

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DOS ALIMENTOS**

**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DA COSTELA  
SUÍNA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Ariane Schmidt Furtado**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

# **MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DA COSTELA SUÍNA**

**por**

**Ariane Schmidt Furtado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

**Orientador: Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais,  
Ademir e Nilva, por todo o empenho e sacrifícios,  
que possibilitaram que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos,  
Ariadne e Plínio, por serem meus grandes companheiros.

E também ao professor Nelcindo,  
que será sempre uma referência para mim.

Amo todos vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador professor Dr. Nelcindo Nascimento Terra, pela oportunidade, estímulo, orientação, amizade e paciência.

A minha co-orientadora Leadir Lucy Martins Fries.

Ao frigorífico Mabella, em especial ao Rubens Zago e Yume Iwano, por terem cedido as instalações, as amostras e os funcionários.

Aos funcionários do frigorífico, em especial a Kelli, pelo auxílio e paciência.

A empresa White Martins, por ter fornecido as misturas gasosas utilizadas no experimento.

A empresa Germinal, por ter cedido o Minerat B<sup>®</sup> e indicado referências sobre o mesmo.

A empresa Videplast, por ter fornecido as especificações da embalagem.

Ao Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (UFSM-RS) por ter cedido o laboratório e os equipamentos e utensílios necessários para realização das análises.

Aos colegas de laboratório e amigos Ana Denize, Andréia, Bibiana, Eliana, Giovanna, Paulo César, Tonetto por terem colaborado para o desenvolvimento das análises.

A Liana pela amizade e por ter acompanhado as análises microbiológicas e por tirar dúvidas em relação a elas.

A professora Neila S. P. S. Richards, por ter me ensinado a utilizar o programa de estatística e sempre esclarecer minhas dúvidas.

A professora Luiza Helena Hecktheuer, por me dar idéias positivas em relação às análises sensoriais do experimento.

Aos funcionários do departamento pela amizade.

A CAPES pela bolsa de mestrado.

Aos membros da banca, Alexandre José Cichoski e Djalma Dias da Silveira, pela presença e pelas contribuições importantes para melhoria do trabalho.

Ao Paulo Roberto, por ter me ajudado todas as vezes que meu computador estava indisponível, me incentivado a seguir em frente e ser meu companheiro, mesmo que por pouco tempo.

As minhas grandes amigas Ariadne e Tiane, por toda ajuda e dicas que me deram, e que foram importantíssimas e fundamentais para este trabalho.

As minhas amigas Jaqueline, Josi, Kelly, Patrícia, Tiane e Vanessa por estarem ao meu lado durante minha vida acadêmica, por me ouvirem e me darem força nos momentos que precisei.

Aos meus pais, Ademir e Nilva, e aos meus irmãos, Ariadne e Plínio, por me ajudar, me agüentar nos momentos de crise, me estimular, incentivar e torcer para que tudo desse certo sempre.

Enfim, a todas as pessoas que colaboraram, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

A Deus e a todos os santos, sempre.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DA COSTELA SUÍNA

Autora: **Ariane Schmidt Furtado**  
Orientador: **Nelcindo Nascimento Terra**  
Co-Orientadora: **Leadir Lucy Martins Fries**  
Data e local da Defesa: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2007.

A costela suína é um produto "minimamente processado" por se tratar de uma carne que sofreu apenas cortes e em seguida foi embalada e refrigerada, possuindo um curto *shelf-life*, que é determinado principalmente pela deterioração microbiológica. Com o objetivo de verificar a eficiência (ação antimicrobiana e antioxidante) de métodos de conservação, aplicados associados, sobre a vida de prateleira de costelas suínas, as mesmas foram aspergidas com as seguintes soluções: solução de Minerat B<sup>®</sup> (produto comercial) a 10% = T1, solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido lático, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico) = T2, solução de ácido lático a 1,25% = T3, solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl) = T4. Uma das amostras não teve nenhuma solução aspergida, sendo considerada como controle = C. Após, as amostras foram armazenadas em embalagens contendo atmosfera modificada (CO<sub>2</sub> 69,93% + N<sub>2</sub> 29,57% + CO 0,5%) nas proporções: 2:1 (gás:carne), no primeiro ensaio e 3:1 no segundo ensaio, e armazenadas a 5°C ( $\pm$  1°C), sendo que no primeiro ensaio as amostras permaneceram, inicialmente, a 1°C ( $\pm$  1°C) por uma semana. Contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, psirotróficos e bactérias lácticas, determinação do pH e do índice de TBA e análise sensorial foram realizadas. No primeiro ensaio, o tratamento T2 obteve um melhor desempenho em reduzir o crescimento microbiológico e também a maior durabilidade (entre 21 e 24 dias), porém, no segundo ensaio, o maior efeito antimicrobiano foi alcançado por T3, no entanto T4 teve maior durabilidade (19 dias). Em relação ao índice de TBA, todos os valores encontrados ficaram abaixo do limite mínimo para o aparecimento de características indesejáveis. Sensorialmente, no primeiro ensaio, dentre as amostras cruas T4 teve maior aceitabilidade, e dentre as assadas foi T3. No segundo ensaio, dentre as amostras cruas T2 obteve a melhor coloração e T4 o melhor odor e dentre as assadas foi T2. As amostras adquiriram uma coloração vermelho cereja brilhante que permaneceu durante e após o término das análises, não havendo indicação de deterioração, mesmo após sua ocorrência. De acordo com os resultados obtidos, pode-se dizer que os tratamentos utilizados (atmosfera modificada + aspersão com antimicrobianos) demonstraram ser eficientes na conservação de costelas suínas refrigeradas, mesmo em diferentes graus, e não interferir negativamente nas características sensoriais das mesmas.

*Palavras-chave:* costela suína, atmosfera modificada, antimicrobianos.

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Post-Graduate in Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

## MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DA COSTELA SUÍNA

Author: **Ariane Schmidt Furtado**  
Adviser: **Nelcindo Nascimento Terra**  
Co-Adviser: **Leadir Lucy Martins Fries**  
Date and Place of the defense: Santa Maria, February 28, 2007.

Pork rib is a minimally processed product since it is a kind of meat that has only been cut and immediately packed and refrigerated. It has a short shelf-life, which is determined mainly for the microbiological deterioration. Having the objective of verifying the efficiency (antimicrobial and antioxidant action) of preservation methods applied associated to the shelf-life of pork ribs, the latter were bathed in the following solutions: Minerat B<sup>®</sup> solution (market product) in 10% = T1, organic acid mixed solution (1% lactic acid, 1% citric acid, 1% acetic acid and 0,8% ascorbic acid) = T2, lactic acid solution in 1,25% = T3, acid solution of sodium cloret (0,6% of citric acid and 0,1% of NaCl) = T4. One of the samples had no bathed solution and it was considered as control = C. Afterwards, the samples were stored in packages that contained modified atmosphere (CO<sub>2</sub> 69,93% + N<sub>2</sub> 29,57% + CO 0,5%) in these proportions: 2:1 (gas:meat), in the first test and 3:1 in the second one, and stored under 5 °C (± 1 °C), considering that in the first test the samples remained, initially, under 1 °C (± 1 °C) for one week. Mesophile aerobic microorganisms, psychrotrophy and lactic bacteria counting, pH and TBA index determination and sensorial analysis were made. In the first test, the T2 treatment obtained a better performance while reducing the microbiological growth and also greater durability (between 21 and 24 days) but in the second test, the greatest antimicrobial effect was achieved by T3, however, T4 had greater durability (19 days). In terms of TBA index, all results were below the minimum limit for the showing of undesirable characteristics. Sensorially, in the first test, among the raw samples, T4 had greater acceptability, and among the roasted it was T3. In the second test, among the raw samples, T2 obtained the best color and T4 had the best odor, and among the roasted it was T2. The samples acquired a bright cherry red color that remained throughout and after the end of the analyses, not showing indication of deterioration, even after its occurrence. According to the results, one can say that the treatments that were used (modified atmosphere + antimicrobial bath) have shown to be efficient in the preservation of refrigerated pork ribs, even under different degrees, and do not interfere negatively in their sensorial characteristics.

*Key-words:* pork rib, modified atmosphere, antimicrobial.



## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1°C durante 7 dias e a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 28 dias.....41
- TABELA 2 – Contagem de bactérias lácticas em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1°C durante 7 dias e a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 28 dias .....44
- TABELA 3 – Médias de pH em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1°C durante 7 dias e a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 28 dias.....47
- TABELA 4 – Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína crua pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 1º ensaio, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.....50
- TABELA 5 – Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína assada pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 1º ensaio, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.....54
- TABELA 6 – Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embalados em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 25 dias. ....59
- TABELA 7 – Contagem de bactérias lácticas em cortes de costela suína controle e em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embalados em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 25 dias.....61
- TABELA 8 – Contagem total de microrganismos psicotróficos em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 25 dias. ....63
- TABELA 9 – Médias de pH em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 25 dias.....67

TABELA 10 – Médias de TBARs em cortes de costela suína controle e em costelas adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 5°C ( $\pm 1$  °C) durante 25 dias. ....70

TABELA 11 – Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína crua pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 2<sup>o</sup> ensaio, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.....73

TABELA 12 – Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína assada pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 2<sup>o</sup> ensaio, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.....77

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha de análise sensorial correspondente à costela suína crua – Teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos.....	91
APÊNDICE B – Ficha de análise sensorial correspondente à costela suína assada – Teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos.....	92
APÊNDICE C – FIGURAS – Fotos tiradas antes da análise sensorial correspondente à costela suína crua, durante o 2º Ensaio.....	93
APÊNDICE D – FIGURAS – Fotos tiradas antes da análise sensorial correspondente à costela suína assada, durante o 2º Ensaio.....	94
APÊNDICE E – FIGURAS – Fotos tiradas das amostras embaladas, no local de armazenagem, antes da realização das análises, durante o 2º Ensaio.....	95

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA .....	III
AGRADECIMENTOS .....	IV
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE APÊNDICES .....	X
SUMÁRIO .....	XI
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral.. .....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Qualidade Global.. .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Aspectos físico-químicos a serem controlados na carne .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 pH da carne... .....	16
3.2.2 Oxidação lipídica .....	17
<b>3.3 Avaliação da qualidade microbiológica.....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos.....	20
3.3.2 Contagem de microrganismos psicrotróficos .....	20
3.3.3 Contagem de bactérias lácticas .....	21
<b>3.4 Microbiota natural da carne .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Como aumentar a vida útil? .....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Refrigeração.....	24
3.5.2 Cloreto de sódio .....	25
3.5.3 Ácidos Orgânicos .....	26
a) Ácido ascórbico.....	27
b) Ácido acético.....	28
c) Ácido cítrico.....	28

d) Ácido láctico.....	28
e) Mistura de ácidos orgânicos .....	29
3.5.4 Minerat B <sup>®</sup> .....	30
3.5.5 Atmosfera modificada.....	30
a) CO <sub>2</sub> .....	32
b) CO.....	33
c) N <sub>2</sub> .....	33
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Amostras .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Tratamentos .....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Especificações da embalagem.....	35
4.2.2 Especificações da máquina formadora de atmosfera modificada .....	35
<b>4.3 Estocagem.....</b>	<b>35</b>
<b>4.4 Métodos .....</b>	<b>36</b>
4.4.1 Análises microbiológicas .....	36
a) Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos.....	37
b) Contagem de bactérias lácticas .....	37
c) Contagem de microrganismos psicrotróficos.....	37
4.4.2 Determinação de pH .....	37
4.4.3 Determinação do índice de TBA .....	38
4.4.4 Análise sensorial .....	38
4.4.5 Análises estatísticas .....	39
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 Primeiro Ensaio .....</b>	<b>40</b>
5.1.1 Análises microbiológicas .....	40
5.1.2 Determinação de pH .....	46
5.1.3 Análises sensoriais.....	48
a) Costelas suínas cruas .....	48
b) Costelas suínas assadas lácticas .....	53
<b>5.2 Segundo Ensaio.....</b>	<b>58</b>
5.2.1 Análises microbiológicas .....	58
5.2.2 Determinação de pH .....	66
5.2.3 Determinação do índice de TBA .....	69
5.2.4 Análises sensoriais.....	72
a) Costelas suínas cruas .....	72
b) Costelas suínas cruas. ....	76
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>82</b>
<b>8 APÊNDICE .....</b>	<b>91</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Considerando que o consumo de carne suína no país, continua baixo diante do enorme potencial brasileiro, as indústrias estão constantemente empenhadas em criar e implantar novas tecnologias que venham beneficiar o aumento na qualidade deste item e, conseqüentemente, aumentar a procura por parte dos consumidores.

A costela suína pode ser considerada um produto "minimamente processado" em decorrência que sofreu apenas cortes e em seguida foi embalada e refrigerada caracteriza-se por apresentar curto *shelf-life*, que é determinado pela deterioração microbiológica.

Geralmente a temperatura empregada na refrigeração varia de +1 a +10 °C, sendo +5°C ( $\pm 1$  °C) a temperatura mais utilizada, na maioria dos estudos.

O aumento da vida útil está associado à diminuição do crescimento microbiológico e o retardo da deterioração enzimática. Sabe-se que a utilização de processos como aquecimento, refrigeração, congelamento, desidratação, liofilização, redução da atividade de água, irradiação, acidificação, aplicação de conservantes, desinfetantes podem ocasionar aumento na vida útil dos alimentos.

As carnes, por apresentarem uma grande quantidade de água livre, pH entre 5,8 e 6,2 e serem ricas em nutrientes (principalmente proteínas, peptídeos e aminoácidos) são substratos em potencial para o desenvolvimento de microrganismos.

A aspersão da costela suína com ácidos orgânicos como os ácidos láctico, acético, ascórbico e cítrico, misturas de ácidos orgânicos e solução de Arginato Láurico, Minerat B<sup>®</sup> - solução comercial, com ou sem adição de cloreto de sódio, pode ocasionar a diminuição da contagem de microrganismos deteriorantes pela inibição do seu crescimento devido principalmente a acidificação do meio.

O emprego de atmosfera modificada contendo gás carbônico, nitrogênio e monóxido de carbono exclui a presença do oxigênio, e assim diminuem os processos oxidativos no produto, apesar da deterioração microbiológica poder instalar-se antes que isso possa ocorrer de forma prejudicial (AZEREDO *et al.*, 2000). Porém, espera-se que haja uma diminuição na deterioração por

microrganismos aeróbios ao empregar-se essas embalagens e assim poderia ser obtido um aumento na vida útil (LIVINGSTON, 2004).

Desta forma é de interesse industrial, e também dos consumidores, o estudo de métodos de conservação que possam ser empregados aos cortes de costela suína no intuito de prolongar sua vida de prateleira, sem prejudicar suas características sensoriais, tais como coloração, aroma e sabor.

Faz-se necessário pesquisar formas simples e eficientes de conservação, e de custos atraentes para não tornar o produto inacessível aos consumidores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Verificar a eficiência de métodos de conservação aplicados associados (ação antimicrobiana e antioxidante) sobre a vida de prateleira da costela suína.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar o crescimento dos microrganismos aeróbios mesófilos, psicotróficos e bactérias lácticas em costela suína durante a armazenagem;
- Verificar o índice de TBARs em costela suína durante a armazenagem;
- Verificar a aceitação da costela suína mediante análise sensorial por provadores não treinados;
- Verificar a vida de prateleira da costela suína;



## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Qualidade Global

O termo qualidade não abrange somente as características sensoriais do produto, mas vários fatores como atributos adequados quanto à composição química, estrutura morfológica, propriedades físicas e químicas, aspectos bioquímicos, contaminação microbiana, propriedades tecnológicas e culinárias, padrões higiênicos, ou seja, a qualidade é determinada por diversos parâmetros como: características físicas, químicas, nutricionais, organolépticas e microbiológicas (PELOSO, 1999).

Modificações nos aspectos físicos, como na cor e odor, indicam que a carne pode estar comprometida e também sua vida útil (DREHMER, 2005). O odor pútrido é associado com crescimento microbiano de *Pseudomonas* spp. e deterioração subsequente do produto; bactérias ácido lácticas, que predominam em carnes armazenadas em condições anaeróbias produzem ácidos orgânicos que criam um odor ácido aromático azedo sendo geralmente uma indicação de deterioração; o aroma rançoso é um odor associado com a oxidação de lipídios (MACA *et al.*, 1999).

Alimentos seguros são uma busca constante das indústrias alimentícias que procuram cada vez mais investir em novas tecnologias e sistemas que os venham a garantir e evitem que sejam responsáveis por alguma toxi-infecção quando ingeridos pela população (SECCO, 2004).

### 3.2 Aspectos físico-químicos a serem controlados na carne

#### 3.2.1 pH da carne

Definido como sendo o log negativo da concentração hidrogênica ou protônica:  
 $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$  (ROITMAM *et al.*, 1987).

O pH tem influência sobre o crescimento de microrganismos, conseqüentemente sobre a qualidade da carne e sua capacidade de conservação (TERRA & BRUM, 1988; DREHMER, 2005). Uma carne normal deve ter um pH entre 5,5 e 5,7 após o rigor (BOURGEIOS *et al.*, 1994) sendo que, carnes sob refrigeração podem ter seu pH variando de 5,6 a 5,8 devido ao crescimento de bactérias, principalmente, que pode levar a uma alcalinização (aumento do pH) devido à degradação de aminoácidos e conseqüente produção de amoníaco (DREHMER, 2005).

Segundo Price & Schweigert (1976), a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos dependerá, e muito, do pH encontrado no alimento; por exemplo, as bactérias, em geral, têm seu pH ótimo de crescimento próximo a 7,0 (neutralidade) sendo os valores máximos e mínimos, respectivamente em torno de 8,0 e 5,0.

É possível avaliar a provável natureza e o potencial de deterioração levando-se em consideração o valor de pH, por exemplo, alimentos com pH acima de 4,5 como as carnes, são considerados alimentos de baixa acidez, onde ocorreria uma predominância no crescimento de bactérias (menor tempo de geração), tanto patogênicas quanto deteriorantes, aeróbias ou anaeróbias, mesófilas ou termófilas, esporogênicas ou não (ROITMAM *et al.*, 1987).

Para Hayes (1993), o processo de deterioração da carne tem início em pH próximo a 6,5 e este está bastante correlacionado com a contagem microbiana.

### 3.2.2 Oxidação lipídica

As reações de oxidação de ácidos graxos ocorrem em cadeia autocatalítica que ocasionam a formação de diversas substâncias como aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, dentre elas algumas são tóxicas, e estas são responsáveis pela perda da qualidade do produto. Como conseqüência temos alterações no sabor, odor, cor, textura e também no valor nutricional (DREHMER, 2005).

A rancidez oxidativa ocasionada pela oxidação de ácidos graxos polinsaturados é a principal causa deste tipo de deterioração em carnes (ARAÚJO, 1999).

A oxidação do colesterol presente nas carnes é outro fator importante no processo de rancidez oxidativa das carnes por formar produtos aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos (KUMAR & SINGHAL, 1991).

