulfato Triptose Himedia Lote 25884
- Meio de Cultura Potato Dextrose Agar Himedia Lote 18221

### **7.2. MÉTODOS**

#### **7.2.1. Preparo dos meios de cultura**

Todas as placas de petri utilizadas foram esterilizadas em estufa de esterilização por

1 hora a 180°C. Os meios de cultura foram pesados em balança semianalítica nos erlenmeyers com as quantidades indicadas pelo fornecedor. Adicionou-se água destilada. Agitou-se e em seguida colocou-se na autoclave. Os materiais foram esterilizados em autoclave por 15 minutos na pressão de 1 atm a 121°C. O plaqueamento foi realizado em fluxo laminar.

### 7.2.2. Amostragem

Os pacotes com as cenouras (Figura 12) foram adquiridos no dia em chegaram às prateleiras dos supermercados, sendo que já estavam no 6º dia desde o processamento. Foram coletadas 02 amostras de cada marca para a realização das análises no 6º dia, 13º dia, 21º dia e 29º dia do prazo de validade. As amostras foram mantidas sob refrigeração (5 °C), durante o período de análise.



Figura 12 – Amostras de cenouras minimamente processadas.

### 7.2.3. Análises físico-químicas

#### 7.2.3.1. Análise de pH

As análises de pH foram realizadas de acordo com o procedimento 017/IV, dos Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz, onde

procedeu-se à trituração e homogeneização das amostras, que foram pesadas (cerca de 10g) e após diluídas em 100mL de água destilada. Em seguida efetuou-se a leitura do pH

#### 7.2.3.2. Análise de Acidez

As análises de acidez foram realizadas de acordo com o procedimento 016/IV, dos Métodos Físico-químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz, onde procedeu-se à trituração e homogeneização das amostras, que foram pesadas (cerca de 1g) e após diluídas em 50mL de água destilada. Em seguida, procedeu-se à titulação potenciométrica da amostra com solução de NaOH 0,1 M fatorado, anotou-se o volume gasto de NaOH até pH 8,30. Efetuou-se o cálculo de acidez pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \times f \times 10}{P}$$