O processo de oxidação começa imediatamente após o abate, sendo favorecido pela presença de agentes pró-oxidantes (luz, mioglobina, citocromo, metais de transição) e exposição ao ar atmosférico (MACHADO, 1994; BUCKLEY *et al.*, 1995).

A carne suína é muito suscetível à oxidação por possuir uma alta concentração de ácidos graxos polinsaturados (WEBER & ANTIPATIS, 2001).

O mecanismo da oxidação dos ácidos graxos insaturados ocorre em três fases, sendo elas:

- iniciação (em que ocorre a formação de radicais livres);
- propagação (reação em cadeia dos radicais livres);
- terminação (formação de produtos não reativos).

Durante a fase de propagação passam a ser perceptíveis as alterações organolépticas e na fase de terminação as alterações passam a ser profundas e tornam o alimento impróprio para o consumo.

Em geral, nas carnes e nos produtos cárneos as dimensões das alterações lipídicas oxidativas são quantificadas medindo-se os produtos secundários da degradação. Dentre estes produtos secundários recebem destaque os aldeídos como o aldeído malônico, 4-hidroxinonenal e a acroleína, que se relacionam à várias doenças - aterosclerose, diabetes, mutagênese e até câncer (MEDEIROS *et al.*, 1996; TORRES & FERRARI, 2000).

Os dados quantificados na determinação do índice de TBARs são expressos em valores de TBARs (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico), que mostra-se um bom indicador do grau de deterioração e de alterações organolépticas (CRACKEL *et al.*, 1988). Esses valores de TBARs são expressos em mg de malonaldeído • Kg<sup>-1</sup> de amostra, por ser o malonaldeído um dos produtos secundários principais e capaz de combinar-se com duas moléculas do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) formando um pigmento vermelho mensurado por espectrofotometria a 532 nm (TORRES, 1988).

### 3.3 Avaliação da qualidade microbiológica

A avaliação microbiológica os alimentos é um dos parâmetros mais importantes na determinação de sua qualidade e sanidade, sendo ainda importante para a verificação do atendimento de padrões e especificações microbiológicas a nível nacional e internacional (SILVA, 1998).

Antes do abate é importante observar as boas práticas de higiene do animal devido a grande carga microbiana contaminante presente no couro do animal (pode ser superior a  $9 \log \text{UFC/cm}^2$ ) e que poderá contaminar a carcaça durante as operações posteriores (TERRA & FRIES, 2000).

Durante o abate, a carne pode ser contaminada por diversas fontes, incluindo os utensílios usados desde a sangria até a carcaça ser remetida à estocagem na câmara fria (ANDRÉ *et al.*, 1999).

Nos processos de produção, processamento, embalagem, transporte, preparação, manutenção e consumo, qualquer alimento pode ser exposto à contaminação por microrganismos infecciosos ou toxicogênicos (ICMSF, 1997).

A contaminação microbiana pode levar a deterioração do produto e ocasionar perdas econômicas e riscos à saúde (DREHMER, 2005).

A flora contaminante da superfície dependerá da higienização do abatedouro e das condições que determinam o crescimento microbiano após o abate, havendo uma constante busca pela redução e até eliminação dos contaminantes, visando os interesses da indústria e consumidores (SILVA & BERAQUET, 1993).

Várias espécies bacterianas são responsabilizadas por alterações em alimentos e assim originam perdas econômicas, afetam a imagem da indústria e ocasionam uma diminuição na confiança do consumidor (SECCO, 2004).

A presença de microrganismos indicadores nos alimentos pode fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, provável presença de patógenos e potencial deterioração dos alimentos em questão (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Os microrganismos indicadores nos dão uma idéia das condições nas quais os alimentos foram processados e em contagem elevada podem causar deterioração, alterações nas características organolépticas, e também redução na vida de prateleira do produto (DREHMER, 2005).

A este grupo pertencem os microrganismos que não oferecem um risco direto à saúde por não serem patogênicos. Utiliza-se contagem-padrão em placas com incubação a +35°C por 48 horas (verificação de aeróbios mesófilos) e/ou +7°C durante 10 dias (psicrotróficos) como forma de verificação. Os limites máximos toleráveis para este tipo de exame estão na faixa de  $10^4$  a  $10^6$  UFC/g (ROITMAM *et al.*, 1987).

### 3.3.1 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos

Os aeróbios mesófilos incluem a maioria dos microrganismos acidificantes (SILVEIRA *et al.*, 1998). Sua presença nos alimentos em níveis elevados supõe uma rápida alteração dos mesmos (CAPITA *et al.*, 1999).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos permite-nos saber a provável vida útil do produto, sendo um indicador de qualidade comumente usado (ICMSF, 1980).

### 3.3.2 Contagem de microrganismos psicrotróficos

Microrganismos psicrotróficos costumam desenvolver-se bem em alimentos mantidos sob refrigeração, pois crescem bem em temperaturas abaixo de +20°C (ICMSF, 1980), sendo capazes de se desenvolver entre 0 e +7°C (FRANCO & LANDGRAF, 1996). Ou seja, durante todo o tempo em que for mantida a temperatura de refrigeração esses microrganismos poderão se desenvolver, pois multiplicam-se em temperaturas entre -3 e +34°C (ICMSF, 1980).

Bactérias psicrotróficas só terão seu crescimento impedido pelo congelamento da carne (HOLLEY & GILL, 2007). São agentes de deterioração, de grande importância, de carnes e outros produtos mantidos sob refrigeração. Dentre os psicrotróficos encontramos bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Bacillus*; leveduras dos gêneros *Cândida*, *Torulopsis*, *Cryptococcus* e *Rhodotorula*; e bolores dos gêneros *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichothecium* e *Aspergillus* (ROITMAM *et al.*, 1987).

*Pseudomonas* spp. (aeróbios estritos), e outros microrganismos aeróbios como *Acinetobacter* e *Moraxella* (*Psychrobacter*), crescem rapidamente em temperaturas de refrigeração e são capazes de dominar a flora microbiana das carnes embaladas na presença de oxigênio (HOLLEY & GILL, 2007). O crescimento de *Pseudomonas* spp. é suprimido em carnes embaladas a vácuo ou sob atmosfera modificada contendo mais de 20% de CO<sub>2</sub> (Gill & Gill, apud HOLLEY & GILL, 2007).

### 3.3.3 Contagem de bactérias lácticas

As bactérias lácticas são microrganismos anaeróbios facultativos sendo por isso mais resistentes a presença de CO<sub>2</sub> (SØRHEIM *et al.*, 1995). Em carnes embaladas a vácuo ou sob atmosfera modificada contendo acima de 20% de CO<sub>2</sub>, mantidas refrigeradas, as bactérias lácticas (*Lactobacillus*, *Carnobacterium* e *Leuconostoc*) crescem mais rapidamente e são com freqüência os únicos microrganismos detectáveis (HOLLEY & GILL, 2007).

São produtoras de ácido láctico e, portanto mais tolerantes aos ácidos presentes no meio (ROITMAM *et al.*, 1987). Os resíduos metabólicos da maioria das bactérias lácticas normalmente são identificados como sabores levemente ácidos ou lácteos (HOLLEY & GILL, 2007).

Algumas bactérias lácticas, em relação à qualidade da carne, são menos inócuas do que outras e, em períodos prolongados de estocagem sob atmosfera modificada, algumas linhagens heterofermentativas (*Leuconostoc*, por exemplo) podem produzir por fermentação ácido butírico (odores e sabores de ranço/manteiga) e etanol, que reduzem a sua vida-útil. As *Carnobacterium* spp. crescem primeiro, seguida das bactérias lácticas mais acidúricas (*Lactobacillus* ou *Leuconostoc* spp.) devido ao pH da carne (HOLLEY & GILL, 2007).

### 3.4 Microbiota natural da carne

Independente da sua origem, os alimentos possuem uma microbiota natural, muito variável, concentrada principalmente na superfície, porém os tecidos internos podem apresentar microrganismos viáveis também (ROITMAM *et al.*, 1987).

As carnes, por possuírem uma composição rica em proteínas, glicídios, lipídios, vitaminas e sais minerais, e seu teor de umidade entre 65 a 75% - que é considerado elevado, associado ao pH que é considerado ideal tornam-se um bom meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos, e conseqüentemente muito perecíveis (PARDI *et al.*, 1995).

Há uma grande variedade de microrganismos que podem ser encontrados nas carnes, sendo os deterioradores e os patogênicos, os que possuem maior importância por acarretar em perda na qualidade das carnes e seus derivados (GOMBOSSY *et al.*, 1996).

Durante o armazenamento sob refrigeração, aumenta a contagem de microrganismos psicotróficos, e estes podem chegar a dominar a microflora e até causar modificações organolépticas no produto (CAPITA *et al.*, 1999).

Devido à utilização de refrigeração na conservação das carnes os microrganismos psicotróficos serão a flora predominante (DREHMER, 2005). Dentre esses psicotróficos encontram-se uma associação dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter* e *Moraxella*, todas bactérias aeróbias restritas (PRICE & SHWEIGERT, 1994; VARNAN & SUTHERLAND, 1998), sendo que dentre o gênero *Pseudomonas* a espécie *Pseudomonas fragi* é encontrada em maior quantidade (PRANDL *et al.*, 1994).

Em temperaturas de 6°C a 10°C pode haver um aumento na quantidade de bactérias enterobacteriaceas como *Serratia liquefaciens*, *Enterobacter agglomerans* e *Hafnia alvei* (VARNAN & SUTHERLAND, 1998). Já foram encontradas em carnes refrigeradas deterioradas leveduras dos gêneros *Torulopsis* e *Rhodotorula*, e bolores dos gêneros *Thamnidium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Sporotrichum* (KINSMAN *et al.*, 1994).

O que determinará a flora contaminante predominante da carne serão, principalmente, os fatores como o pH, a água e o oxigênio (DREHMER, 2005).

Logo após o abate o tecido muscular possui uma contagem entre log 1 e log 10 UFC/g (SILVA & BERAQUET, 1993; ADAMNS & MOSS, 1997), porém a manipulação, no momento do abate até a comercialização, pode ocasionar aumento na contagem nas carnes (SILVA *et al.*, 2001).

Quando a contagem atinge log 7 UFC/g ocorre o aparecimento de odores desagradáveis e também a perda da coloração (NORTJE & NAUDE, 1988). Esses odores desagradáveis são produzidos pela presença de álcoois, cetonas, compostos sulfurados e ésteres voláteis originários do metabolismo das bactérias presentes.

A partir de contagens em torno de log 7 e log 8 UFC/g há o aparecimento de uma certa limosidade na superfície das carnes (ADAMNS & MOSS, 1997; CAPITA *et al.*, 1999). O aparecimento da limosidade e do odor característico de deterioração são as condições nas quais as carnes podem ser consideradas impróprias para o consumo (ICMSF, 1980).

### **3.5 Como aumentar a vida útil?**

No período que vai de 8 mil anos atrás até os dias de hoje o homem tem desenvolvido técnicas de produção de alimentos e isso levou à necessidade de melhor acondicioná-los e preservá-los.

A confecção de potes de cerâmica e cestos, para serem utilizados como embalagens de alimentos, foram relatadas de 6.000 a 8.000 AC. Os sumérios utilizavam técnicas de salga e desidratação para melhor conservar carnes, pescado e cereais por volta de 3.000 AC. Aproximadamente em 1.000 AC os romanos usavam neve para preservar camarões e demais alimentos perecíveis (ROITMAM *et al.*, 1987).

O aumento da vida útil dos alimentos está relacionado com a diminuição do crescimento microbiológico e o retardo da deterioração enzimática (HAASUM & NIELSEN, 1998; HOOGERWERF *et al.*, 2002). Uma célula microbiana é considerada morta quando perde a capacidade de se multiplicar não sendo, portanto possível seu isolamento. É sabido que a utilização de aquecimento, refrigeração, congelamento, desidratação, liofilização, redução da atividade de água, irradiação,



acidificação, conservantes, desinfetantes pode provocar a injúria microbiana (ROITMAM *et al.*, 1987).

De acordo com Capita *et al.* (1999), condições ideais de higiene durante o abate, armazenagem do produto em baixas temperaturas e uso de embalagens adequadas seriam as medidas a serem monitoradas com a finalidade de aumentar a vida útil de carnes refrigeradas.

A indústria cárnea está constantemente à procura de métodos alternativos para estender a vida de prateleira dos seus produtos e permitir a distribuição dos mesmos em mercados distantes (VIANA *et al.*, 2005).

### 3.5.1 Refrigeração

Uma das formas de conservação utilizada é a refrigeração empregando-se, geralmente, a temperatura de  $+5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Porém, na prática a durabilidade dos produtos refrigerados não é muito extensa, chegando ao máximo de duas semanas.

O uso de temperaturas baixas, logo após a evisceração das carcaças pode auxiliar na diminuição da contaminação microbiana inicial das mesmas (DREHMER, 2005). Não se pode esquecer que as etapas posteriores à evisceração, como desossa, estocagem, transporte, comercialização, também devem ser realizadas sob condições refrigeradas para garantir a qualidade e evitar alterações nas carnes (JASPER & PLACZER, 1980).

Em geral, agentes deteriorantes são incapazes de se desenvolver em temperaturas próximas a  $+4^{\circ}\text{C}$ , ou seja, pode-se estender a vida de prateleira das carnes devido à inibição de microrganismos putrefativos pelo uso de baixas temperaturas (GUAHYBA, 2003).

Em temperaturas menores do que  $+5^{\circ}\text{C}$  há restrição no crescimento da maioria dos microrganismos deteriorantes e de todos os patogênicos, sendo, portanto esta a temperatura crítica de refrigeração (SILVA, 1998).

A temperatura é um dos fatores extrínsecos mais importantes na atividade bioquímica dos microrganismos, quanto mais baixa for a mesma, menor será a velocidade das reações bioquímicas e conseqüentemente a atividade microbiana. Assim sendo, um alimento armazenado a  $+10^{\circ}\text{C}$  deteriorar-se-á aproximadamente quatro vezes mais rápido (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

As temperaturas baixas aumentam o tempo de estocagem das carnes, porém as temperaturas mais baixas possíveis de serem aplicadas sem causar o congelamento ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ) são ainda mais altas do que a temperatura mínima necessária ao crescimento de algumas bactérias psicotróficas, cujo crescimento só poderá ser impedido pelo congelamento da carne. Mesmo otimizando as baixas temperaturas, um pequeno aumento acima de  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , ocorrerá significativa redução na vida de prateleira das carnes (HOLLEY & GILL, 2007).

A ação microbiana e a quebra de peso são dois fatores intimamente ligados ao uso do frio (ROÇA, 2000). Apesar da desvantagem econômica, a quebra de peso tem certa vantagem em relação ao crescimento de microrganismo, pois cria um ambiente desfavorável devido à dessecação da superfície da carne (GUAHYBA, 2003).

### 3.5.2 Cloreto de sódio

O sal, (NaCl) também é um conservante natural, muito utilizado em diversas concentrações (RODRIGUES *et al.*, 2004). Sua ação inibidora do crescimento microbiano baseia-se no aumento da pressão osmótica do meio, no caso o alimento, ocasionando conseqüentemente à redução da atividade de água do mesmo (PRICE & SCHWEIGERT, 1976).

Técnicas de salga já eram utilizadas pelos sumérios para melhor conservar as carnes, pescado e cereais por volta de 3.000 AC. A adição de cloreto de sódio a um alimento acarretará remoção da água livre presente no mesmo e assim na redução da atividade de água e conseqüente inibição microbiana, pois leva a célula microbiana à plasmólise e danos ou morte celular. Ocorre ainda a liberação de íons  $\text{Cl}^-$ , tóxicos aos microrganismos, redução da solubilidade do oxigênio nas soluções, sensibilização das células ao dióxido de carbono e interferência na atividade das enzimas proteolíticas (ROITMAM *et al.*, 1987).

### 3.5.3 Ácidos Orgânicos

Para Mello (1992), o uso de descontaminantes com atividade bactericida adequada, ou seja, atóxicos e que não afetem as características sensoriais, seria uma forma adicional de aumentar a vida útil de produtos cárneos refrigerados.

A utilização de produtos naturais como preservadores, para aumentar a vida de prateleira, tem sido uma nova opção para as indústrias de produtos cárneos (ROQUE-SPECHT & VANIN, 2004).

Dentre essas substâncias naturais destacam-se os ácidos orgânicos como os ácidos láctico, acético, ascórbico, cítrico, entre outros, e ainda misturas de ácidos orgânicos, sendo utilizados nos mais diversos produtos alimentícios, em concentrações variadas (MELLO, 1992; ARAÚJO *et al.*, 2004; LÓPEZ *et al.*, 2004; CHESCA *et al.*, 2004; MANOEL *et al.*, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2004; ROQUE-SPECHT & VANIN, 2004; SOCCOL *et al.*, 2005).

Os ácidos orgânicos em grande parte são ácidos fracos por não se encontrarem totalmente dissociados em solução aquosa, sendo eles e seus ésteres muitos encontrados na natureza (DREHMER, 2005).

Esses ácidos fracos são recomendados por serem altamente tóxicos aos microrganismos, porém com baixa toxicidade em relação aos humanos (ADAMS & HALL, 1988).

Em geral, a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos se deve a acidificação do interior celular dos microrganismos pela passagem de íons hidrogênio pela membrana da célula, ocorrendo inibição do transporte de nutrientes (Corlett Jr & Brown *apud* DREHMER, 2005).

A acidificação causada pela adição de ácidos nos produtos alimentícios retarda ou evita alterações proteolíticas (LIMA, 1980).

Apesar de ser uma prática milenarmente conhecida a utilização de ácidos orgânicos, o seu mecanismo de ação e efeito começou a ser investigado com mais detalhes recentemente. No setor cárneo, sua utilização ainda é considerada uma novidade devido à falta de informações disponíveis sobre como e quanto utilizar (ROQUE-SPECHT & VANIN, 2004).

Contudo, ácidos orgânicos de cadeia curta como acético, benzóico, cítrico, propiônico, sórbico, devido a diversas características como sabor, solubilidade, baixa

toxicidade são largamente utilizados pelas indústrias como conservantes ou acidificantes em produtos alimentícios (DREHMER, 2005).

- Ação antimicrobiana

Em geral, a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos se deve a acidificação do interior celular dos microrganismos pela passagem de íons hidrogênio pela membrana da célula, ocorrendo a inibição do transporte de nutrientes (Corlett Jr & Brown apud DREHMER, 2005).

O efeito nocivo dos ácidos orgânicos sobre os microrganismos deve-se à diminuição do pH extracelular, causada pela acidez, e também à forma não dissociada do ácido, sendo que esta aumenta com o aumento da acidez do alimento (ARAÚJO, 1999; Palenzuela, 2002 apud DREHMER, 2005).

Em pH ácido ocorre a inativação de muitas enzimas metabólicas dos microrganismos (BEARSON *et al.*, 1997). Apesar de muitas bactérias serem capazes de sobreviver em pH inferiores a 5,0 a maioria delas não cresce bem nessas condições (ADAMS & MOSS, 1997).

Em pH extracelular muito diferente de 7,0 para os processos de transporte através da membrana, motilidade e síntese de ATP acoplada ao processo respiratório, também o metabolismo anaeróbico bacteriano é regulado pelo pH do meio (BOOTH, 1985).

A forma não dissociada do ácido atravessa a membrana plasmática dos microrganismos e no interior dos mesmos dissocia-se afetando o pH intracelular (ÖSTLING & LINDGREN, 1993).

A dissociação do ácido no interior do microrganismo aumenta a concentração interna de ânions desencadeando um mecanismo de compensação da carga elétrica através de um aumento nos níveis de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e/ou glutamato, o que aumenta a força iônica intracelular e o turgor, provocando rompimento da membrana microbiana (Palenzuela, 2002 apud DREHMER, 2005).

#### a) Ácido ascórbico

Devido ao seu efeito bactericida, e a baixa toxicidade, o ácido ascórbico vem sendo utilizado, sob a forma de aspersão nas carcaças, com o objetivo de aumentar

a vida de prateleira de carnes (LIAO & SEIB, 1988). Também é utilizado como agente redutor, antioxidante e sequestrante de metais.

#### b) Ácido acético

O ácido acético possui grande eficácia ao ser utilizado tanto como acidificante quanto como conservador, sendo que apenas bactérias do gênero *Acetobacter* sp., alguns bolores e leveduras e algumas bactérias lácticas possuem certa resistência em sua presença (ROITMAM *et al.*, 1987). Concentrações de 1 a 2% deste ácido na sua forma não dissociada podem inibir diversos microrganismos, com exceção dos ácidotolerantes, ocasionando uma redução significativa dos mesmos em produtos refrigerados principalmente (LIMA, 2003).

#### c) Ácido cítrico

Em combinação com outros ácidos orgânicos o ácido cítrico tem sido utilizado na sanitização de carcaças devido ao seu efeito inibidor sobre microrganismos acidificantes (ROÇA & SERRANO, 1994; GOETZ & TERRA, 1998).

Possui ainda a capacidade de complexar íons metálicos, o que pode ser responsável por sua atividade antimicrobiana (BEACHAT & GOLDEN, 1989) e também faz com que atue como sinergista de antioxidantes (GERHADT, 1988).

#### d) Ácido láctico

O ácido láctico possui atividade inibitória sobre o crescimento de microrganismos por reduzir o pH do meio, pode reduzir a carga microbiana inicial de carnes devido ao seu efeito bactericida imediato e ao seu efeito bacteriostático prolongado (BRANEN & DAVIDSON, 1983; PRASAI *et al.*, 1992).

Nos Estados Unidos é bastante utilizado em produtos alimentícios por ser considerado uma substância *Generally Recognize as Safe* (GRAS).

A aplicação de ácido láctico nas concentrações de 4 e 6% sobre a carne suína fresca reduziu a carga microbiana em 1 ciclo logarítmico, porém houve uma significativa perda de cor, diminuição da aceitabilidade e um aumento significativo nos valores de TBArS (SHRESTHA & MIN, 2006).

#### e) Mistura de ácidos orgânicos

A utilização de ácidos orgânicos associados tem por objetivo aumentar a vida útil de carnes através da redução da contagem microbiana e tem mostrado-se mais eficaz contra microrganismos deteriorantes e patogênicos do que cada ácido isoladamente (MELLO & TERRA, 1994).

O efeito da aplicação de mistura de ácidos orgânicos e dos mesmos com sais sobre a contagem microbiológica, pH, exudato e cor de carcaças suínas embaladas a vácuo foi estudado por Mendonça *et al.* (1989). Soluções de 1% de ácido acético; 1% de ácido acético e 1% de ácido láctico; 1,5% de ácido acético e 1,5% de acetato de sódio; 3% de ácido acético e 3% de ascorbato de sódio; 3% de ácido acético e 2% de NaCl foram utilizadas para imergir as carcaças por 2 minutos, e após as mesmas foram embaladas a vácuo e estocadas entre 2 e 4°C. Os tratamentos contendo 3% de ácido acético tiveram menor contaminação superficial por aeróbios totais e inibição de enterobactérias. Todos os tratamentos foram eficazes em diminuir o pH.

Mello (1992), buscando aumentar a vida de prateleira de carcaças de frango resfriadas a 5°C, emergiu as mesmas em soluções de cloro 5 ppm (30 minutos) e 40 ppm (1 minuto); ácido ascórbico 1% (3 e 5 minutos); 1% ácido ascórbico e 1% ácido láctico; 1% ácido ascórbico, 1% ácido láctico, 1% ácido cítrico, 4% glicose e 1% cloreto de sódio; 1% sorbato de potássio, 4% cloreto de sódio e 5% acetato de sódio. Os tratamentos contendo ácido ascórbico/ láctico e sorbato de potássio/ acetato de sódio/ cloreto de sódio reduziram a contagem microbiana de aeróbios totais e psicotróficos e aumentaram a vida útil das carcaças sem alterar suas características organolépticas, porém a maior extensão na vida de prateleira deu-se pela aplicação da solução contendo ácido ascórbico/ ácido láctico/ ácido cítrico/ glicose/ cloreto de sódio.

Um controle microbiológico expressivo em relação aos cortes controle de pernil, carré e paleta suína, foi observado por Drehmer (2005) através da aspensão da solução constituída por 1% de ácido láctico, 0,8% de ácido ascórbico, 1% de ácido cítrico e 1% de ácido acético, pois ocorreu redução de 3 ciclos logarítmicos na contagem microbiológica. Paralelamente ocorreu menores índices de pH e ainda um controle significativo da oxidação lipídica, sem ocasionar alterações nas características sensoriais.

### 3.5.4 Minerat B<sup>®</sup>

O nome comercial do Arginato Láurico que é um antimicrobiano moderno (da terceira geração) composto derivado do ácido de láurico, L-arginina e etanol, é denominado Minerat B<sup>®</sup> (BAKAL & DIAZ, 2005).

Dentre suas características encontra-se um eficiente e largo espectro antimicrobiano, alta solubilidade em meio aquoso, atividade em larga faixa de pH (3 a 7), além de ser um ingrediente seguro. Sua atividade baseia-se na sua ação sobre a membrana citoplasmática dos microrganismos, pois causa o rompimento/instabilidade na mesma, alterando os processos metabólicos e o ciclo celular. Possui ação sobre diversos microrganismos Gram-positivos, Gram-negativos, bolores e leveduras, sendo a faixa de concentração em que possui atividade antimicrobiana varia de 4 a 128 µg/mL (BAKAL & DIAZ, 2005).

-Gram-positivos: *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Listeria*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*;

-Gram-negativos: *Alcaligenes*, *Bordetella*, *Campylobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Serratia*, *Yersinia*, *Vibrio*;

-Bolores: *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Gliocadium*, *Chaetonium*, *Penicillium*;

-Leveduras: *Cândida*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*.

### 3.5.5 Atmosfera modificada

Segundo Azeredo *et al.* (2000), existem dois modos de uma embalagem aumentar a segurança do alimento e sua vida de prateleira: atuando como uma barreira contra contaminações microbiológicas e químicas, e prevenindo a migração de seus próprios componentes para o alimento.

Atmosfera modificada consiste numa barreira a gases, onde a composição inicial do meio gasoso foi alterada ou se modificará com o tempo (KADER *et al.*, 1989).

Substitui-se o ar que rodeia o produto que se pretende conservar por um gás ou mistura de gases que ofereça as melhores condições para a manutenção da qualidade física e microbiológica do alimento, por um maior período de tempo (LOPES *et al.*, 2004).

Sistemas contendo atmosfera modificada proporcionam a estocagem de produtos em ambiente com níveis geralmente reduzidos de O<sub>2</sub> e elevados de CO<sub>2</sub>, em comparação ao ar atmosférico (AZEREDO *et al.*, 2000).

Normalmente procura-se obter um ambiente com níveis reduzidos de oxigênio ou ausência do mesmo, permitindo uma diminuição dos processos oxidativos, e também inibindo o desenvolvimento de microrganismos aeróbios (AZEREDO *et al.*, 2000).

Os gases utilizados nas embalagens contendo atmosfera modificada são geralmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o nitrogênio (N<sub>2</sub>), obtendo-se assim diferentes resultados, de acordo com as diversas concentrações empregadas, nos mais variados produtos alimentícios (MELLO, 1992; MALAVOTA *et al.*, 2004; ROSA & PORTO, 2004; SOCCOL *et al.*, 2005).

A quantidade de gases utilizada dentro da embalagem também é importante: relação entre o volume do espaço livre da embalagem e a quantidade de produto (NETO, 2005).

Vários fatores podem afetar o acondicionamento do produto na embalagem como a concentração inicial dos gases, a temperatura, volume de produto, absorção dos gases pelo produto, relação entre área e volume da embalagem, hermeticidade da soldagem e a permeabilidade da embalagem – mínima permeabilidade a gases e baixa ao vapor de água, para evitar a perda de peso e desidratação do produto. Mais prolongada será a vida útil do produto tanto quanto for maior o volume de espaço livre na embalagem e tanto quanto for menor a permeabilidade da mesma (NETO, 2005).

A utilização de embalagens contendo atmosfera modificada tem sido amplamente utilizada para aumentar a vida de prateleira de carnes e ainda manter uma atrativa aparência fresca (LUÑO *et al.*, 2000; JAYASINGH *et al.*, 2001; MANO *et al.*, 2002; VIANA *et al.*, 2005).

O uso de embalagens contendo atmosfera modificada é uma estratégia bastante efetiva para aumentar a vida útil dos alimentos (FERNANDO *et al.*, 1995).



Além disso, é um método de conservação com resultados promissores, por ser também uma forma de agregar valor aos produtos (DANTAS *et al.*, 2004).

Na América do Norte, a maior parte das carnes processadas e aproximadamente 85% das carnes frescas são embaladas a vácuo ou embaladas sob atmosfera modificada contendo um ou mais gases (JAY *et al.*, 2005).

#### a) CO<sub>2</sub>

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) possui a capacidade de aumentar a vida de prateleira de carnes estocadas a baixas temperaturas por reduzir o crescimento microbiano, especialmente em altas concentrações (SØRHEIM *et al.*, 1999).

Sua eficácia antimicrobiana é máxima sobre microrganismos na fase lag de crescimento, porém é reduzida quando associado a outros gases, em especial o oxigênio (LUÑO *et al.*, 1998; LABADIE, 1999).

Alguns autores observaram que carnes em embalagens contendo apenas CO<sub>2</sub> tiveram grande estabilidade de cor, e que por si só o CO<sub>2</sub> não atua sobre a coloração de carnes (JEREMIAH & GIBSON, 1997; SØRHEIM *et al.*, 1997).

No entanto, outros autores consideram que a utilização de CO<sub>2</sub> em altas concentrações tem como maior desvantagem a formação de metamioglobina, que ocasiona certo grau de escurecimento, principalmente quando o O<sub>2</sub> é também adicionado (GILL & JONES, 1996; LUÑO *et al.*, 1998).

A adição de CO<sub>2</sub> pode causar alterações no sabor, na cor e acentuar a exsudação de carnes frescas, além da possibilidade de, em altas concentrações, ocasionar o colapso da embalagem por permear o material da mesma mais rapidamente do que o O<sub>2</sub> e o N<sub>2</sub> e também por se dissolver na água e na gordura do alimento (NETO, 2005).

A maioria das bactérias aeróbicas é inibida pelo CO<sub>2</sub> em concentrações de 10% ou mais (LIVINGSTON, 2004). O CO<sub>2</sub> é muito eficiente contra microrganismos psicotróficos, em particular para bolores e leveduras oxidativas e bactérias Gram-negativas dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter* e *Moraxella* (ROITMAM *et al.*, 1987). Em atmosferas contendo CO<sub>2</sub> as bactérias lácticas constituem parte da microflora dominante, por serem particularmente resistentes ao mesmo (LABADIE, 1999).

Normalmente utiliza-se uma relação do volume de CO<sub>2</sub> para carne de 2:1 em conjunto com um filme de alta barreira ao O<sub>2</sub> (HOLLEY & GILL, 2007).

#### b) CO

O monóxido de carbono (CO) pode ser utilizado como preservador da coloração de carnes (EILERT, 2005; VIANA *et al.*, 2005), mesmo em baixas concentrações e também quando associado as altas concentrações de CO<sub>2</sub> (LUÑO *et al.*, 1998; SØRHEIM *et al.*, 1999; LUÑO *et al.*, 2000; JAYASINGH *et al.*, 2001).

Uma coloração vermelha brilhante estável é produzida no músculo devido à formação de carboximioglobina que é resultante da ligação entre o CO e a mioglobina normalmente presente na carne (SØRHEIM *et al.*, 1999; FONTES *et al.*, 2004; VIANA, *et al.*, 2005).

O CO atuaria de forma a diminuir a oxidação lipídica (RICHARDSON, 2003; EILERT, 2005) e, de acordo com LUÑO *et al.* (2000), este fato ocorreria em especial em presença de altas concentrações de mesmo.

#### c) N<sub>2</sub>

O nitrogênio está normalmente presente nas misturas gasosas utilizadas para carnes frescas por ser um gás quimicamente inerte, ter baixa solubilidade e menor permeabilidade em relação ao CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. Usado para evitar o colapso da embalagem, como gás de preenchimento (NETO, 2005).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Amostras

Amostras de costela suína foram fornecidas por um frigorífico do município de Frederico Westphalen, RS, onde foram submetidas a quatro tratamentos e embaladas em atmosfera modificada, sendo posteriormente enviadas em container de isopor contendo gelo em escamas ao Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), do Centro de Ciências Rurais (CCR), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para serem finalmente armazenadas (Planta Piloto de Carnes) e analisadas (Laboratório de Microbiologia Alimentar).

### 4.2. Tratamentos

Os tratamentos e o controle foram divididos em dois ensaios, onde no primeiro ensaio foi utilizada a proporção 2:1 (gás: carne) e no segundo ensaio foi utilizada a proporção (3:1).

Os tratamentos consistiram na aspersão manual de soluções nas amostras de costela suína: Tratamento 1 (T1) = solução de Minerat B<sup>®</sup> (produto comercial) a 10%, Tratamento 2 (T2) = solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico), Tratamento 3 (T3) = solução de ácido láctico a 1,25%, Tratamento 4 (T4) = solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl). Uma das amostras não teve nenhuma solução aspergida, sendo considerada como controle = C. As amostras foram aspergidas primeiro de um lado e depois do outro, com um tempo de espera de um minuto entre as aspersões. Após, as amostras foram armazenadas em embalagens contendo atmosfera modificada (CO<sub>2</sub> 69,93% + N<sub>2</sub> 29,57% + CO 0,506%, de acordo com o experimento realizado por Magalhães, 2006) numa proporção de 2:1 (gás:carne) no primeiro ensaio e numa proporção de 3:1 no segundo ensaio.

#### 4.2.1 Especificações da embalagem empregada:

- material = filme liso Nylon Poly transparente
- Permeabilidade ao oxigênio (TPO<sub>2</sub>):  
espessura 120 μm = 10,35 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24h - 0%UR, 23°C, 1atm  
espessura 180 μm = 2,08 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24h - 0%UR, 23°C, 1atm

No primeiro ensaio utilizou-se como fundo o material de espessura 180 μm e como tampa o material de espessura 120 μm, porém, no segundo ensaio fez-se o contrário.

#### 4.2.2 Especificações da máquina formadora da atmosfera modificada:

- marca = ULMA
- pressão = 1,8 Kg
- gás = 0,4s (1<sup>a</sup> etapa)  
0,6s (2<sup>a</sup> etapa)
- homogenização/gás = 0,3s
- vácuo = 2,5s
- temperatura de solda = 115 °C
- temperatura de termoformação = 80 °C

### 4.3. Estocagem

No primeiro ensaio as amostras foram mantidas sob refrigeração a +1 °C durante 7 dias e a +5 °C (± 1 °C) durante 28 dias, perfazendo um total de 35 dias.

No segundo ensaio as amostras embaladas foram mantidas sob refrigeração a +5 °C (± 1 °C) durante 25 dias.

## 4.4. Métodos

### 4.4.1. Análises microbiológicas: (nos 2 ensaios)

Foi realizada a contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, segundo a metodologia descrita por LANARA (2003) e contagem de bactérias lácticas, segundo métodos descritos por SIQUEIRA (1995). As análises foram realizadas nos dias 7, 11, 14, 17, 21, 24, 28, 31 e 35 dias de estocagem no primeiro ensaio e nos dias 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 e 25 no segundo ensaio, constituindo-se de 3 repetições, com placas em duplicata.

No primeiro ensaio, as análises iniciaram apenas no 7º dia de estocagem devido à impossibilidade de transporte das amostras da indústria, onde foram realizados os tratamentos, até a universidade, onde foram feitas as análises.

As análises no segundo ensaio não foram feitas no dia zero devido ao horário de chegada das amostras no local das análises.

#### - Preparo das amostras:

Foram coletadas, em profundidade, de maneira asséptica, 3 porções de 25 gramas de cada embalagem e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada (0,1%), em Bag Mixer por 2 minutos. Utilizou-se tanto a porção gordurosa quanto a porção de tecido muscular das amostras e desprezou-se apenas a porção óssea, sendo que devido à composição não padronizada das amostras também não foi padronizada a porcentagem de gordura e tecido muscular coletado para realização das análises. Após, foram feitas sucessivas diluições (1:10) com água peptonada 0,1%, sendo pipetadas alíquotas de 1 mL em placas de petri estéreis, posteriormente adicionadas de 15-20 mL de meio de cultura específico fundido e resfriado. Depois da homogeneização do inóculo com o meio de cultura específico e solidificação completa as placas foram incubadas invertidas em estufa com temperatura própria para cada análise.

a) Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos:

Utilizou-se o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem - PCA, sendo as placas incubadas de +30 a +32°C por 48 horas. A semeadura foi feita em duplicata para cada diluição e foram escolhidas para contagens placas contendo entre 30 e 300 colônias (LANARA, 2003), sendo os resultados expressos em Log UFC • g<sup>-1</sup>.

b) Contagem de bactérias lácticas:

O meio de cultura utilizado foi o Ágar De Man, Rogosa e Sharpe - MRS. As placas foram incubadas à temperatura de +37°C por 5 dias. Foram feitas semeaduras em duplicata para cada diluição, sendo a superfície das placas recoberta com uma sobrecamada do mesmo meio para geração de uma atmosfera microaerófila. Selecionaram-se, para contagens, placas contendo entre 30 e 300 colônias (SIQUEIRA, 1995), sendo os resultados expressos em Log UFC • g<sup>-1</sup>.

c) Contagem de microrganismos psicrótróficos: (apenas 2º ensaio)

Utilizou-se o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem - PCA, sendo as placas incubadas de +5 a +7°C por 10 dias. A semeadura foi feita em duplicata para cada diluição e foram escolhidas para contagens placas contendo entre 30 e 300 colônias (LANARA, 2003), sendo os resultados expressos em log UFC/g.

#### 4.4.2. Determinação do pH: (nos 2 ensaios)

O pH foi determinado pelo método descrito por Terra e Brum (1988) e para tanto 10 g de costela suína foram homogeneizadas com 100 mL de água destilada. A medida foi realizada utilizando pHmetro digital, da marca Digimed<sup>®</sup>, contendo eletrodo de vidro combinado, previamente calibrado com soluções tampão pH 4 e pH 7. As leituras foram feitas após cinco minutos de imersão do eletrodo.