Onde

V=mL gasto de NaOH 0,1M

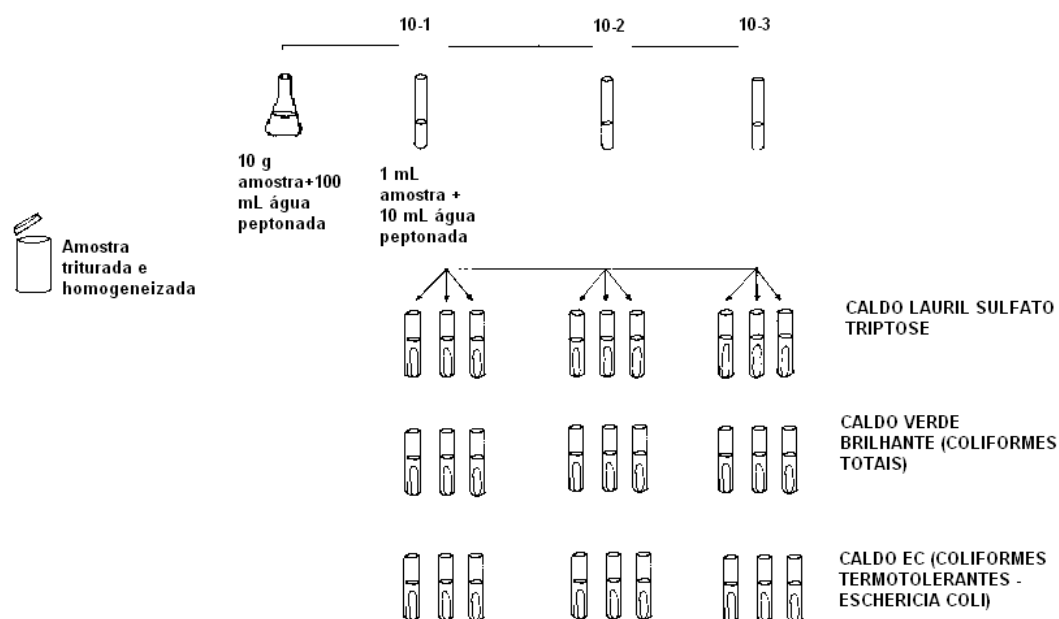
F=fator de correção do NaOH 0,1M

P=peso da amostra

### 7.2.4 Análises Microbiológicas

#### 7.2.4.1 Análises de Coliformes Totais e Termotolerantes

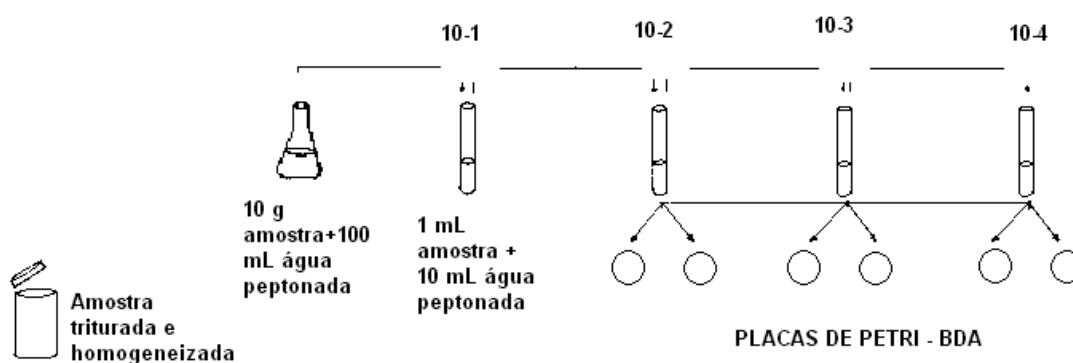
As análises de Coliformes Totais e Termotolerantes foram realizadas pela técnica dos Tubos Múltiplos, conforme metodologia descrita por Hitchins, *et al.*, 2001, conforme Figura 13.



**Figura 13 – Esquema representativo da técnica dos Tubos Múltiplos.**

#### 7.2.4.2. Análises de Bolores e Leveduras

As análises de Bolores e Leveduras foram realizadas pela técnica de Superfície em BDA, conforme metodologia descrita por Siqueira, 1995, conforme Figura 14:



**Figura 14 – Esquema representativo da técnica de Superfície em BDA**

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

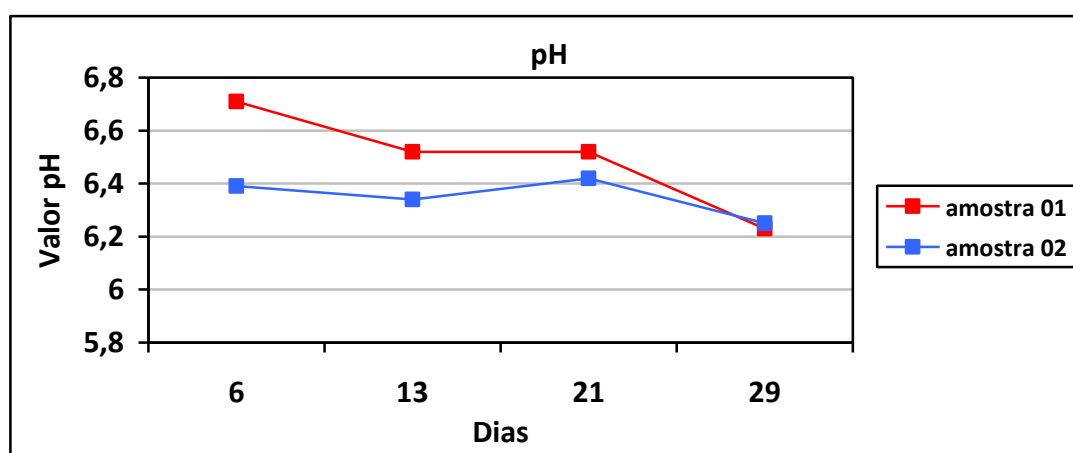
### 8.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

#### 8.1.1 pH e Acidez

Os resultados das análises de pH são apresentados na Tabela 7 e Figura 15.

<b>DIAS</b>	<b>AMOSTRA 1</b>	<b>AMOSTRA 2</b>
6	6,71	6,39
13	6,52	6,34
21	6,52	6,42
29	6,23	6,25

**Tabela 7 – Valores de pH por amostra.**



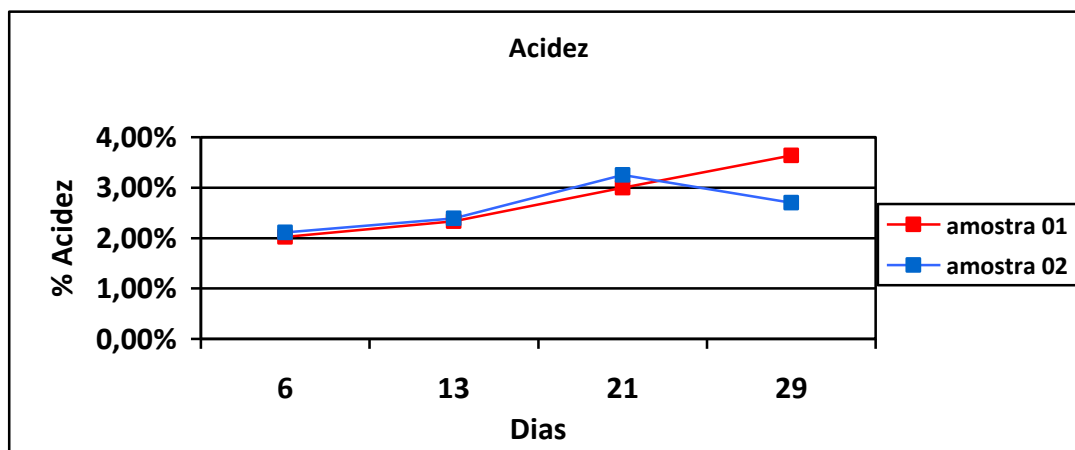
**Figura 15 – Gráfico dos valores de pH por amostra.**

Os resultados das análises de acidez são apresentados na Tabela 8 e Figura 16.

<b>DIAS</b>	<b>AMOSTRA 1</b>	<b>AMOSTRA 2</b>
6	2,02%	2,11%
13	2,33%	2,39%
21	3,00%	3,25%
29	3,64%	2,70%

**Tabela 8 – Porcentagem de acidez total titulável por amostra.**





**Figura 16 – Gráfico da porcentagem de acidez total titulável por amostra**

As análises potenciométricas demonstraram um leve decréscimo nos valores de pH, na duas amostras analisadas, na ordem de  $6,50 \pm 0,2$  para a amostra 1 e  $6,35 \pm 0,07$  para a amostra 2. Os valores de acidez total titulável, tiveram leve aumento nos valores, na ordem de  $2,75\% \pm 0,72$  para a amostra 1 e  $2,61\% \pm 0,49$  para a amostra 2. Esses resultados podem evidenciar manutenção inadequada da cadeia de frio durante o processamento e armazenamento, que deve ser da ordem de  $5^{\circ}\text{C}$ , confirmado por resultados semelhantes encontrados por Kakiomenou et al. (1996) em cenouras fatiadas armazenadas por 17 dias a  $10^{\circ}\text{C}$ , que detectaram leve redução nos valores de pH e aumento da acidez, e atribuíram tal fato ao aumento dos ácidos láctico, acético e málico, produzidos por bactérias ácido-lácticas e ácido-acéticas.