As determinações foram realizadas a cada 3 ou 4 dias de estocagem no primeiro ensaio do experimento e a cada 3 dias de estocagem no segundo ensaio, constituindo-se de 3 repetições por amostra.

#### 4.4.3. Determinação do índice de TBARs: (apenas 2º ensaio)

O índice de TBARs (ácido 2-tiobarbitúrico) foi determinado segundo a metodologia proposta por RAHARJO *et al.* (1992), porém com as seguintes modificações (DREHMER, 2005): 2 porções de 10 g de carne foram coletadas, adicionadas de 40 mL de ácido tricloroacético a 5%(TCA 5%) mais 1 mL de antioxidante BHT 0,15% e homogenizadas por 1 minuto em Bag Mixer; a seguir procedeu-se a filtração e o volume foi ajustado para 50 mL, em balão volumétrico, com TCA 5%; dos balões foram retiradas, com pipeta volumétrica, alíquotas de 2 mL e colocadas em tubos de ensaio (2 tubos para cada balão) e após adicionou-se 2 mL do reagente de TBA 0,08 Molar em ácido acético 50% e homogenizou-se; em seguida os tubos foram levados ao banho-maria fervente por 5 minutos.

As leituras foram obtidas em absorbância através de espectrofotômetro à 531 nanômetros. Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilo de amostra ( $\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ) através de cálculo – valor lido de absorbância x 7,38) .

#### 4.4.4. Análise sensorial: (nos 2 ensaios)

Para as análises sensoriais das amostras de costela suína foi realizado o teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos, conforme metodologia descrita por DUTCOSKY (1996). Para isso contou-se com um painel de julgadores não treinados.

- Costela suína crua
- Costela suína assada: em forno convencional a temperatura de +220 °C até a temperatura no centro da peça cárnea atingir +75 °C.

As análises foram realizadas no 8º, 15º e 22º dias após a aplicação dos tratamentos e contaram, em média, com 16 provadores no primeiro ensaio e 18 no segundo ensaio.

As fichas que correspondem aos testes utilizados encontram-se nos Apêndices A e B.

No Apêndice C pode-se observar fotos dos tratamentos durante as análises sensoriais cruas realizadas no segundo ensaio.

#### 4.4.5. Análise estatística: (nos 2 ensaios)

Dados obtidos nas análises microbiológicas, físico-químicas (pH e TBARs) e sensoriais foram analisados pela ANOVA, seguida do teste de Tukey à um nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa ESTAT, desenvolvido por BANZZATTO & KRONKA (1995).

ANOVA é a análise de variância (medida da variação) de comparação de médias e foi realizado a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos e Tukey é o teste de comparação de médias que foi utilizado para localizar estas diferenças (COSTA NETO, 1977).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Primeiro Ensaio

Caracterizou-se com relação gás:carne de 2:1, embalagem com tampa de 120µm de espessura e com fundo de 180µm de espessura e armazenamento durante 7 dias a 1 °C e 28 dias a 5 °C ( $\pm 1$  °C).

#### 5.1.1 Análises microbiológicas

Os resultados encontrados no primeiro ensaio de análises microbiológicas de contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em amostras de cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada encontram-se na tabela 1.

**TABELA 1** - Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1°C durante 7 dias e a 5°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 28 dias.

	Período de armazenamento (dias)								
	7	11	14	17	21	24	28	31	35
	----- Log UFC • g <sup>-1</sup> -----								
<b>Controle</b>	3,97D	4,41B	4,39B	5,48A	6,56A	7,82A	7,21B	8,38AB	7,96C
<b>T1</b>	2,49E	2,91C	3,58C	4,72B	4,55BC	7,57A	6,71B	8,68A	9,13A
<b>T2</b>	4,40C	6,33A	3,82C	2,62C	4,26C	4,79B	6,10C	8,26B	5,87E
<b>T3</b>	5,91A	6,70A	7,48A	5,25A	5,34B	7,40A	7,00B	7,81C	7,31D
<b>T4</b>	5,03B	4,59B	4,77B	4,54B	6,98A	8,15A	9,30A	7,74C	8,56B
<b>MG</b>	4,365	4,564	4,814	4,285	5,542	7,151	7,295	8,179	7,770
<b>EPM</b>	0,044	0,206	0,110	0,071	0,201	0,208	0,131	0,762	0,070
<b>CV</b>	2,06	9,05	4,61	3,35	7,26	5,82	3,61	1,86	1,82
<b>DMS</b>	0,202	0,913	0,500	0,317	0,907	0,938	0,594	0,343	0,319

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B<sup>®</sup> a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

As amostras utilizadas no primeiro ensaio do estudo partiram todas de contagens iniciais acima de  $10^3$  UFC/g, com exceção de T1 e T2 (TABELA 1). No entanto, segundo Gill & Jones (1996), cortes primários de carnes recém feitos possuem uma contagem inicial de aproximadamente  $10^3$  UFC/cm<sup>2</sup>, formada de bactérias deteriorantes, sendo principalmente pseudomonas, enterobactérias e *B. thermosphacta*. Mesmo durante a fabricação higiênica dos cortes que serão distribuídos aos consumidores, provenientes dos cortes primários, as bactérias presentes serão espalhadas pela superfície.

No 24<sup>o</sup> dia a amostra pertencente ao T2 apresentou a menor contagem ( log 4,79 UFC/g) em relação aos demais tratamentos e apresentou diferença mais significativa ao nível de 1% pelo Teste de Tukey. Somente no 28<sup>o</sup> dia de estocagem T2 atingiu contagem de log 6 UFC/g. Com exceção das amostras controle e T4, que atingiram log 6 UFC/g e não diferiram significativamente (1% de probabilidade de erro), as demais amostras encontravam-se próprias para o consumo, em relação aos microrganismos aeróbios mesófilos, no vigésimo primeiro (21<sup>o</sup>) dia de análise (TABELA 1).

Acuff *et al.*(1987), não encontraram diferenças significativas nas contagens padrão de microrganismos aeróbicos feitas em amostras de lombo bovino controle e borrifadas com de 1% de ácido láctico, 1% de ácido acético e mistura de 1% de ácido láctico, 2% de ácido acético, 0,25% de ácido cítrico e 0,1% de ácido ascórbico, que foram embaladas a vácuo, e estocadas a  $4 \pm 1$  °C, sendo analisadas nos dias 0, 14, 28, 42, 56, 70 e 84.

Os resultados obtidos no tratamento T2 foram diferentes dos obtidos por Acuff *et al.*(1987) pois até o 28<sup>o</sup> dia as contagens apresentaram diferenças significativas em relação ao controle. O tratamento T3 também diferiu significativamente do controle porém não houve diferença significativas nas contagens nos dias 17, 24 e 28 (TABELA 1).

Hamby *et al.* (1987), obtiveram uma significativa redução, de 1,8 a 4,3 log/cm<sup>2</sup>, na contagem total de microrganismos aeróbios de cortes de lombo e costela desossada que foram aspergidos com 1% de ácido acético ou 1% de ácido láctico, porém foram embalados a vácuo (com filmes de baixa permeabilidade ao oxigênio) e armazenados a 2°C por 28 dias. A flora dominante tanto das amostras controle quanto das amostras tratadas foram de *Lactobacillus* spp.

O tratamento T3 não apresentou um bom efeito antimicrobiano sobre as bactérias aeróbias mesófilas, pois no 11<sup>o</sup> e no 14<sup>o</sup> dia o tratamento T3 apresentou contagens maiores que o controle que variaram de 2,29 a 3,45 ciclos logarítmicos (TABELA 1), resultados contrários aos obtidos por Hamby *et al.* (1987).

De acordo com Drehmer (2005), assim como no presente estudo, a aspersão de cortes suínos com a mistura de ácidos orgânicos (1% ácido cítrico, 1% ácido láctico, 1% ácido acético e 0,8% ácido ascórbico) teve grande contribuição no controle dos microrganismos aeróbios mesófilos, sendo este o melhor dos tratamentos utilizados. Pois a partir do 14<sup>o</sup> dia foi observada uma redução de 0,57 ciclo logarítmico atingindo o máximo de 3 ciclos no 24<sup>o</sup> dia de estocagem (TABELA 1).

Na tabela 2 encontram-se os resultados em relação às contagens de bactérias lácticas nos cortes de costela suína no primeiro (1<sup>o</sup>) ensaio do experimento.

**TABELA 2** - Contagem de bactérias lácticas em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1 °C durante 7 dias e a 5°C (± 1 °C) durante 28 dias.

	Período de armazenamento (dias)								
	7	11	14	17	21	24	28	31	35
	----- Log UFC • g <sup>-1</sup> -----								
<b>Controle</b>	3,45B	3,55B	4,27A	6,25A	7,04A	7,79AB	7,29B	8,20AB	7,91B
<b>T1</b>	1,77D	2,43C	3,18C	4,83BC	4,45C	7,56B	6,12C	8,44A	7,65C
<b>T2</b>	2,76C	4,96A	3,01D	2,71D	5,21BC	7,71AB	6,27C	8,23AB	5,15E
<b>T3</b>	4,12A	3,96B	3,80B	5,29B	5,45BC	7,39B	8,13A	7,98BC	7,50D
<b>T4</b>	3,16BC	3,79B	4,28A	4,15C	6,01AB	8,12A	7,90A	7,81C	8,17A
<b>MG</b>	3,056	3,688	3,710	4,651	5,742	7,721	7,146	8,137	7,278
<b>EPM</b>	0,110	0,158	0,031	0,202	0,252	0,120	0,114	0,067	0,032
<b>CV</b>	7,21	8,61	1,71	8,70	8,78	3,11	3,20	1,65	0,88
<b>DMS</b>	0,496	0,702	0,143	0,912	1,114	0,542	0,515	0,302	0,145

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro (p<0,001).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro (p≤0,05).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

A contagem de  $10^6$  UFC/g foi atingida pela amostra controle ainda no décimo sétimo (17<sup>o</sup>) dia de estocagem e diferenciou-se significativamente das demais amostras ( $p < 0,001$ ), neste mesmo dia de análise a amostra T2 obteve a menor contagem sendo  $\log 2,71$  UFC/g. No vigésimo primeiro (21<sup>o</sup>) dia de análise as amostras T1, T2 e T3 ainda não haviam atingido  $\log 6$  UFC/g, porém no 24<sup>o</sup> dia todas as amostra ultrapassaram esse valor (TABELA 2).

Gill & Jones (1996), avaliaram 4 tipos de embalagens: contendo apenas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ , apenas  $\text{N}_2$  e vácuo. Apenas *Lactobacillus* foram isolados de cortes suínos embalados em atmosfera contendo apenas  $\text{CO}_2$ . Em seu experimento, as contagens bacterianas foram mais numerosas na superfície da porção gordurosa das amostras do que na porção de tecido muscular. Na superfície gordurosa das amostras a contagem foi de  $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup> após 42 dias de estocagem. No presente trabalho não foi possível obter amostras com quantidades de gordura e tecido muscular padronizadas, portanto essa irregularidade na composição das amostras pode ter influenciado nos valores não lineares encontrados nas médias obtidas nas contagens dos microrganismos. Porém as contagens de  $\log 6$  UFC/g foram atingidas pelo controle ainda no 17<sup>o</sup> dia de estocagem em relação às bactérias lácticas e no 21<sup>o</sup> dia para os mesófilos (TABELA 2). Isso ocorreu provavelmente devido à utilização de mistura de gases ( $\text{N}_2$  e  $\text{CO}$ ) ao  $\text{CO}_2$ .

A utilização da refrigeração, além da atmosfera modificada e da aspersão com antimicrobianos, também auxiliou para que houvesse retardo no crescimento dos microrganismos por serem esses mesófilos e se desenvolverem mais lentamente em baixas temperaturas.

No 1<sup>o</sup> ensaio do presente trabalho a temperatura de armazenagem foi de aproximadamente  $1^\circ\text{C}$  na primeira semana e de  $5^\circ\text{C}$  (com variação de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ) no período restante, e havia  $\text{CO}_2$  dentre os gases da atmosfera modificada; semelhante ao estudo de Golden *et al.* (1989), que estudaram o crescimento de *Aeromonas hydrophila*, injuriadas por aquecimento e não injuriadas, incubadas a  $5^\circ\text{C}$  durante 22 dias e a  $30^\circ\text{C}$  por 31 horas, em atmosferas contendo ar,  $\text{N}_2$  e  $\text{CO}_2$ . Observaram que houve uma diminuição na viabilidade das células incubadas a  $5^\circ\text{C}$  na presença de  $\text{CO}_2$  no decorrer do período, indicando um efeito inibitório aumentado deste gás sobre o crescimento de microrganismos quando a temperatura de incubação é diminuída.

Atmosferas contendo CO em concentrações de 0,5 a 0,75% foram eficientes em estender a vida de prateleira de cortes de carne bovina, mantidos a 1 °C ( $\pm 1$  °C), em 5-10 dias. O CO presente na atmosfera reduziu o crescimento dos microrganismos aeróbios, porém não teve influencia no crescimento das bactérias láticas (LUÑO *et al.*, 2000; MAGALHÃES, 2006).

O uso de embalagens contendo atmosfera modificada já é responsável por um aumento na vida útil de carnes frescas, porém é provável que essa possa ser aumentada quando agentes antimicrobianos são associados à embalagem. As amostras controle atingiram contagens de  $10^6$  UFC/g antes das amostras T1, T2 e T3 em relação aos microrganismos aeróbios mesófilos e bactérias láticas, o que demonstra a ação dos diferentes tipos de agentes antimicrobianos.

O tratamento T2 obteve um melhor desempenho na inibição dos microrganismos, e suas amostras apresentaram maior durabilidade em relação aos outros tratamentos. Uma vez que para bactérias mesófilas sua durabilidade foi de 24 dias e para as bactérias láticas de 21 dias. Dados semelhantes foram encontrados por Drehmer (2005), ao aspergir cortes suínos com a mesma mistura e proporção de ácidos orgânicos utilizada neste experimento.

### 5.1.2 Determinação de pH

Os dados obtidos nas análises de pH das amostras estão demonstrados na tabela 3.

**TABELA 3** - Médias de pH em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções estes embalados em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 1 °C durante 7 dias e a 5°C ( $\pm$  1 °C) durante 28 dias.

	Período de armazenamento (dias)									Variação
	7	11	14	17	21	24	28	31	35	
<b>Controle</b>	6,75a	6,42a	6,54B	6,73A	6,58B	6,43a	6,71a	6,64ab	6,72B	6,42 – 6,75
<b>T1</b>	6,31b	6,37a	6,46B	6,38B	6,58B	6,52a	6,29a	6,68a	7,34A	6,29 – 7,34
<b>T2</b>	6,43ab	6,28a	6,44BC	6,37B	6,66AB	6,51a	6,64a	6,14ab	6,69B	6,14 – 6,69
<b>T3</b>	6,53ab	6,38a	6,16C	6,40B	6,62B	6,60a	6,61a	6,65ab	6,42C	6,16 – 6,65
<b>T4</b>	6,56ab	6,32a	6,92A	6,75A	6,84A	6,65a	6,30a	6,01b	6,53BC	6,01 – 6,92
<b>MG</b>	6,521	6,356	6,506	6,528	6,658	6,543	6,515	6,429	6,742	---
<b>EPM</b>	0,076	0,118	0,060	0,064	0,037	0,072	0,149	0,134	0,046	---
<b>CV</b>	2,02	3,24	1,61	1,70	0,98	1,92	3,98	3,62	1,19	---
<b>DMS</b>	0,371	0,580	0,296	0,313	0,184	0,355	0,731	0,6656	0,227	---

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B<sup>®</sup> a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.



Verifica-se que o pH de todas as amostras ficaram acima de 6, porém não chegaram a 7, com exceção de T1, que atingiu o valor 7,34 no trigésimo quinto (35º) dia de estocagem, diferindo significativamente das outras amostras ( $p < 0,001$ ). Os valores de pH variaram dentro de uma faixa de 6,01 a 7,34 ( $p \leq 0,05$ ) (TABELA 3).

Magalhães (2006) encontrou uma variação, um pouco menor, de 5,7 a 7,0 nos valores de pH de amostras de costela suína embaladas em diferentes atmosferas modificadas, sendo uma delas praticamente igual a utilizada no presente experimento (15%O<sub>2</sub>, 5%CO<sub>2</sub> e 80%N<sub>2</sub>; 20%CO<sub>2</sub> e 80%N<sub>2</sub>; 70%CO<sub>2</sub>, 29,5%N<sub>2</sub> e 0,5%CO) e a vácuo, e estocadas a 4 °C, por 26 dias.

Observou-se um aumento no pH das amostras com o passar do tempo, durante o período de armazenagem, devido a ação de enzimas proteolíticas presentes na carne, e ao desenvolvimento de microrganismos e a ação dos mesmos sobre o produto, concordando com os resultados obtidos por Goetz & Terra (1998), que trabalharam com carcaças de frango resfriadas, tratadas com misturas de ácidos orgânicos e embaladas à vácuo.

Apesar dos valores de pH serem um pouco altos nas amostras pertencentes aos tratamentos, bem como a temperatura maior de acondicionamento durante o experimento, que foi de 5 °C (foram mantidas a 1 °C apenas na primeira semana), a vida de prateleira máxima atingida foi da amostra T2, e ficou restrita entre 21 e 24 dias de estocagem (TABELA 3). Não houve desenvolvimento de coloração esverdeada, provavelmente devido ao efeito estabilizador da cor promovido pelo CO contido na atmosfera utilizada. No entanto, de acordo com Fernando *et al.* (1995), carnes com um pH relativamente alto são passíveis de desenvolver uma coloração esverdeada devido à produção de H<sub>2</sub>S pela flora microbiana presente e resistente ao CO<sub>2</sub>.

### 5.1.3 Análises sensoriais

No primeiro ensaio, as costelas suínas foram analisadas semanalmente, no 8º, 15º e 22º dia de estocagem.

#### a) Costelas suínas cruas

Foram realizadas análises sensoriais das costelas cruas em relações aos atributos cor e odor, sendo realizado o teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos onde 7 correspondia a gostei muitíssimo e 1 a desgostei muitíssimo, aplicado a um painel composto por de 16 julgadores não treinados, e os resultados obtidos foram expressos na tabela 4.