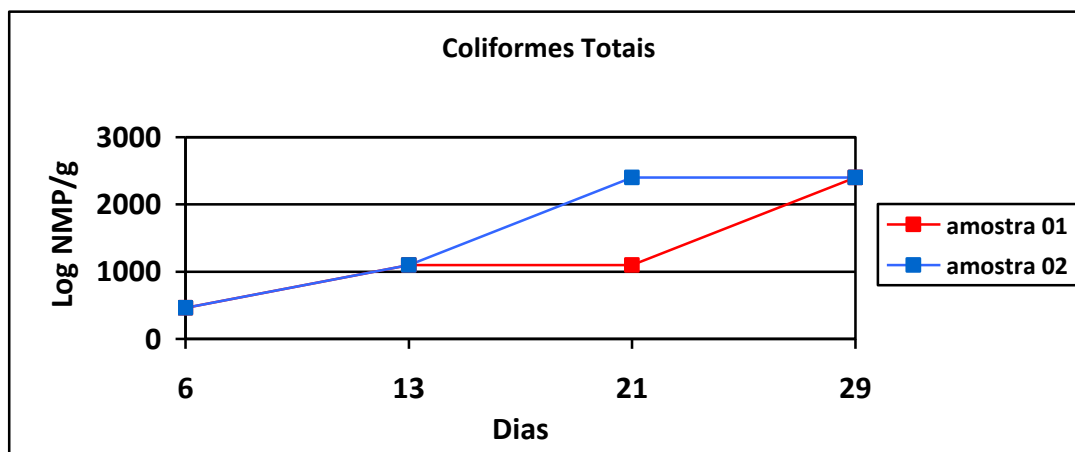
## 8.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### 8.2.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Os resultados das análises microbiológicas de Coliformes Totais são apresentados na Tabela 9 e Figura 17.

DIAS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2
6	460	460
13	1.100	1.100
21	1.100	2.400
29	2.400	2.400

**Tabela 9 – Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais**



**Figura 17 – Coliformes Totais**

As amostras analisadas apresentaram uma incidência de coliformes totais de 460 NMP/g a 2.400 NMP/g, e embora a legislação vigente não estabeleça limites máximos para estes micro-organismos, as determinações de coliformes totais e coliformes termotolerantes indicam se as etapas do processamento foram realizadas em boas condições higiênico-sanitárias, evidenciando práticas de higiene e sanitização dentro dos padrões requeridos para o processamento de alimentos.

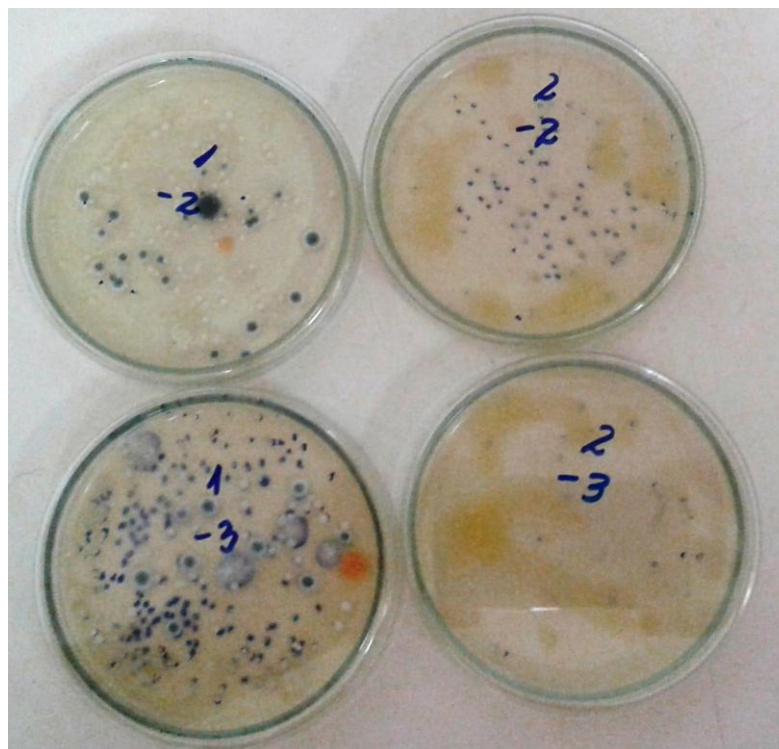
Com relação à contagem de coliformes termotolerantes, os resultados foram negativos para ambas as amostras. Para estes, nos termos da RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 os limites máximos estabelecidos para hortaliças frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, são de  $1.10^2$  NMP/g.

A preocupação relativa aos micro-organismos em produtos minimamente processados justifica-se pelo fato de eles serem geralmente consumidos crus, sem o uso de tratamento térmico para o controle de micro-organismos e, em condições anaeróbias no interior da embalagem, pode ocorrer multiplicação de bactérias anaeróbias como *Clostridium Botulinum* e *Clostridium perfringens* que são micro-organismos patogênicos altamente perigosos à saúde.

### **8.2.2 Bolores e Leveduras**

Os bolores e leveduras são frequentemente encontrados na microflora inicial de hortaliças minimamente processadas.

A Figura 18 mostra o crescimento dos bolores e leveduras nas amostras 1 e 2.



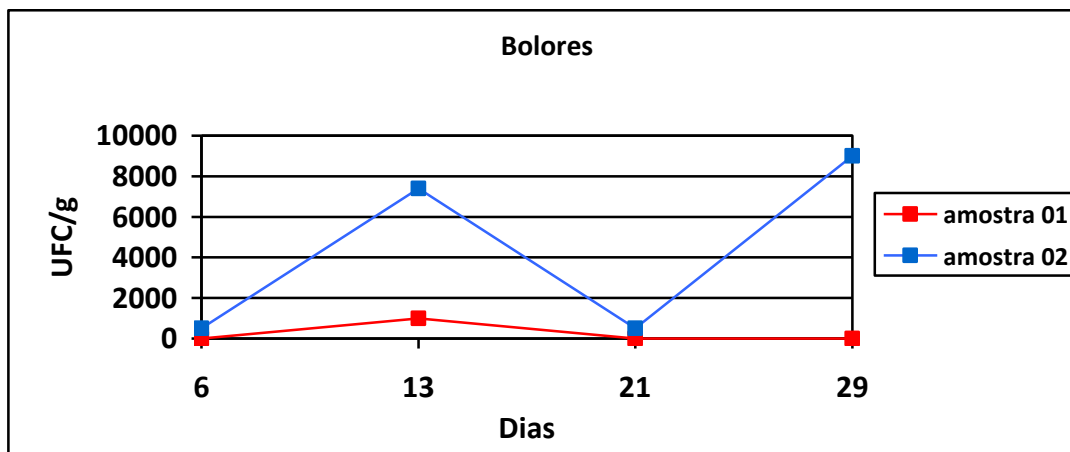
**Figura 18 – Placas de Petri inoculadas e incubadas.**

A legislação vigente não determina um limite de bolores e leveduras, porém, de acordo com a Resolução CNNPA nº 12 de 24/07/1978, que estabelece as Normas Técnicas Especiais do Estado de São Paulo, relativas à alimentos, tem-se preconizado que alimentos contendo contagens microbianas de bolores e leveduras acima da ordem de  $10^2$  UFC/g são impróprios para o consumo humano, pois ocorrem perdas nutricionais, alterações organolépticas e riscos de deterioração, em função da grande variedade de enzimas que podem produzir, além dos metabólitos tóxicos ao homem, como as micotoxinas.

Neste estudo, foram encontrados na amostra 1, valores de bolores na ordem de 50 UFC/g no 6º dia, e de  $1 \times 10^3$  UFC/g no 13º dia. Nas análises subsequentes, não houve crescimento de bolores. Na amostra 2, foram encontrados bolores na ordem de  $5 \times 10^2$  UFC/g no 6º dia, aumentando para  $7,4 \times 10^3$  UFC/g no 13º dia. Subsequentemente, os valores foram de  $5 \times 10^2$  UFC/g no 21º dia e de  $9 \times 10^3$  UFC/g no 29º dia (Tabela 10, Figura 19).

DIAS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2
6	50	$5,0 \times 10^2$
13	$1,0 \times 10^3$	$7,4 \times 10^3$
21	0	$5,0 \times 10^2$
29	0	$9,0 \times 10^3$