**TABELA 4** - Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína crua pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 1º ensaio, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>COR</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	5,00ab	5,4A	4,8a	5,0a
<b>T1</b>	4,7ab	5,3A	4,8a	4,9a
<b>T2</b>	4,6b	3,2B	4,9a	4,2a
<b>T3</b>	5,1ab	5,5A	4,8a	5,2a
<b>T4</b>	5,6a	5,6A	5,5a	5,5a
<b>MG</b>	5,050	5,042	5,000	5,030
<b>EPM</b>	0,224	0,198	0,245	0,305
<b>CV</b>	17,79	17,18	19,00	10,53
<b>DMS</b>	0,893	0,787	0,978	1,494
<b>ODOR</b>				
<b>Controle</b>	4,5a	4,8A	4,3B	4,5a
<b>T1</b>	4,6a	5,0A	4,6AB	4,7a
<b>T2</b>	4,6a	4,1B	4,6AB	4,4a
<b>T3</b>	5,1a	5,0A	4,4B	4,8a
<b>T4</b>	4,8a	5,0A	5,1A	5,0a
<b>MG</b>	4,750	4,810	4,626	4,728
<b>EPM</b>	0,184	0,136	0,156	0,157
<b>CV</b>	15,57	12,35	13,06	5,76
<b>DMS</b>	0,735	0,539	0,622	0,768

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

O tratamento T4 obteve a maior média no quesito cor durante todas as análises (5,6; 5,6 e 5,5 = 5,5), seguido do tratamento T3 (5,1; 5,5 e 4,8 = 5,2), sendo que o tratamento T2 teve a menor média, exceto no último dia (4,6; 3,2 e 4,9 = 4,2), não havendo, porém diferença significativa entre as amostras neste dia (TABELA 4).

Shrestha & Min (2006), ao trabalhar em presunto fresco de carne suína borrifado com uma solução de ácido lático a 1, 2, 4 e 6%, embalado em atmosfera modificada contendo 45%O<sub>2</sub> e 20%CO<sub>2</sub> e analisado no 4º, 8º e 12º dia de estocagem observaram que menores concentrações, como 1 e 2%, não tiveram diferenças significativas em relação ao controle no que diz respeito a cor das amostras, de maneira semelhante ao presente estudo. Notaram que houve ainda um decréscimo nas notas dadas para cor, devido à perda de coloração, conforme foi aumentando a concentração do ácido e o tempo de estocagem.

Gill & Jones (1996), observaram que porções de carne suína mantidas em atmosferas contendo N<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub> entre 2 e 35 dias mantiveram uma aparência desejável semelhante à cortes frescos, enquanto que as porções de carne suína embaladas em atmosfera contendo O<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub> tiveram essa aparência apenas entre 4 e 12 dias, e cortes embalados à vácuo por 48 horas. A coloração das amostras continuou vermelho cereja brilhante durante e posteriormente às análises sensoriais, não sendo detectada deterioração sensorial, embora microbiologicamente já apresentasse, isto ocorreu devido à presença de CO dentro os gases utilizados na atmosfera. A menor nota dada para este atributo foi 3,2 (desgostei), para amostra T2, na segunda análise, e a maior foi 5,6 (gostei), para a amostra T4, na primeira e segunda análise (TABELA 4).

Pode-se observar que não ocorreram diferenças significativas (5% de probabilidade de erro) entre o controle e os tratamentos, em relação à cor, no primeiro nem no último dia de análise, porém a amostra T2 (3,2) diferiu significativamente ( $p < 0,001$ ) do controle (5,4) e das demais amostras na segunda análise (TABELA 4).

No entanto, Drehmer (2005) observou que a aspensão de cortes suínos refrigerados com misturas de ácidos orgânicos (uma delas idêntica ao tratamento T2) não tiveram nenhuma interferência sobre as características de cor e odor, não havendo diferenças em relação ao controle (TABELA 4).

Em relação ao odor, a amostra T3 teve a maior média na primeira análise (5,1), seguida da amostra T4 (4,8), porém não houve diferença significativa entre as

amostras neste dia (5% de probabilidade de erro). Na análise seguinte houve um empate entre as médias das amostras T4, T3 e T1 (5,0) e na última análise T4 obteve a maior média (5,1), havendo diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,001$ ) (TABELA 4).

Uma grande variedade de compostos orgânicos voláteis pode ser encontrada dentro das embalagens de carnes contendo atmosfera modificada, sendo os odores a queijo encontrados principalmente quando se utiliza misturas de outros gases ao  $\text{CO}_2$ , e são produzidos por bactérias ácido lácticas, que produzem ácido láctico, diacetil/acetoina e álcoois (FERNANDO *et al.*, 1995). No entanto, tais odores desagradáveis não foram mencionados pelos provadores não treinados que participaram das análises deste primeiro ensaio (TABELA 4).

Hamby *et al.* (1987), observaram poucas diferenças significativas em relação à cor e ao odor entre o controle e os tratamentos de cortes de lombo e costela desossada que foram aspergidos com 1% de ácido acético ou 1% de ácido láctico e embalados a vácuo (com filmes de baixa permeabilidade ao oxigênio) e armazenados a  $2^\circ\text{C}$  por 28 dias. Observando-se os dados referentes ao odor, nota-se que não houve diferenças significativas entre o controle e os tratamentos no primeiro dia. Ao contrário, nas próximas análises (oitavo e décimo quinto dia), encontrou-se diferença significativa ( $p < 0,001$ ) entre T2 (4,1), o controle (4,8) e as demais amostras, novamente, no segundo dia, e entre T4 (5,1), o controle (4,3) e o restante dos tratamentos.

Gill & Jones (1996), notaram que as amostras de carne suína passaram a apresentar maus odores após 21 dias de estocagem no caso de cortes embalados à vácuo ou em atmosfera contendo  $\text{CO}_2$ , e após 12 dias os produtos embalados em atmosferas contendo  $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ . Esses maus odores foram causados por contagens  $\geq 10^5$  UFC/cm<sup>2</sup> na porção gordurosa das amostras. De acordo com os seus resultados chegaram a conclusão que o tempo de estocagem comercial deste produto seria pouco mais de uma (1) semana, quando embalado sob atmosfera contendo  $\text{N}_2$  ou  $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ , ou até 3 semanas em  $\text{CO}_2$ . No entanto, no 1º ensaio do presente trabalho, as amostras T2, que obteve a menor média geral em relação ao odor, e T4, que obteve as maiores médias, não apresentaram maus odores relatados pelos provadores apesar das contagens microbiológicas já terem atingido valores acima de  $10^5$  UFC/g no último dia de análise sensorial (TABELA 4).

No primeiro ensaio, no que diz respeito ao odor das amostras, a menor nota foi 4,1 (não gostei/ nem desgostei), para amostra T2, no 15º dia, e a melhor nota foi 5,1 (gostei), para as amostras T3, no 8º dia, e T4, no 22º dia (TABELA 4).

Não houve médias menores do que 3,2 (amostras T2, quesito cor) e nem maiores do que 5,6 (amostra T4, quesito cor) em todas as análises realizadas, o que demonstra que as amostras ficaram dentro de uma faixa que foi de “desgostei” (nota 3) até próximo a “gostei muito” (nota 6).

Analisando-se a média geral de todas as amostras, em relação aos dois atributos (cor e odor), observou-se que a amostra T4 foi que obteve as melhores médias durante as análises (cor = 5,5 e odor = 5,0), mesmo apresentando contagens microbiológicas maiores em relação aos outros tratamentos (TABELAS 1 e 2).

#### b) Costelas suínas assadas

Análises sensoriais das costelas assadas foram realizadas em relações aos atributos cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade, sendo realizado o teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos, onde 7 corresponde a gostei muitíssimo e 1 a desgostei muitíssimo, aplicado a um painel composto por 16 julgadores não treinados, e os resultados obtidos foram relatados na tabela 5.

**TABELA 5** - Médias das notas atribuídas na análise sensorial para os cortes de costela suína assada pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, através do teste aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>COR</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	5,0a	5,3A	5,2a	5,20a
<b>T1</b>	5,2a	5,0AB	4,4b	4,8a
<b>T2</b>	4,7a	4,8B	5,0ab	4,8a
<b>T3</b>	5,0a	5,3A	5,4a	5,26a
<b>T4</b>	5,1a	4,4C	5,0ab	4,8a
<b>MG</b>	5,042	4,988	5,058	5,029
<b>EPM</b>	0,199	0,093	0,210	0,192
<b>CV</b>	17,23	7,97	17,17	6,63
<b>DMS</b>	0,789	0,371	0,836	0,942
<b>ODOR</b>				
<b>Controle</b>	5,1a	5,2AB	5,60A	5,3a
<b>T1</b>	5,4a	4,5D	4,70C	4,9a
<b>T2</b>	5,1a	4,9C	5,11BC	5,0a
<b>T3</b>	5,0a	5,3A	5,17B	5,16a
<b>T4</b>	5,2a	5,0BC	5,17B	5,14a
<b>MG</b>	5,200	5,022	5,164	5,128
<b>EPM</b>	0,171	0,082	0,105	0,166
<b>CV</b>	14,39	6,93	8,39	5,63
<b>DMS</b>	0,680	0,325	0,417	0,815
<b>SABOR</b>				
<b>Controle</b>	5,1a	5,0A	5,2A	5,10a
<b>T1</b>	5,2a	4,1B	4,4C	4,60a
<b>T2</b>	5,0a	4,4B	4,8B	4,77a
<b>T3</b>	4,8a	5,3A	5,2A	5,10a
<b>T4</b>	5,1a	4,1B	5,0AB	4,75a
<b>MG</b>	5,063	4,622	4,988	4,890
<b>EPM</b>	0,217	0,098	0,101	0,195
<b>CV</b>	18,73	9,05	8,41	6,91
<b>DMS</b>	0,861	0,390	0,404	0,953
<b>TEXTURA</b>				
<b>Controle</b>	4,8a	5,4A	5,30AB	5,10a
<b>T1</b>	5,2a	4,7B	5,00B	5,0a
<b>T2</b>	4,8a	4,6B	5,29AB	4,9a
<b>T3</b>	4,8a	5,5A	5,40A	5,2a
<b>T4</b>	5,3a	4,9B	5,23AB	5,16a
<b>MG</b>	5,010	5,066	5,282	5,080
<b>EPM</b>	0,197	0,086	0,076	0,217
<b>CV</b>	17,20	7,27	6,00	7,41
<b>DMS</b>	0,782	0,344	0,305	1,062

Continua

Cont. Tab. 5

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>ACEITABILID.</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	4,9a	4,9AB	5,5A	5,15a
<b>T1</b>	5,2a	4,3B	4,6C	4,70a
<b>T2</b>	4,8a	4,5B	5,1B	4,80a
<b>T3</b>	4,8a	5,3A	5,2B	5,15a
<b>T4</b>	5,2a	4,7AB	5,2B	5,00a
<b>MG</b>	5,052	4,777	5,164	5,005
<b>EPM</b>	0,102	0,156	0,084	0,180
<b>CV</b>	8,84	13,87	6,75	6,24
<b>DMS</b>	0,405	0,619	0,336	0,882

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

Analisando-se a média geral de todas as amostras (TABELA 5), em relação ao atributo cor, pode-se observar que a amostra T3 foi que obteve a melhor pontuação (5,26), seguida da amostra controle (5,20). Houve diferenças significativas entre as amostras, com 5% de probabilidade de erro no último dia de análise (apenas T1 – 4,4 diferiu do controle – 5,2), e de 1% na análise intermediária, onde T2 (4,8) e T4 (4,4) diferiram do controle (5,3).

Os tratamentos tiveram influência em relação ao atributo odor, pois as notas obtidas foram menores do que as dadas ao controle, porém não houve diferenças significativas no primeiro dia de análise, mas as amostras diferiram significativamente nas duas análises posteriores ( $p < 0,001$ ). As amostras T1 (4,5) e T2 (4,9) diferiram do controle (5,2) na segunda análise. Na última análise, todos os tratamentos diferiram do controle (5,6) obtendo médias inferiores. A amostra controle obteve a melhor média geral nas análises (5,3), seguida de T3, T4, T2 e por fim T1 (4,9), que obteve a menor pontuação geral.



A amostra T3 obteve a menor média em relação ao sabor no primeiro dia de análise (4,8), porém recebeu a melhor média nas duas análises subseqüentes (5,3 e 5,2), empatando com o controle na última análise e também numa análise das médias gerais das amostras (5,1).

Isso pode ter ocorrido, pois sabores estranhos e desagradáveis podem se desenvolver no alimento durante sua estocagem, são os chamados *off-flavors*, que levam à rejeição dos produtos pelo consumidor, mesmo que este alimento seja considerado seguro (AZEREDO *et al.*, 2000).

O sal cloreto de sódio (NaCl) utilizado no tratamento T4, na concentração de 0,1%, não teve influência positiva ou negativa sobre o sabor das amostras, nem sobre qualquer outro atributo sensorial (TABELA 5).

Na primeira análise de sabor diferenças significativas não foram encontradas. Apenas T3 (5,3) não diferiu significativamente do controle (5,0) na segunda análise, as demais amostras tiveram médias inferiores. Na terceira análise, o controle (5,2) diferiu significativamente ( $p < 0,001$ ) de T1 (4,4) e T2 (4,8).

No quesito textura, a maior média geral foi atribuída à amostra T3 (5,2), seguida da amostra T4 (5,16) e a menor à amostra T2 (4,9). Assim como no atributo sabor, não houve diferenças significativas no primeiro dia de análise, contudo as amostras diferiram significativamente nas duas últimas análises ( $p < 0,001$ ). Na segunda análise, apenas T3 (5,5) não diferiu do controle (5,4), as demais amostras obtiveram médias inferiores. Houve diferença entre as amostras no último dia de análise, porém não em relação ao controle.

As amostras controle e T3 tiveram as maiores pontuações na segunda e última análise e também em relação à média geral no parâmetro aceitabilidade (5,15). A amostra T1 obteve a menor média geral (4,7). Assim como nos parâmetros de sabor e textura, não ocorreram diferenças significativas no primeiro dia de análise, porém as amostras diferiram significativamente nas duas análises posteriores ( $p < 0,001$ ). Na segunda análise as amostras diferiram entre si, porém não diferiram do controle. Todos os tratamentos diferiram do controle (5,5) e obtiveram médias inferiores a ele na última análise.

A temperatura e o tempo de armazenagem utilizados no experimento, 5°C durante mais de uma semana, provocou a maturação das amostras, o que teve influência nos atributos sabor, textura e aceitabilidade das amostras.

Não houve médias menores do que 4,1 (amostras T1 e T4, quesito sabor) e nem maiores do que 5,6 (amostra controle, quesito odor) em todas as análises realizadas, o que demonstra que as amostras ficaram dentro de uma faixa que foi de “não gostei/nem desgostei” (nota 4) até próximo a “gostei muito” (nota 6).

Fazendo-se uma análise geral, a amostra T3 foi a que obteve as melhores médias gerais em todos os parâmetros analisados, com exceção do odor, onde obteve a segunda melhor média geral (5,16), perdendo para o controle (5,3). Pode-se dizer que a amostra T1 obteve a menor média geral, pois teve a mais baixa pontuação geral em relação a todos os parâmetros analisados, com exceção da textura (TABELA 5).

De acordo com os resultados obtidos nas análises sensoriais das amostras de costelas suínas assadas pode-se dizer que os métodos utilizados para conservá-las (atmosfera modificada e aspensão com agentes antimicrobianos) não tiveram uma interferência negativa nas suas características organolépticas. Dados que estão em conformidade com os encontrados por Drehmer (2005), que após a aspensão de cortes suínos refrigerados com misturas de ácidos orgânicos (uma delas: 1% ácido cítrico, 1% ácido láctico, 1% ácido acético e 0,8% ácido ascórbico, igual ao tratamento T2) não observaram influências negativas dos tratamentos sobre as características organolépticas das amostras, não havendo diferenças significativas em relação ao controle.

Goetz & Terra (1998), trabalhando com carcaças de frango resfriadas, também observaram que a presença dos tratamentos, com misturas de ácidos orgânicos, não foi percebida pelos provadores nos dias zero e 2 de estocagem em relação aos atributos sabor e textura, porém houve diferença significativa no dia 5, 11 e 14, em relação ao odor. No presente experimento, o tratamento contendo mistura de ácidos orgânicos (T2) foi percebido a partir do 15º dia de estocagem em relação aos atributos sabor, odor e textura, obtendo notas inferiores ao controle.

## 5.2 Segundo Ensaio

Caracterizou-se com relação gás:carne de 3:1, embalagem com tampa de 180µm de espessura e com fundo de 120µm de espessura e armazenamento durante 25 dias a 5°C ( $\pm 1$  °C).

### 5.2.1 Análises microbiológicas

Os resultados encontrados no segundo ensaio de análises microbiológicas de contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de costela suína controle e adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada encontram-se na tabela 6.

**TABELA 6** - Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embalados em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1$  °C) durante 25 dias.

	Período de armazenamento (dias)								
	1	4	7	10	13	16	19	22	25
	----- Log UFC • g <sup>-1</sup> -----								
<b>Controle</b>	4,08A	4,26AB	5,10B	4,56BC	7,54A	6,17C	7,42A	9,32A	8,55A
<b>T1</b>	2,92C	2,66C	3,29E	5,28A	6,90B	5,69C	7,21A	6,29D	6,78C
<b>T2</b>	3,54B	3,70B	6,69A	4,75B	7,36A	6,92B	7,22A	7,05BC	7,22B
<b>T3</b>	4,21A	4,52A	4,58C	3,97D	3,84D	4,14D	6,21B	6,58CD	6,67C
<b>T4</b>	4,44A	4,19AB	4,03D	4,26CD	4,47C	7,59A	5,40C	7,57B	6,79C
<b>MG</b>	3,842	3,872	4,742	4,567	6,027	6,106	6,698	7,367	7,206
<b>EPM</b>	0,113	0,162	0,073	0,102	0,086	0,113	0,078	0,135	0,050
<b>CV</b>	5,93	8,39	3,08	4,50	2,87	3,70	2,35	3,67	1,41
<b>DMS</b>	0,513	0,732	0,329	0,463	0,390	0,509	0,355	0,609	0,229

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

As amostras utilizadas no segundo ensaio deste estudo partiram todas de contagens iniciais acima de  $10^3$  UFC/g, com exceção de T1 (TABELA 6).

Observando-se as médias das contagens a amostra T3 foi a que apresentou as menores contagens a partir do 10º dia de estocagem, até o 16º dia, porém, no 19º dia atingiu a contagem  $\log 6,70$  UFC/g, quando as demais amostras já haviam ultrapassado a contagem de  $10^6$  UFC/g (TABELA 6).

Segundo Bakal & Diaz (2005), o Minerat (Arginato Láurico) foi efetivo no controle de bactérias patogênicas, como *Listeria monocytogenes*, e em estender a vida de prateleira em produtos cárneos cozidos durante armazenamento refrigerado devido a sua atividade contra bactérias ácidas lácticas (através do controle de sua proliferação), que são os principais agentes de deterioração das características organolépticas de produtos alimentícios. No presente ensaio foi utilizada costela suína crua, sendo que a solução de Minerat a 10% não teve ação antimicrobiana, pois comparando o tratamento t1 ao controle não houve aumento na vida de prateleira.

As amostras controle e T2 ultrapassaram  $10^6$  UFC/g ainda no 13º dia de análise e as amostras T1 e T3 no 19º dia. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) (TABELA 6).

Os resultados relacionados às contagens de bactérias lácticas nos cortes de costela suína do segundo ensaio do experimento encontram-se na tabela 7.

**TABELA 7** - Contagem de bactérias lácticas em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embalados em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1$  °C) durante 25 dias.