**Tabela 10 – Contagem de Bolores em Unidades Formadoras de Colônias/grama.**

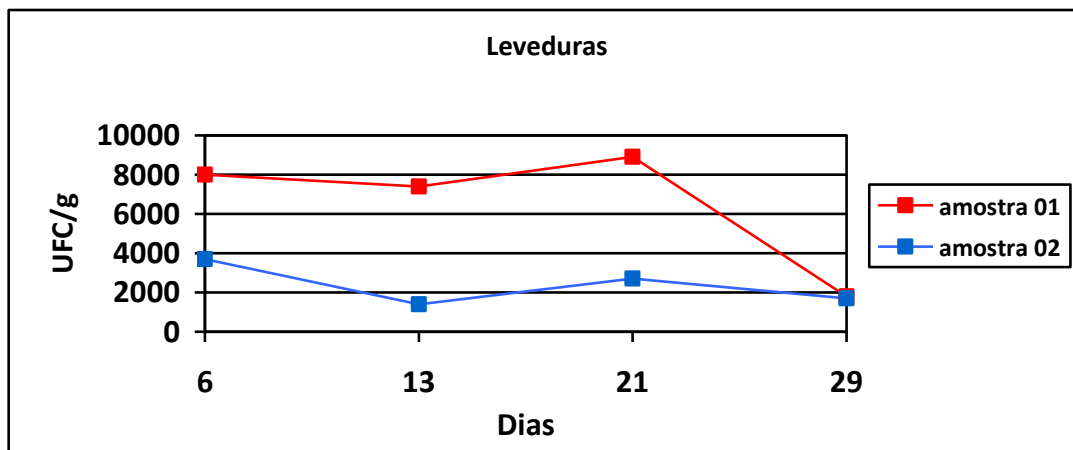


**Figura 19 – Gráfico da contagem de bolores**

Para leveduras, foram encontrados na amostra 1, valores que tiveram variação na ordem de  $8,0 \times 10^3$  UFC/g  $\pm 0,6$  do 6º ao 21º dia, caindo para  $1,8 \times 10^3$  UFC/g no 29º dia. Na amostra 2, os valores foram de  $3,7 \times 10^3$  UFC/g no 6º dia,  $1,4 \times 10^3$  UFC/g no 13º dia,  $2,7 \times 10^3$  UFC/g no 21º dia e de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g no 29º dia (Tabela 11, Figura 20).

DIAS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2
6	$8,0 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$
13	$7,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
21	$8,9 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$
29	$1,8 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$

**Tabela 11 – Contagem de Leveduras em Unidades Formadoras de Colônias/grama.**



**Figura 20 – Gráfico da contagem de leveduras**

## 9. CONCLUSÃO

Os valores de pH tiveram leve decréscimo durante as análises, sendo o valor médio para pH de  $6,50 \pm 0,2$  para a amostra 1 e  $6,35 \pm 0,07$  para a amostra 2. A acidez apresentou valores médios de  $2,75\% \pm 0,72$  para a amostra 1 e de  $2,61\% \pm 0,49$  para a amostra 2, sendo que durante o armazenamento ocorreu um leve aumento, provavelmente devido à presença de bactérias ácido-lácticas, confirmadas pelas análises microbiológicas.

Ambas amostras apresentaram Coliformes Totais ( $>10^2$ ), e Contagem de Bolores e Leveduras acima de  $1 \times 10^3$  UFC/g, desde a primeira análise, realizada no sexto dia após a fabricação, indicando que as práticas de higiene e sanitização, requeridas para o processamento de alimentos, não foram realizadas dentro dos padrões, e que pode ter ocorrido contaminação em alguma etapa do processamento.

Conclui-se, portanto, que o consumo deste produto *in natura* não é seguro, pois coloca em risco a saúde do consumidor, e que deve haver a implementação de programas de controle de qualidade em todas as etapas do processamento, de modo a prevenir a contaminação e garantir um produto de boa qualidade durante toda a sua vida útil.

## REFERÊNCIAS

ANJO, D. F. C. **Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular**, Jornal Vascular Brasileiro, Vol. 3, Nº2, p. 145-154, 2004.

**APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos: análises de perigos e pontos críticos para garantir a qualidade e segurança microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 377p.

ARRUDA, A. C. **Avaliação microbiológica, físico-química e aceitação sensorial de cenouras orgânicas e convencional minimamente processadas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa – MG, 2005.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. Nobel, São Paulo. 1993.

BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. **Storage stability of minimally processed fruit**. Journal of Food Processing and Preservation, v. 13, p. 281-292, 1989

BRACKETT, R.E., **Alteração Microbiológica e Micro-organismos Patógenos de Frutas e Hortaliças Refrigeradas Minimamente Processadas**. In: Willey, Robert C. Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas e Refrigeradas. 1994.

BRECHT et al. **Use of Controlled Atmospheres to Retard Deterioration of Produce**. Food Technology. 1980.