	Período de armazenamento (dias)								
	1	4	7	10	13	16	19	22	25
	----- Log UFC • g <sup>-1</sup> -----								
<b>Controle</b>	3,00B	3,25A	2,88C	5,23A	7,28B	6,64C	8,25A	8,67A	8,11A
<b>T1</b>	2,11C	1,95B	2,65C	5,54A	7,12C	6,64C	7,98B	6,42C	6,22E
<b>T2</b>	2,88B	3,33A	5,16A	5,32A	7,55A	7,11B	7,49C	8,44A	7,56C
<b>T3</b>	3,16B	3,82A	3,48B	4,21B	3,38E	3,95D	6,70D	6,86C	6,60D
<b>T4</b>	3,68A	3,39A	2,85C	3,52C	3,81D	7,65A	5,94E	7,78B	7,81B
<b>MG</b>	2,970	3,152	3,408	4,768	5,832	6,402	7,278	7,640	7,264
<b>EPM</b>	0,095	0,159	0,062	0,146	0,033	0,050	0,054	0,102	0,053
<b>CV</b>	6,43	10,10	3,68	6,13	1,14	1,56	1,50	2,68	1,48
<b>DMS</b>	0,430	0,718	0,283	0,658	0,150	0,225	0,246	0,461	0,242

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

Novamente, observando-se as médias das contagens, a amostra T3 foi a que apresentou a menor contagem no 16º dia de estocagem (log 3,95 UFC/g), porém no 19º dia, quando as demais amostras já haviam ultrapassado a contagem de  $10^6$  UFC/g, T3 atingiu a contagem log 6,70 UFC/g (TABELA 7).

As amostras controle, T1 e T2 atingiram contagem superior a 6 log UFC • g<sup>-1</sup> ainda no 13º dia de análise, a amostra T3 no 19º dia e a amostra T4 no 16º dia de análise. Diferenças significativas foram encontradas durante as análises ( $p < 0,001$ ).

Os microrganismos deteriorantes, em geral, são incapazes de se desenvolver em temperaturas próximas a 4 °C. Portanto, pode-se estender a vida de prateleira de carnes utilizando baixas temperaturas, devido à inibição de microrganismos deteriorantes (SILVA, 1998; GUAHYBA, 2003).

Isto explica porque neste segundo ensaio do experimento tanto as contagens de aeróbios mesófilos quanto de bactérias lácticas atingiram contagens superiores a log 6 UFC/g mais rapidamente do que no primeiro ensaio, possivelmente porque as amostras permaneceram a 5 °C ( $\pm 1$  °C) durante todo o experimento, ao contrário do primeiro ensaio, em que as amostras permaneceram a 1 °C durante a primeira semana do experimento. Porém, além da temperatura provavelmente também tiveram influência nas contagens microbiológicas o aumento na proporção gás:carne (que foi de 3:1 no 2º ensaio, sendo de 2:1 no 1º) e a inversão nas espessuras da tampa e fundo da embalagem (1º ensaio: tampa = 120  $\mu$ m e fundo = 180  $\mu$ m; 2º ensaio: tampa = 180  $\mu$ m e fundo = 120  $\mu$ m).

Este resultado pode ser confirmado pelos resultados obtidos por Eyles *et al.* (1993), que observaram uma diminuição no crescimento e redução na população de *Pseudomonas fluorescens* e *P. putida* em atmosferas contendo 20, 40 e 100% de CO<sub>2</sub> mais N<sub>2</sub> complementar, e 100% de N<sub>2</sub>, sendo 6,8 o pH do meio e as temperaturas de incubação de 5 e 15 °C. Houve uma redução no pH do meio de 6,8 para 5,5, o que aumentou o efeito inibitório do CO<sub>2</sub>. Sendo que este efeito inibitório foi maior a 5 °C do que a 15 °C.

No segundo ensaio foram também feitas contagens microbiológicas de microrganismos psicrotróficos, que não haviam sido feitas no primeiro ensaio, e os resultados podem ser encontrados na tabela 8.

**TABELA 8** - Contagem total de microrganismos psicotróficos em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1$ °C) durante 25 dias.

	Período de armazenamento (dias)								
	1	4	7	10	13	16	19	22	25
	----- Log UFC • g <sup>-1</sup> -----								
<b>Controle</b>	3,80AB	4,34A	4,44B	5,05B	7,49A	6,67C	7,97A	9,91A	9,61A
<b>T1</b>	2,90C	4,12B	3,60D	5,53A	6,28B	6,69C	8,04A	6,53C	5,61E
<b>T2</b>	3,34BC	4,48A	6,76A	5,34AB	7,40A	7,18B	7,31B	7,66B	7,65C
<b>T3</b>	3,93A	4,41A	4,35B	4,47C	4,05C	4,23D	7,87A	6,84C	7,33D
<b>T4</b>	3,85AB	4,50A	3,96C	4,32C	3,51C	7,76A	5,97C	7,74B	8,09B
<b>MG</b>	3,568	4,373	4,625	4,945	5,750	6,510	7,439	7,739	7,663
<b>EPM</b>	0,114	0,044	0,032	0,095	0,174	0,036	0,062	0,096	0,044
<b>CV</b>	6,41	2,01	1,41	3,85	6,05	1,11	1,67	2,49	1,17
<b>DMS</b>	0,515	0,198	0,146	0,429	0,785	0,162	0,280	0,433	0,202

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.



As contagens de microrganismos psicrotróficos tiveram um comportamento semelhante às contagens de aeróbios mesófilos e bactérias lácticas, seguindo todas um mesmo padrão. Novamente as amostras controle, T1 e T2 atingiram contagens superiores a  $10^6$  UFC/g ainda no 13º dia de análise, a amostra T3 no 19º dia e a amostra T4, no 16º dia de análise (TABELA 8). As amostras diferiram significativamente entre si ( $p < 0,001$ ).

Viana *et al.* (2005), utilizaram cortes suínos embaladas a vácuo e sob atmosferas contendo 100% CO<sub>2</sub>, 99% CO<sub>2</sub> + 1% CO, 100% O<sub>2</sub> ou 100% CO seguidas de vácuo, mantidas a 5°C ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ). Os microrganismos psicrotróficos chegaram à contagem de  $10^7$  UFC/g após 20 dias de estocagem com exceção das amostras mantidas em atmosfera contendo 100% de O<sub>2</sub>, que chegaram a contagem de  $10^8$  UFC/g. No presente trabalho, onde as concentrações de CO<sub>2</sub> e CO utilizadas foram menores (69,93% e 0,5% respectivamente) e havia entre os gases da atmosfera o N<sub>2</sub> (29,57%), as contagens atingiram  $10^7$  UFC/g antes dos 20 dias de estocagem, provavelmente devido à diferença na concentração dos gases.

Carnes refrigeradas armazenadas aerobicamente, deterioram-se principalmente devido ao crescimento de microrganismos psicrotróficos Gram-negativos, na maioria do gênero *Pseudomonas*. Porém, esta flora pode ser inibida utilizando-se atmosferas contendo acima de 20% de dióxido de carbono, o que está sendo cada vez mais freqüente (FERNANDO *et al.*, 1995).

Esses microrganismos são indicadores e dão uma idéia da contaminação geral do alimento analisado, fornecendo uma idéia da potencial deterioração do mesmo e das condições de processamento. Quando presentes em contagens elevadas causam deterioração, alterações nas características organolépticas e redução na vida de prateleira. Dentre os microrganismos que pertencem a este grupo estão os aeróbios meófilos e os psicrotróficos (ICMSF, 1980; ROITMAM *et al.*, 1987; FRANCO & LANDGRAF, 1996; SILVEIRA *et al.*, 1998; CAPITA *et al.*, 1999; DREHMER, 2005; HOLLEY & GILL, 2007).

De acordo com Enfors & Molin (1981), o fato do efeito inibitório do CO<sub>2</sub> aumentar conforme se diminui a temperatura de incubação deve-se ao aumento na solubilidade do CO<sub>2</sub> com o decréscimo na temperatura.

Isso pode ser comprovado neste trabalho, pois no primeiro ensaio, em que as amostras ficaram armazenadas a 1°C por uma semana, observou-se uma vida de

prateleira maior (entre 21 e 24 dias) do que no segundo ensaio (19 dias) (TABELAS 1, 2, 6, 7 e 8).

O mais provável é que a flora predominante presente nas amostras seja de bactérias láticas devido às características da atmosfera modificada empregada (ausência de O<sub>2</sub> e alta concentração de CO<sub>2</sub>) e também pela presença dos agentes antimicrobianos borrifados na superfície das amostras (com exceção do controle), a maioria deles acidificantes.

De acordo com Lopes *et al.* (2004), é possível que a população de microrganismos aeróbios mesófilos viáveis seja constituída principalmente por bactérias láticas, que são anaeróbias facultativas e resistentes ao CO<sub>2</sub>.

A maioria das bactérias aeróbicas é inibida pelo CO<sub>2</sub> em concentrações de 10% ou mais, e é muito eficiente contra psicrotróficos, sendo que em atmosferas que contém CO<sub>2</sub>, por serem resistentes ao mesmo, as bactérias láticas constituem parte da microflora dominante (ROITMAM *et al.*, 1987; LABADIE, 1999; LIVINGSTON, 2004).

A ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos se deve a acidificação do interior celular dos microrganismos pela passagem de íons hidrogênio pela membrana da célula, ocorrendo a inibição do transporte de nutrientes, inativação de muitas enzimas metabólicas dos microrganismos (BEARSON *et al.*, 1997; ARAÚJO, 1999).

Contudo, não se pode descartar a presença de outros microrganismos na flora contaminante devido à permeabilidade da embalagem ao O<sub>2</sub>, que permite a entrada do mesmo, e também ao escape dos gases que compõe a atmosfera modificada empregada inicialmente.

Por fim, o melhor desempenho como agente antimicrobiano, no segundo ensaio do experimento, foi alcançado pelo tratamento T3 (TABELA 8).

Esses resultados podem ser assim explicados: o efeito biológico, sobre microrganismos, do pH baixo e dos ácidos (orgânicos) fracos presentes no ambiente é chamado stress ácido. Ocorre que os ácidos fracos, no seu estado não dissociado, podem difundir através da membrana celular e dissociarem-se dentro da mesma, abaixando o pH interno, o que causa uma série de danos como inibição do transporte de nutrientes através da membrana, inativação de enzimas metabólicas microbianas, rompimento da membrana celular devido ao aumento da força iônica intracelular e ao turgor (BEARSON *et al.*, 1997).

### 5.2.2 Determinação de pH

Os dados obtidos nas análises de pH das amostras referentes ao segundo ensaio do experimento encontram-se na tabela 9.

**TABELA 9** - Médias de pH em cortes de costela suína controle e em cortes adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos a 5°C ( $\pm 1$  °C) durante 25 dias.

	Período de armazenamento (dias)									Variação
	1	4	7	10	13	16	19	22	25	
<b>Controle</b>	5,95BC	6,31A	6,41ab	6,37a	5,79a	6,60ab	6,45B	7,04A	6,68A	5,79 – 7,04
<b>T1</b>	5,89C	6,31A	6,18b	6,70a	6,21a	6,37ab	6,31C	6,54B	6,40BC	5,89 – 6,70
<b>T2</b>	5,81C	5,94A	6,46a	6,52a	6,34a	6,36b	6,28C	6,10C	6,30C	5,81 – 6,52
<b>T3</b>	6,07B	6,14A	6,20b	6,76a	5,80a	6,63ab	6,75A	6,76AB	6,55AB	5,80 – 6,76
<b>T4</b>	6,33A	5,91A	6,36ab	6,37a	6,37a	6,83a	6,81A	6,63B	6,58A	5,91 – 6,83
<b>MG</b>	6,013	6,126	6,326	6,546	6,103	6,561	6,522	6,616	6,504	---
<b>EPM</b>	0,029	0,120	0,051	0,083	0,154	0,093	0,022	0,061	0,032	---
<b>CV</b>	0,85	3,40	1,42	2,20	4,38	2,47	0,59	1,60	0,86	---
<b>DMS</b>	0,144	0,587	0,253	0,406	0,754	0,458	0,108	0,299	0,158	---

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B<sup>®</sup> a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

Observou-se que o pH das amostras controle, T1 e T2 ficou abaixo de 6 na primeira análise e no restante do experimento, a maioria das amostras teve pH acima de 6, porém apenas a amostra controle atingiu pH superior a 7, no 22º dia de estocagem (TABELA 9).

Os valores de pH variaram dentro de uma faixa de 5,79 a 7,04. Houve diferenças significativas nas médias encontradas ( $p < 0,001$  e  $p \leq 0,05$ ). Drehmer (2005) observou uma variação de 5,5 a 6,8, sendo esta menor do que a do referido trabalho, nos valores de pH de cortes suínos aspergidos com mistura de ácidos orgânicos (1% ácido cítrico, 1% ácido láctico, 1% ácido acético e 0,8% ácido ascórbico), idêntica à utilizada no presente experimento, e armazenados refrigerados a 4 °C ( $\pm 0,5$  °C) por 14 dias.

Novamente houve um aumento no pH das amostras com o passar do tempo, durante o período de armazenagem, devido a ação das enzimas proteolíticas presentes na carne e ao desenvolvimento de microrganismos e a ação dos mesmos sobre o produto, resultados estes que estão em conformidade com os resultados obtidos por Goetz & Terra (1998).

Apesar dos valores de pH terem variado dentro de uma faixa menor, de 5,79 a 7,04, no 2º ensaio em relação ao 1º ensaio do experimento, variou de 6,01 a 7,34, a vida de prateleira das amostras no segundo ensaio foi pouco um menor do que no primeiro. A máxima durabilidade foi alcançada pela amostra T3, que não alcançou a contagem de  $10^7$  UFC/g no 19º dia de estocagem. Outro fator importante em relação à diminuição na vida útil das amostras, em relação ao primeiro ensaio, foi o fato das amostras terem sido mantidas a 5 °C durante todo o experimento, sendo que no primeiro ensaio as mesmas foram mantidas a 1 °C por uma semana. Além disso, no 1º ensaio foi utilizada uma proporção de 2:1 (gás:carne) e no 2º ensaio a proporção foi de 3:1, e também a tampa e o fundo das embalagens foram trocados, sendo utilizados de forma invertida.

De acordo com Holland (1980, apud GILL & JONES, 1996), a composição ideal da atmosfera deve ter uma proporção de 3:1 (gás:carne) para manter o produto conservado adequadamente, porém este fato não foi totalmente comprovado no 2º ensaio do presente trabalho pois a durabilidade das amostras foi de 19 dias, enquanto no 1º ensaio a durabilidade foi de 21 a 24 dias apesar da proporção ser de 2:1. Contudo, o fato da temperatura inicial ter sido menor no 1º ensaio, 1 °C na primeira semana, do que no 2º (5 °C) pode ter colaborado muito para isso e também

o fato de terem sido trocadas a tampa e o fundo das embalagens, havendo assim uma inversão das mesmas.

Porém, assim como no 1º ensaio – que teve maior durabilidade inclusive, normalmente utiliza-se a proporção de 2:1, ao fazer a relação do volume de gás para carne (HOLLEY & GILL, 2007).

### 5.2.3 Determinação do índice de TBA

As médias obtidas nas análises de determinação do índice de TBA das amostras podem ser conferidas na tabela 10. O índice de TBA relaciona-se com o grau de oxidação lipídica dos cortes de costela suína e os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilo de amostra ( $\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ).

**TABELA 10** - Médias de TBARs em cortes de costela suína controle e em costelas adicionados das diferentes soluções em teste, embaladas em atmosfera modificada, mantidos sob refrigeração a 5°C ( $\pm 1$  °C) durante 25 dias.

	Período de armazenamento (dias)					Variação
	1	7	13	19	25	
	----- mg MA • K g <sup>-1</sup> -----					
<b>Controle</b>	0,03a	0,07a	0,01a	0,00C	0,21A	0,00 – 0,21
<b>T1</b>	0,11a	0,03a	0,01a	0,01C	0,00C	0,00 – 0,11
<b>T2</b>	0,11a	0,06a	0,01a	0,05BC	0,01BC	0,01 – 0,11
<b>T3</b>	0,05a	0,07a	0,01a	0,09AB	0,07B	0,01 – 0,09
<b>T4</b>	0,05a	0,07a	0,01a	0,15A	0,03BC	0,01 – 0,15
<b>MG</b>	0,078	0,068	0,019	0,066	0,070	---
<b>EPM</b>	0,022	0,011	0,021	0,014	0,017	---
<b>CV</b>	58,45	32,99	219,09	44,28	48,64	---
<b>DMS</b>	0,102	0,049	0,096	0,066	0,077	---

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1**: solução de Minerat B<sup>®</sup> a 10%;

**T2**: solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3**: solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4**: solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG**: média geral;

**EPM**: erro padrão da média;

**CV**: coeficiente de variação;

**DMS**: diferença mínima significativa.

Observaram-se diferenças significativas entre as amostras apenas no 19<sup>o</sup> e 25<sup>o</sup> dia de análise ( $p < 0,001$ ). O limite para o índice de TBARs que caracteriza o aparecimento de odor desagradável e limosidade característicos de deterioração é de 0,5 – 1,0 mg MA • Kg<sup>-1</sup>, e a legislação brasileira não apresenta um limite máximo de malonaldeído/kg amostra em produtos cárneos (DREHMER, 2005). Os valores encontrados nas análises ficaram todos abaixo do limite mínimo de 0,5 mg MA • Kg<sup>-1</sup> para o aparecimento de características desagradáveis.

Os valores encontrados variaram de 0,00 a 0,21 mg MA • Kg<sup>-1</sup>, sendo que a amostra controle foi a que obteve o valor mais elevado, no 25<sup>o</sup> dia de análise. Esses

resultados demonstram a eficácia dos produtos aspergidos sobre os cortes de costela suína (TABELA 10).

No presente trabalho, o ácido láctico esteve presente na composição dos tratamentos T2 e T3, e sua concentração foi de 1% e 1,25%, respectivamente. Porém, altas concentrações de ácido láctico, por exemplo, podem ter um efeito contrário na preservação contra oxidação lipídica como foi demonstrado por Shrestha & Min (2006). Observaram que as substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARs) contidas em amostras de presunto suíno fresco borrifadas com 1, 2, 4 e 6% de ácido láctico tiveram um aumento conforme aumentava a concentração do ácido e os dias de estocagem. As amostras tratadas com concentrações de 4% e 6% tiveram valores de TBARs maiores, sendo 0,548 e 0,642 mg de malonaldeído/kg de amostra, respectivamente, no 12º dia de estocagem.

A presença de CO em embalagens para carnes frescas é uma alternativa de embalagem com níveis reduzidos de oxigênio, que traz como benefícios a redução na degradação do flavor devido à rancidez oxidativa (EILERT, 2005).

Não foi possível observar uma maior oxidação lipídica nas amostras e assim demonstrar qual dos tratamentos seria o mais eficaz em combatê-la devido ao curto período das análises. Por sua vez, o curto período de análises deve-se ao fato das amostras serem refrigeradas, o que limita sua vida de prateleira, ou seja, as amostras deterioram-se antes que uma grande oxidação lipídica possa ocorrer.