BUICK, R. K.; DAMOGLU, A. P. **The effect of vacuum packaging on the microbial spoilage and shelf-life of 'ready-to-use' sliced carrots**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 16, p. 167-175, 1987.

CEASA CAMPINAS – SP, **Cenoura: dados, estatísticas, cultivares e características** [http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv\\_padro\\_Cenoura.asp](http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Cenoura.asp)>, acesso em 18/07/2015.

CENCI, S.A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011

CHITARRA, M.I.F. **Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Viçosa, UFV,

2000.

CHRISTIAN, J.H.B. **Reduced water activity**. In: Microbial ecology of foods. 1980

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. 320-324, 1995.

CONN, E. E., STUMPFT, P.K. **Introdução à Bioquímica**. Trad. Lélia Mennucci, M. Julia M. Alves, Luiz J. Neto et al. São Paulo: Edgard Blücher, 1975, p.184-185.

CORLETT, D.A.; BROWN, M.H. **pH and Acidity**. In: Microbial ecology of foods. New York: Academic Press. 1980.

COSTA E. F. **Os determinantes do crédito na fruticultura irrigada no Vale do São Francisco**. Rio de Janeiro: BNDES: ANPEC, 2012. 42p.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Hortalicas em números**. Disponível em: [www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas\\_em\\_numeros/hortalicas\\_em\\_numeros/.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros/.htm). Acesso em: 20 junho de 2015.

FAO. 2013. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em <http://www.fao.org>. Acessado em 19 de julho de 2015.

FILHO, E. S. A. et al. **Botulismo em Alimentos: um problema de saúde pública**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 21, n. 140, p. 38-45, abr. 2006.

FILHO, E. S. A. et al. **Campylobacter ssp. e sua importância em saúde pública**. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 21, n. 148, p. 55-59, jan/fev. 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005.

HOWARD, L. R.; DEWI, T. **Minimal processing and edible coating effects on composition and sensory quality of mini-peeled carrots**. Journal of Food Science, v. 61, n.3, p. 643-645, 1996.

HOWARD, L. R.; GRIFFIN, L. E. **Lignin formation and surface discoloration of**



**minimally processed carrot sticks.** Journal of Food Science, v. 58, p. 1065- 1067, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 5ª Ed. São Paulo: IAL. 533p. v. 1., 1985.

IZUMI, H.; WATADA, A. E.; KO, N. P. **Quality changes in carrots slices, sticks and shreds stored at various temperatures.** Food Science Technology International, v. 1, n. 2, p. 71-73, 1995.

KAKIOMENOU, K.; TASSOU, C.; NYCHAS, G. **Microbiological, physicochemical and organoleptic changes of shredded carrots stored under modified storage.** International Journal of Food Science Technology, v.31, p. 359-366, 1996.

KOBLITZ, M.G.B. (Ed.) **Bioquímica de Alimentos: teoria e aplicações práticas.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado.** Livraria e Editora Rural Ltda., Campinas, 2002.

LEE, J. Y.; PARK, H. J.; LEE, C. Y.; CHOI, W. Y. **Extending shelf life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents.** Lebensmittel Wissenschaft und Technology, v. 36, p. 323-329, 2003

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

LI, P.; BARTH, M. M. **Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots.** Postharvest Biology and Technology, v. 14, p. 51-60, 1998.

MORETTI, C. L. ; MATTOS, L. M. ; VIEIRA, J. V. ; KLUGE, R. A. ; JACOMINO, A. P. **Tempo de centrifugação determina o comportamento fisiológico e atributos de qualidade em minicenouras.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006. São Pedro, SP. Anais... Piracicaba, SP:

ESALQ/USP, 2006. v. 1. p. 124.

MORETTI, C. L.; BERG, F. L. N.; MATTOS, L. M.; DURIGAN, M. F. B.; CARON, V. C.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. **Storage temperature and packaging determine the physiological behavior and quality attributes of round-shaped baby carrots** In: AUSTRALASIAN POSTHARVEST HORTICULTURE CONFERENCE, 2003, Brisbane. Proceedings... Brisbane, Australia: University of Queensland, 2003a. p. 58.