Magalhães (2006) afirma que a oxidação lipídica não influi efetivamente na vida de prateleira de carnes refrigeradas, conforme foi observado no estudo atual. Dados semelhantes aos do presente estudo foram descritos por Magalhães (2006), sendo a variação encontrada de 0,04 a 0,12 mg de malonaldeído por Kg de amostra em lombo suíno, e de 0 a 0,16 mg de malonaldeído por Kg de amostra em costela suína, ambas embaladas em atmosferas modificadas e mantidas a 4°C durante 26 dias.



#### 5.2.4 Análises sensoriais

No segundo ensaio, novamente as costelas suínas foram analisadas semanalmente, no 8º, 15º e 22º dia de estocagem e as análises seguiram os mesmo critérios de notas.

##### a) Costelas suínas cruas

As médias obtidas nas análises sensoriais das costelas cruas, no 2º ensaio, foram expressas na tabela 11. Foram analisados os atributos cor e odor nas análises sensoriais das costelas cruas, através de teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos, onde 7 corresponde a gostei muitíssimo e 1 a desgostei muitíssimo, aplicado a um painel composto por 18 julgadores não treinados.

**TABELA 11** - Médias das notas obtidas na análise sensorial de cortes de costela suína crua pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 2º ensaio, através do teste de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>COR</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	4,86B	4,33B	4,68BC	4,62a
<b>T1</b>	3,95C	4,88A	5,42A	4,75a
<b>T2</b>	5,45A	4,88A	5,21A	5,18a
<b>T3</b>	3,90C	3,66C	4,52C	4,03a
<b>T4</b>	4,77B	5,16A	5,00AB	4,97a
<b>MG</b>	4,590	4,588	4,968	4,716
<b>EPM</b>	0,082	0,093	0,109	0,241
<b>CV</b>	8,40	8,63	9,64	8,88
<b>DMS</b>	0,324	0,370	0,435	1,182
<b>ODOR</b>				
<b>Controle</b>	4,31A	4,00BC	4,36B	4,22a
<b>T1</b>	3,90B	3,66C	4,89A	4,15a
<b>T2</b>	4,63A	4,05B	4,63AB	4,44a
<b>T3</b>	4,45A	3,94BC	4,52AB	4,30a
<b>T4</b>	4,54A	4,50A	4,73AB	4,59a
<b>MG</b>	4,372	4,033	4,631	4,345
<b>EPM</b>	0,083	0,091	0,097	0,141
<b>CV</b>	8,95	9,64	9,16	5,65
<b>DMS</b>	0,329	0,363	0,385	0,692

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B® a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

Ao analisar as médias recebidas no quesito cor, o tratamento T2 obteve a maior média no primeiro dia (5,45) e a segunda nas duas análises posteriores (4,88 e 5,21), e teve ainda a maior média geral (5,18). Em relação às médias gerais do atributo cor, a amostra T4 ficou em segundo lugar (4,97), T1 em terceiro, o controle em quarto e T3 em último (4,03) (TABELA 11).

Observando-se o quesito odor, a amostra T4 teve a maior média geral (4,59), seguida da amostra T2 (4,44). A amostra T1 obteve a menor média geral (4,15), ficando em último na primeira e segunda análise, porém obteve o primeiro lugar no último dia de análise (4,89).

Durante as análises houve diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,001$ ). Apenas T1 (3,9) diferiu do controle (4,31) na primeira análise. Na segunda análise, apenas T4 (4,5) teve diferença em relação ao controle (4,0). No último dia, somente T1 (4,89) diferiu do controle (4,36), novamente.

Ou seja, analisando-se os dois atributos em relação à média geral observou-se que a amostra T2 teve a melhor coloração (5,18) e o segundo melhor odor (4,44) e que a amostra T4 teve o melhor odor (4,59) e a segunda melhor cor (4,97). A amostra T1 teve a menor pontuação para odor (4,15) e T3, para cor (4,03).

Não houve médias menores do que 3,66 (amostras T3 e T1, quesitos cor e odor, respectivamente) e nem maiores do que 5,45 (amostra T2, quesito cor) em todas as análises realizadas, o que demonstra que as amostras ficaram dentro de uma faixa que foi de “desgostei” (nota 3) até próximo a “gostei muito” (nota 6). A menor nota dada ao atributo odor foi à amostra T1, 3,66 (desgostei), no 15° dia, e a melhor nota foi 4,89 (não gostei/ nem desgostei), para T1, no 22° dia.

Magalhães (2006) observou que houve certa preferência por parte de provadores não treinados pelas amostras cruas de lombo e costela suína submetidas ao tratamento contendo 70%CO<sub>2</sub>, 29,5%N<sub>2</sub> e 0,5%CO na atmosfera, esta semelhante à utilizada no presente estudo, em relação as demais atmosferas utilizadas em seu experimento (15%O<sub>2</sub>, 5%CO<sub>2</sub> e 80%N<sub>2</sub>; 20%CO<sub>2</sub> e 80%N<sub>2</sub>; 70%CO<sub>2</sub>, 29,5%N<sub>2</sub> e 0,5%CO; e vácuo).

Houve diferença significativa entre as amostras em todos os dias de análise ( $p < 0,001$ ). No primeiro dia, apenas T4 (4,77) não diferiu do controle (4,86); no segundo dia todos os tratamentos diferiram do controle e no terceiro dia, T1 (4,88) e T2 (4,88) diferiram do controle (4,33) (TABELA 11).

Igual ao ocorrido no primeiro ensaio, a coloração das amostras continuava vermelho-cereja brilhante durante e após o término das análises sensoriais, não havendo indicação de deterioração, mesmo tendo ocorrido. 3,66 (desgostei) foi a menor nota dada ao atributo cor, no 15° dia, para a amostra T3, e 5,45 (foi a maior nota recebida pelo atributo, pela amostra T2, no 8° dia. Essa coloração que torna a

aparência tão agradável e semelhante à carne fresca deve-se à adição de CO na embalagem contendo atmosfera modificada.

Foi aprovado recentemente nos Estados Unidos o uso de monóxido de carbono em embalagens para carne fresca (EILERT, 2005). No entanto, Sorheim *et al.* (1999) afirmam que o CO já é utilizado em embalagens para carne fresca desde 1985 na Noruega. A utilização do mesmo em baixas concentrações não representa risco de toxicidade aos consumidores (SØRHEIM *et al.*, 1997).

O monóxido de carbono tem a propriedade de estabilizar a cor de carnes, dando-lhes uma aparência e um *flavor* aceitáveis aos consumidores, além de uma vida de prateleira prolongada, ideal para a distribuição nos pontos de venda (EILERT, 2005).

De acordo com Fontes *et al.* (2004), a adição de CO ao sangue, por exemplo, produz uma modificação na molécula de hemoglobina, tornando-a mais estável e sensorialmente aceitável, devido a grande afinidade do grupo heme pelo CO, e assim forma-se a carboxihemoglobina. O mesmo ocorre em relação à mioglobina e à formação da carboximioglobina. Com este intuito o monóxido de carbono tem sido adicionado em embalagens contendo carnes sob atmosfera modificada, numa tentativa de manter uma coloração vermelha e estável.

Viana *et al.* (2005), afirmam que a vida de prateleira de cortes suínos frescos é limitada em grande parte pela mudança de coloração que ocorre após a contaminação microbiana. Para tentar diminuir este problema, utilizaram amostras de cortes suínos embaladas a vácuo e sob atmosferas contendo 100% CO<sub>2</sub>, 99% CO<sub>2</sub> + 1% CO, 100% O<sub>2</sub> ou 100% CO seguidas de vácuo, mantidas a 5°C (± 0,5°C), assim como no presente trabalho, onde se utilizou 69,93%CO<sub>2</sub>, 29,57%N<sub>2</sub> e 0,5%CO e a mesma temperatura de estocagem. Observaram que a atmosfera contendo 99% de CO<sub>2</sub> + 1% de CO obteve o melhor desempenho em manter a coloração desejável e similar à carne fresca nas amostras, em conformidade com os dados obtidos nos resultados do presente estudo, e também obteve as maiores pontuações em relação à aceitação pelos consumidores após 24 horas de estocagem. Após 20 dias de estocagem, as amostras embaladas em atmosferas contendo CO tiveram a maior aceitação.

As amostras pertencentes ao controle e a todos os tratamentos no 22º dia apresentaram notas semelhantes às obtidas após o 8º dia de estocagem,

demonstrando assim uma boa aceitação por parte dos avaliadores, indo de acordo com os resultados mencionados por Viana *et al.* (2005).

Uma coloração vermelho-cereja brilhante foi descrita por Sørheim *et al.* (1999), durante 21 dias de estocagem de amostras de carne bovina e suína a 4°C, em atmosfera contendo 0,4% CO + 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>. Segundo o mesmo, concentrações de CO entre 0,4 e 1% são suficientes para a obtenção de uma coloração atrativa e desejável em carnes embaladas sob atmosfera modificada. Este fato pode ser comprovado através dos resultados do presente estudo, onde a concentração de CO não passou de 0,5%, e as amostras analisadas foram bem aceitas pelo painel de provadores (TABELA 11).

#### b) Costelas suínas assadas

Os resultados das médias obtidas nas análises sensoriais das costelas assadas foram relatados na tabela 12. Os atributos cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade foram avaliados. Foi realizado um teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos, onde 7 corresponde a gostei muitíssimo e 1 a desgostei muitíssimo, aplicado a um painel composto por 18 julgadores não treinados.

**TABELA 12** - Médias das notas obtidas na análise sensorial de cortes de costela suína assada pertencentes ao grupo controle, e adicionados das diferentes soluções em teste, no 2º ensaio, através do teste de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de sete pontos.

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>COR</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	5,15AB	5,22A	5,05B	5,14a
<b>T1</b>	5,15AB	4,77ABC	4,65C	4,86a
<b>T2</b>	5,53A	4,38C	5,45A	5,12a
<b>T3</b>	4,84B	5,00AB	5,05B	4,96a
<b>T4</b>	5,23AB	4,72BC	5,00B	4,98a
<b>MG</b>	5,184	4,822	5,040	5,015
<b>EPM</b>	0,116	0,117	0,085	0,181
<b>CV</b>	8,08	10,36	7,60	6,27
<b>DMS</b>	0,466	0,466	0,338	0,887
<b>ODOR</b>				
<b>Controle</b>	5,30AB	5,00AB	4,50C	4,93a
<b>T1</b>	5,61A	4,83B	4,85B	5,09a
<b>T2</b>	5,23AB	5,00AB	5,55A	5,26a
<b>T3</b>	4,84B	5,33A	5,10B	5,09a
<b>T4</b>	5,38A	5,27A	5,05B	5,23a
<b>MG</b>	5,276	5,088	5,010	5,125
<b>EPM</b>	0,115	0,103	0,080	0,190
<b>CV</b>	7,88	8,67	7,19	6,45
<b>DMS</b>	0,462	0,412	0,318	0,932
<b>SABOR</b>				
<b>Controle</b>	5,07AB	4,77A	4,40C	4,75a
<b>T1</b>	4,92B	4,33B	4,65C	4,63a
<b>T2</b>	5,46A	5,16A	5,65A	5,42a
<b>T3</b>	4,76B	5,16A	4,60C	4,84a
<b>T4</b>	5,07AB	4,83A	5,20B	5,03a
<b>MG</b>	5,061	4,855	4,900	4,832
<b>EPM</b>	0,122	0,103	0,090	1,210
<b>CV</b>	8,72	9,04	8,28	43,39
<b>DMS</b>	0,491	0,410	0,358	5,920
<b>TEXTURA</b>				
<b>Controle</b>	5,53a	5,50a	4,95BC	5,32ab
<b>T1</b>	5,53a	5,27a	4,75BC	5,18ab
<b>T2</b>	5,46ab	5,38a	5,35A	5,40a
<b>T3</b>	5,07b	5,11a	4,70C	4,96b
<b>T4</b>	5,53a	5,27a	5,10AB	5,30ab
<b>MG</b>	5,430	5,311	4,970	5,237
<b>EPM</b>	0,112	0,111	0,090	0,085
<b>CV</b>	7,47	8,93	8,11	2,83
<b>DMS</b>	0,451	0,443	0,356	0,418

Continua

Cont. Tab. 12

<b>Período de armazenamento (dias)</b>				
<b>ACEITABILID.</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>Média</b>
<b>Controle</b>	5,15ab	5,00a	4,65B	4,93a
<b>T1</b>	5,15ab	4,94a	4,85B	4,98a
<b>T2</b>	5,15ab	5,27a	5,55A	5,32a
<b>T3</b>	5,07b	5,22a	4,85B	5,04a
<b>T4</b>	5,61a	4,72a	5,25A	5,19a
<b>MG</b>	5,230	5,033	5,030	5,098
<b>EPM</b>	0,121	0,141	0,095	0,158
<b>CV</b>	8,34	11,90	8,48	5,40
<b>DMS</b>	0,485	0,559	0,377	0,776

\* Letras maiúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade de erro ( $p < 0,001$ ).

\*\* Letras minúsculas diferentes na vertical demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,05$ ).

**T1:** solução de Minerat B<sup>®</sup> a 10%;

**T2:** solução de mistura de ácidos orgânicos (1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico);

**T3:** solução de ácido láctico a 1,25%;

**T4:** solução ácida de cloreto de sódio (0,6% de ácido cítrico e 0,1% de NaCl);

**MG:** média geral;

**EPM:** erro padrão da média;

**CV:** coeficiente de variação;

**DMS:** diferença mínima significativa.

Em relação ao atributo cor, analisando-se a média geral de todas as amostras, pode-se observar que a amostra controle obteve a melhor pontuação (5,14), seguida da amostra T2 (5,12), e T4 (4,98) respectivamente (TABELA 12).

Houve diferenças significativas entre as amostras durante as análises ( $p < 0,001$ ). Diferiram do controle as seguintes amostras: T2 (5,53 – maior média) no primeiro dia; T2 (4,38) e T4 (4,72), no segundo (o controle teve a maior média) e T1 (4,65 – a menor média) e T2 (5,45 – a maior média), no último dia.

Analisando-se as médias obtidas pelo atributo odor, a amostra que obteve a melhor média geral foi T2 (5,26), seguida de T4, T3, T1 e por fim o controle (4,93), que obteve a menor pontuação geral (TABELA 12).

Diferenças significativas entre as amostras foram encontradas em todas as análises ( $p < 0,001$ ). No entanto, o controle não diferiu de nenhuma das amostras nas duas primeiras análises, porém diferiu de todas na última delas, obtendo a menor média (4,5).

A amostra T2 obteve a maior média em todos os dias de análise em relação ao sabor (5,42), seguida da amostra T4 (5,03), que obteve a segunda maior média, também em todos os dias de análise. Observando-se as médias gerais, a amostra T3 teve a terceira melhor média, seguida do controle em quarto e de T1 em último (4,63) (TABELA 12).

Houve diferenças significativas em todos os dias de análises ( $p < 0,001$ ). Não houve diferença entre o controle e as amostras na primeira análise. Apenas T1 (4,33 – menor média) diferiu do controle na segunda análise. Na terceira análise, T2 (5,65 – maior média) e T4 (5,20) diferiram do controle (4,4 – menor média).

Avaliando-se o quesito textura, a maior média geral foi atribuída à amostra T2 (5,4), seguida do controle (5,32), que obteve a melhor média também nas duas primeiras análises, sendo a menor média geral atribuída à amostra T3 (4,96) (TABELA 12).

Houve diferenças significativas no primeiro dia de análise ( $p \leq 0,05$ ), onde apenas T3 (5,07 – menor média) diferiu do controle (5,53), e também no último dia ( $p < 0,001$ ), quando apenas T2 (5,35 – maior média) diferiu do controle (4,95).

No quesito aceitabilidade, a amostra T2 obteve as melhores médias na segunda (5,27) e última análise (5,55) e também em relação à média geral (5,32). A amostra controle foi quem obteve a menor média geral (4,93) (TABELA 12).

Não houve diferenças significativas no segundo dia de análise, porém diferenças significativas foram encontradas no primeiro dia ( $p \leq 0,05$ ), contudo, nenhuma amostra diferiu do controle, e também no último dia ( $p < 0,001$ ), onde T2 (5,55 – maior média) e T4 (5,25) diferiram do controle (4,65 – menor média).

De um modo geral, a amostra T2 obteve as melhores médias gerais, ficando em primeiro lugar em todos os parâmetros analisados, com exceção da cor, onde obteve a segunda melhor média geral (5,12), perdendo para o controle (5,14). Não se pode dizer qual foi a amostra que obteve a pior média geral, pois para cada atributo foi uma amostra diferente, porém o controle teve o pior odor (4,93) e a pior aceitabilidade (4,93), T1 possuiu a pior cor (4,86) e sabor (4,63), e T3 a pior média para textura (4,96) (TABELA 12).

Drehmer (2005), em seu trabalho, constatou que os cortes suínos, assados, previamente tratados com 1% de ácido cítrico, 1% de ácido láctico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico obtiveram maior preferência pelos provadores nas análises dos atributos sensoriais, porém não houve diferenças significativas em



relação ao controle. Dados semelhantes foram obtidos no presente ensaio do experimento com o tratamento T2 (antimicrobiano idêntico ao citado acima), porém foram encontradas diferenças significativas entre o controle e as amostras tratadas (TABELA 12).

Não houve médias menores do que 4,33 (amostra T1, quesito sabor) e nem maiores do que 5,65 (amostra T2, quesito sabor) em todas as análises realizadas, o que demonstra que as amostras ficaram dentro de uma faixa que foi de “não gostei/nem desgostei” (nota 4) até próximo a “gostei muito” (nota 6).

Novamente, o NaCl, utilizado no tratamento T4 (concentração de 0,1%), não teve influência positiva ou negativa sobre o sabor ou qualquer outro atributo sensorial das amostras (TABELA 12).

Mais uma vez, pode-se dizer, com base nos resultados das análises sensoriais, que os métodos utilizados para conservar as costelas suínas (atmosfera modificada e aspersão com agentes antimicrobianos), em geral, não tiveram uma interferência negativa nas características organolépticas das mesmas (TABELAS 11 e 12).

Dados semelhantes foram obtidos por Magalhães (2006), que não encontrou diferenças significativas entre as amostras assadas de lombo e costela suína que haviam sido embaladas sob 20% de CO<sub>2</sub> e 80% de N<sub>2</sub>; e 70% de CO<sub>2</sub>, 29,5% de N<sub>2</sub> e 0,5%CO, sendo a segunda atmosfera citada muito semelhante à utilizada no presente experimento.

Também Goetz & Terra (1998) obtiveram resultados semelhantes, porém trabalhando com carcaças de frango resfriadas. Observaram que a presença dos tratamentos com misturas de ácidos orgânicos, não foi percebida pelos provadores em relação aos atributos sabor e textura, mas sim em relação ao odor. No entanto, o tratamento T2, mistura de ácidos orgânicos, do presente trabalho foi percebido pelos provadores se comparado ao controle obtendo na maioria das vezes notas superiores e diferindo significativamente do mesmo ( $p < 0,001$ ) para todos os atributos analisados, em especial no 22º dia de estocagem (TABELA 12), apesar das contagens microbiológicas elevadas (TABELAS 6, 7 e 8).