MORETTI, C. L.; BERG, F. L. N.; MATTOS, L. M.; DURIGAN, M. F. B.; CARON, V. C.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. **Temperatura de armazenamento e embalagem determinam o comportamento fisiológico e a qualidade de minicenouras.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. Anais... Recife: SOB, 2003b. CD-ROM.

MORETTI, L.C. (Ed.) **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007.

OHWEILLER, O. A.; **Química Analítica Quantitativa**. Livros Técnicos e científicos. 3ª Ed:cap 23, Rio de Janeiro – RJ ,1981.

PAES R. A. Alternativas para o desenvolvimento sustentável no submédio São Francisco. Brasília: UnB. (Dissertação de mestrado), 2009.

PENSA - Centro de Conhecimento em Agronegócios. **Projeto integrado de negócios sustentáveis – PINS: cadeia produtiva de vegetais semi-processados**. Brasília: PENSA/CODEVASF. 2008.

PILON, L. **Embalagens utilizadas em Produtos Minimamente Processados**, In: FERREIRA, M.D. (Ed.) Tecnologias pós-colheita em Frutas e Hortaliças. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011.

RESENDE, Geraldo Milanez de; CORDEIRO, Gilberto Gomes. **Produtividade da cenoura em função da qualidade da água e condicionador de solo no Vale do São Francisco**. Revista Caatinga, Mossoró, RN, v.20, n.1, p.100-104, janeiro/março 2007

SALTVEIT, M.E. **Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables.** Postharvest Bio, 1999.

SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; ZOELLNER, J. J.; BALDWIN, E. A.; CAMPBELL, C. A. **Edible films reduce surface drying of peeled carrots.** Proceedings of the Florida State Horticulture Science, v. 107, p. 245-247, 1994.

SASAKI, Edgar Takashi; Programa Padrão: **Classificação da Cenoura para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigrangeiros.** Disponível em :

<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/folders/cenoura.pdf>. Acessado em: 02/07/2010.

SILVA, E. O. [et al] **Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas.** Embrapa Agroindústria Tropical, p. 12, 1ª Edição, 2011.

SILVA, R R, FERREIRA, G.A.L., SILVA, S L. **À Procura da Vitamina C.** Química Nova na Escola, n.2, p.1, 1995.

SOUSA JUNIOR, C.S.; MOREIRA, S. F. T.; **Estimulando a prática docente: a determinação de Ácido Ascórbico como pretexto.** VIII Semana de Monitoria da Universidade Federal Fluminense. Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos – PROAC, Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói – RJ. Nov. 2005.

TATSUMI, Y.; WATADA, A. E.; WERGIN, W.P. **Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance.** Journal of Food Science, v. 56, n. 5, p. 1357-1359. 1991.

VALSECHI, O. A. **Microbiologia dos Alimentos.** Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural, Centro de Ciências Agrárias – UFSCAR, 2006.

VANETTI, M.C.D. **Controle Microbiológico e higiene no processamento mínimo.** In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. 2000. UFLA. Viçosa, 2000.

VIEIRA, J. V.; RITCHEL, P. S.; CHARCHAR, J. M.; LANA, M. M.; LIMA, D. B.;

LOPES, C. A.; MOITA, A.W. **Alvorada: nova cultivar de cenoura para plantio de verão**. Horticultura Brasileira, v.18, p.679-680, 1999.

VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C.; CHARCHAR, J. M.; REZENDE, F. V.; BOITEUX, M. E. N. F.; CARVALHO, A. M.; MACHADO, C. M. M. **Esplanada: cultivar de cenoura de verão para fins de processamento**. Horticultura Brasileira, v. 23, p.851-852, 2005.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais**, UFLA, Lavras, 2002.

VILELA, N.J., MACEDO, M.M.C. **Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças**. Horticultura Brasileira, Brasília, 2000, (2):88-94.

WEISE, E. **Digging the baby carrot**. Disponível em: [http://www.usatoday.com./life/lifestyle/2004-08-11-baby-carrot\\_x.htm](http://www.usatoday.com./life/lifestyle/2004-08-11-baby-carrot_x.htm).

WHITAKER, J. R. **Principles of Enzymology for the Food Sciences**. Marcel Dekker, Nova York, 1994.