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que:

- No 1º Ensaio, o tratamento T2 (solução de mistura de ácidos orgânicos contendo 1% de ácido láctico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido acético e 0,8% de ácido ascórbico) obteve um melhor desempenho na inibição dos microrganismos;
- No 2º Ensaio, o melhor desempenho como agente antimicrobiano foi alcançado pelo tratamento T3 (solução de ácido láctico a 1,25%);
- Em relação ao índice de TBARs das amostras pertencentes ao 2º Ensaio, o controle obteve o valor mais elevado, no 25º dia de estocagem, sendo que todos os valores encontrados ficaram abaixo do limite mínimo para o aparecimento de características indesejáveis, demonstrando assim a eficácia dos tratamentos sobre o controle da oxidação lipídica;
- Dentre as amostras cruas, no 1º Ensaio o tratamento T4 teve maior aceitabilidade sensorial, e no 2º Ensaio T2 obteve a melhor coloração e T4 o melhor odor. As amostras adquiriram uma coloração vermelho cereja brilhante que permaneceu durante e após o término das análises sensoriais, não havendo indicação de deterioração, mesmo após sua ocorrência;
- Em relação à aceitabilidade das amostras assadas no 1º Ensaio, o tratamento T3 obteve as melhores médias gerais em todos os parâmetros analisados, com exceção do odor, perdendo para o controle. No 2º Ensaio, T2 obteve a melhor aceitabilidade para todos os parâmetros, exceto para cor, onde perdeu para o controle;
- A respeito da vida de prateleira das amostras pode-se dizer que o tratamento T2, no 1º Ensaio, teve a maior durabilidade dentre as amostras (21 dias para bactérias lácticas e 24 dias para bactérias mesófilas), e que no 2º Ensaio, o tratamento T3 (solução de ácido láctico a 1,25%) teve a maior durabilidade (19 dias);

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUFF, G. R.; VANDERZANT, C.; SAVELL, J. W.; JONES, D. K.; GRIFFIN, D. B.; EHLERS, J. G. Effect of acid decontamination of beef subprimal cuts on the microbiological and sensory characteristics of steaks. **Meat Science**, v.19, n.3, p. 217-226, 1987.

ADAMS, M. R. & HALL. Growth inhibition of food borne pathogens by lactic and acetic acids and their mixtures. **J. Food Science Technol.**, v.23, n.3, p.297-301, 1988.

ADAMS, M. r. & MOSS, M. O. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza, Acríbia, 1997, 464p.

ANDRÉ, M. C. D. P. B.; SERAFINI, A. B.; VIEIRA, J. D. G.; CAMPOS, M. R. H.; CORREA, M. H. S. Aspectos higiêncio-sanitários de utensílios em salas de abate de matadouros de Goiânia. **Rev. Higiene Alimentar**, v.13, p.68-72, 1999.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 2 ed., Viçosa, Imprensa Universitária/ UFV, v.1, 1999, 416p.

ARAÚJO, P. G. L.; CAVALCANTE, R. A.; MOSCA, J. L.; ANSELMO, F. D. M.; SOUZA, M. C. Efeito de diferentes concentrações de ácido cítrico em batata minimamente processada acondicionada em atmosfera modificada e armazenada sob refrigeração. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, j. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.20, n.3, p.337-341, Campinas, 2000.

BAKAL, G. & DIAZ, A. The lowdown on Lauric Arginate. **Food Quality magazine**, fev./mar. 2005. Disponível em:< [www.foodquality.com](http://www.foodquality.com)>. Acesso em: 15 jun. 2005.

BANZZATTO, D. A. & KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, FUNEP, 1995, 247p.

BEARSON, S.; BEARSON, B.; FOSTER, J. W. Acid stress responses in enteobacteria. **FEMS Microbiology Letters**, v.147, n.2, p.173-180, fev. 1997.

BEUCHAT, L. R. & GOLDEN, D. A. Antimicrobials occuring naturally in foods. **Food Technology**, v.43, n.1, p.134-142, 1989.

BOOTH, I. R. Regulation cytoplasmic pH in bacteria. **Microbiological Reviews**, v.49, n.4, p.359-378, 1985. Disponível em:<[www.pubmedcentral.nih.gov/artclerender.fcgi?artid=373043&tools=bot](http://www.pubmedcentral.nih.gov/artclerender.fcgi?artid=373043&tools=bot)>. Acesso em: 22 jan. 2007.

BOURGEIOS, C. M.; MESCLE, J. F.; ZUCCA, J. **Microbiologia Alimentaria**. Zaragoza, Acribia, 1994, 437p.

BRANEN, A. L. & DAVIDSON, P. M. **Antimicrobials in foods**. New York, Marcel Dekker, Inc, 1983, 465p.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, M. P. A. & GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **J. Alim. Sci.**, v.73, p.3122-3130, 1995.

CAPITA, R.; ALONSO-CALLETA, C.; GARCIA-FERNANDEZ, M. C. *et al.* Aspectos de interés em la calidad microbiológica de la carne de pollo. **Eurocarne**, v.9, n.73, p.73-86, 1999.

CHESCA, A. C.; DA SILVA, N.; NAHAS, E.; OKAZAKI, M. M. Efeito de diferentes tratamentos de desinfecção sobre *Yersinia enterocolitica* inoculada em alface. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

COSTA NETO, P. L. O. Estatística. São Paulo: Edgard Bluches, 1977, 264p.

CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; BOREN, A. M. & BUCKLEY, D. J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, v.28, n.3, p.187-196, 1988.

DANTAS, T. M.; ANSELMO, F. D. M.; LIMA, C. R. M.; MOSCA, J. L.; SILVA, E. O. Vida de prateleira de agrião (*Nasturtium officinale* L.) minimamente processado e acondicionado em sacos plásticos sob atmosfera modificada com injeção de ar e vácuo. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

DREHMER, A. M. F. **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleira da carne suína**. 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de Alimentos**, Curitiba, Shampagnat, 1996, 123p.

EILERT, S. J. New packaging technologies for the 21st century. **Meat Science**, v.71, p.119-124, 2005.

ENFORS, S. O. & MOLIN, G. The influence of temperature on the growth inhibitory effect of carbon dioxide on *Pseudomonas fragi* and *Bacillus cereus*. **Can. J. Microbiol.**, v.27, n.1, p.15-9, 1981.

EYLES, M. J.; MOIR, C. J.; DAVEY, J. A. The effects of modified atmospheres on the growth of psychrotrophic pseudomonads on a surface in a model system. **Int. J. Food Microbiol.**, v.20, n.2, p.97-107, 1993.

FERNANDO, G. D. G. de; NYCHAS, G. J. E.; PECK, M. W.; ORDÓÑEZ, J. A. Growth/survival of psychrotrophic pathogens on meat packaged under modified atmospheres. **International Journal of Food Microbiology**, v.28, p.221-231, 1995.

FONTES, P. R.; GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; STRINGHETA, P. C. & PARREIRAS, J. F. M. Color evaluation of carbon monoxide treated porcine blood. **Meat Science**, v.68, n.4, p.507-513, 2004.

FRANCO, B. D. G. M. & LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Atheneu, 1996, 182p.

GERHARDT, U. **Aditivos e ingredientes: como coadjuvantes de la "kutter", emulgentes y estabilizadores de productos carnicos**. Zaragoza, Acríbia, 1988, p.148-198.

GILL, C. O. & JONES, T. The display life of retail packaged pork chops after their storage in master packs under atmospheres of N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, or O<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>. **Meat Science**, v.42, n.2, p.203-213, 1996.

GOETZ, H. & TERRA, N. N. Aumento da vida útil de carcaças de frango refrigeradas. **Rev. Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.54, p.51-55, 1998.

GOLDEN, D. A.; EYLES, M. J.; BEUCHAT, L. R. Influence of modified-atmosphere storage on the growth of uninjured and heat-injured *Aeromonas hydrophila*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, n.11, p.3012-3015, 1989.

GOMBOSSY, D. M. F.; LANDGRAF, F. M.; GOMBOSSY, B. D. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo, Atheneu, 1996, 182p.

GUAHYBA, A. S. **Tecnologia de carnes e derivados**. Colégio Martin Lhuther. São Paulo, 2003.

HAASUM, I., NIELSEN, P. V. Ecophysiological characterization of common food-borne fungi in relation to pH and water activity under various atmospheric compositions. **Journal of Applied Microbiology**, v.84, p.451-460, 1998.

HAMBY, P. I.; SAVELL, J. W.; ACUFF, G. R.; VANDERZANT, C.; CROSS, H. R. Spray-chilling and carcass decontamination systems using lactic and acetic acid. **Meat Science**, v.21, n.1, p.1-14, 1987.

HAYES, P. R. **Microbiologia e Higiene de los Alimentos**. Zaragoza, Acribia, 1993, 369p.

HOLLEY, R. A. & GILL, C. O. **Usos da embalagem em atmosfera modificada para carnes e produtos cárneos**. Disponível em: <[http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro\\_congresso/5.doc](http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro_congresso/5.doc)>-Acesso em: 22 jan. 2007.

HOOGERWERF, S. W.; KETS, E. P. W.; DIJKSTERHUIS, J. High-oxygen and high-carbon dioxide containing atmospheres inhibit growth of food associated moulds. **Letters in Applied Microbiology**, v.35, p.419-422, 2002.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997, 377p.

\_\_\_\_\_. **Ecología microbiana de los alimentos**. Zaragoza: Acribía, v.2, 1980, 989p.

JASPER, W.; PLACZER, R. **Conservation de la carne por el frio**. Zaragoza, Acribia, 1980, 131p.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern Food Microbiology**. Springer Science & Business Media, Inc., New York, N.Y. 2005, 790p.

JAYASINGH, P.; CORNFORTH, D. P.; CARPENTER, C. E. & WHITTIER, D. Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. **Meat Science**, v.59, p.317-324, 2001.

JEREMIAH, L. E. & GIBSON, L. L. The influence of controlled atmosphere and vacuum packaging upon chilled pork keeping quality. **Meat Science**, v.47, p.79-92, 1997.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **CRC - Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.28, p.1-30, 1989.

KINSMAN, D. M.; BREIDENSTEIN, B. C.; KOTULA, A. W. **Muscle Foods**. New York, Chapman & Hall, Inc, 1994, 573p.

KUMAR, N. & SINGHAL, O. Cholesterol oxides and atherosclerosis: a review. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.5, p.497-510, 1991.

LABADIE, J. Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an and ecological niche. **Meat Science**, v.52, n.1, p.299-305, 1999.

LANARA (Laboratório Nacional de Referência Animal). **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. Métodos Microbiológicos**. Brasília, 2003.

LIAO, M. I. & SEIB, P. A. Chemistry of L-ascorbic acid related to foods. **Food Chem.**, v.30, p.289-312, 1988

LIMA, J. ICMSF, **Ecología microbiana de los alimentos – Ácidos Orgânicos**. Zaragoza, Acribía, v.1, 1980.

\_\_\_\_\_. **Ecología microbiana de los alimentos. Glossário de Carlos von der Becke, Ácido acético em alimentos**. Zaragoza, Acribía, v.1, 2003.

LIVINGSTON, M.; BREWER, S. M.; KILLIFER, J.; BIDNER, B. & MCKEITH, F. Shelf life characteristics of enhanced modified atmosphere packaged pork. **Meat Science**, v.68, p.115-122, 2004.

LOPES, M. M.; MACEDO, B. T.; SOUZA, V. G.; CONTE-JÚNIOR, C. A.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T.; PARDI, H. S. & MANO, S. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de lingüiça frescal de frango. **Rev. Higiene Alimentar**, v.18, n.126/127, p.60-65, 2004.

LÓPEZ, M. C.; REITER, M. G. R.; CRISTOFOLINI, G.; STINGHEN, A.; MATA, C. M. Supervivência de la biota aerobica mesòfila en carne de cerdo picada adicionada de bioconservadores. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

LUÑO, M.; BELTRÁN, J. A. & RONCALÉS, P. Shelf life extension and color stabilization of beef in a low O<sub>2</sub> atmosphere containing CO<sub>2</sub> loin steaks and ground meat. **Meat Science**, v.48, n.1/2, p.75-84, 1998.

LUÑO, M.; RONCALÉS, P.; DJENANE, D. & BELTRÁN, J. A. Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmosphere containing different low CO concentrations. **Meat Science**, v.55, p.413-419, 2000.

MACA, J. V.; MILLER, R. K.; BIGNER, M. E.; LUCIA, L. M. ACUFF, G. R. Sodium lactate and storage temperature effects on shelf life of vacuum packaged beef top rounds. **Meat Science**, v.53, p.23-29, 1999.

MACHADO, I. C. Alterações “post mortem” no pescado. In: SIMPÓSIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICO, QUÍMICO, FÍSICO E ORGANOLÉPTICO DE PESCADO E DERIVADOS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, Brasil, 1994, p. 1-10.

MAGALHÃES, A. U. de. **Avaliação do uso de atmosferas modificadas contendo CO em porcinados de suínos**. 2006. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 2006.

MALAVOTA, L. C. M.; CONTE-JUNIOR, C. A.; STUSSI, J. S. P.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Análise microbiológica de lingüiça de frango embalada em atmosfera modificada. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

MANO, S. B.; PEREDA, J. A.O. & FERNANDO, G. D. G. Aumento da vida útil e microbiológica da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência et Technologie Alimentaires**, v.22, n.1, p.1-10, 2002.

MANOEL, L.; CAMPOS, A. J.; VIEITES, R. L.; JÚNIOR, E. R. D. Utilização de ácido ascórbico na conservação de couve-flor "minimamente processadas", armazenadas sob refrigeração em diferentes embalagens. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

MEDEIROS, M. H. G.; LOUREIRO, A. P. M. & CARVALHO, V. M. Lesões em DNA produzidas por produtos secundários da peroxidação lipídica. **Rev.Med.**, v.75, p.16-25, 1996.

MELLO, R. V. **O uso de descontaminantes na conservação de carcaças de frangos resfriados**. 1992. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 1992.

MELLO, R. & TERRA, N. N. Ácido ascórbico e láctico na conservação de carcaças de frango resfriadas. **Rev. Higiene Alimentar**, São Paulo, v.8, n.34, p.39-43, 1994.

MENDONÇA, A. F.; KRAFT, A. A. & WALKER, H. W. Microbiological, chemical and physical changes in fresh, vacuum packaged pork treated with organic acids and salts. **Journal of Food Science**, v.54, n.1, p.18-21, 1989.

NETO, M. P. Embalagem de carnes e produtos cárneos. **Rev. Nacional da Carne**, ano XXIX, n.341, p.52-64, 2005.

NORTJE, G. L. & NAUDE, R. T. Microbiology of the beef carcass surface. **J. Food Prot., Ames**, v.44, n.5, p.355-358, 1988.

ÖSTLING, C. E. & LINDGREN, S. E. Inhibition of enterobacteria and *Listeria* growth by lactic, acetic and formic acids. **J. Appl. Bacteriology**, v.75, p.18-24, 1993.

PRANDL, O.; FISHER, A.; SCHMICHOFER, T.; SINELL, H. J. *Tecnología e higiene de la carne*. XXIV ed., Zaragoza, Acribia, 1994, 854p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; E. R. *et al.* **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação**. 1ed., v.1, Niterói, EDUFF - Universitária, 1995, 574p.

PELOSO, J. V. Qualidade da carne. **Rev. Suinocultura Industrial**. n.138, 1999.

PRICE, J. F. & SCHWEIGERT, B. S. **Ciência de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza, Acribia, 1976, 668p.

\_\_\_\_\_. **Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos**. 2ª ed., Zaragoza, Acribia, 1994, 581p.

PRASAI, R. K.; ACUFF, G. R.; LUCIA, L. M.; MORGAN, J. B.; MAY, S. G.; SAVELL, J. W. Microbiological effects of acid decontamination of pork carcasses at various locations in processing. **Meat Science**, v. 32, n.4, p.413-423, 1992.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C<sub>18</sub> method for



measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.40, p.2182-2185, 1992.

RICHARDSON, I. Case ready Red Meat Packaging Technology. In: PROCEEDINGS OF THE 49<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1-5 September, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, Brasil, Journal of Food Technology, especial Issue, 2003, p. 148-155.

ROÇA, R. O. **Refrigeração**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. Fazenda Experimental Lageado - FCA. Botucatu, SP, FCA – UNESP, 2000.

ROÇA, R. O. & SERRANO, M. A. Operações de abate. **Rev. Higiene Alimentar**, v.8, n.34, p.42-49,1994.

RODRIGUES, R. M.; MUJICA, P. Y. C.; LIMA, C. S. S.; FEITOSA, A. C.; OLIVEIRA, R. B. Efeito do ácido acético sobre as características sensoriais e físico-químicas de filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) salgados e secos. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

ROITMAM, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J.L. **Tratado de microbiologia**. São Paulo, Manole, 1987, 186p.

ROQUE-SPECHT, V. F. & VANIN, B. D. Avaliação da adição de ácido láctico sobre a vida de prateleira de lingüiça frescal de carne de frango. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

ROSA, V. P. & PORTO, E. Efeito da irradiação gama sobre a população de *Staphylococcus coagulase positiva* e *Escherichia coli* em queijos minas frescal embalados sob diferentes atmosferas. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – CBCTA, 2004, Recife. **Anais...** Recife, Brasil, 2004, CD-ROM.

SECCO, S. **Aspecto higiênico-sanitário do abate e desossa de suínos**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 2004.

SHRESTHA, S. & MIN, Z. Effect of lactic acid pretreatment on quality of fresh pork packed in modified atmosphere. **Journal of Food Engineering**, v.72, p.254-260, 2006.

SILVA, J. A. Microrganismos patogênicos em carne de frango. **Rev. Higiene Alimentar**, n.58, out. 1998. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/ha0019.htm>>. Acesso em: 22 jan. 2007.

SILVA, J. A. & BERAQUET, N. J. Extensão da vida de prateleira do "tensor da fásia lata" da carcaça bovina. **Rev. Ciênc. e Tecnol. de Alim.**, v.13, n.1, p. 94-102, 1993.

SILVA, J. A.; SOARES, F. L. & COSTA, L. E. Sanitização de carcaças de frango com soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão. **Rev. Tecn. De Carnes**. Campinas, SP. v.23, n.1, p.19-26, 2001.

SILVEIRA, I. A.; CARVALHO, E. P. & TEIXEIRA, D. Influência de microrganismos psicotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado. Uma revisão. **Rev. Higiene Alimentar**, v.12, n.55, p.21-27, 1998.

SIQUEIRA, R. S. de. **Manual de microbiologia de alimentos**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ). Brasília: EMBRAPA - SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1995, 159 p.

SOCCOL, M. C. H.; OETTERER, M.; GALLO, C. R.; SPOTO, M. H. F.; BIATO, D. O. Effects of Modified Atmosphere and Vacuum on the Shelf Life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets. **Braz. J. Food Technol.**, v.8, n.1, p.7-15, 2005.

SØRHEIM, O.; GRINI, J. A.; NISSEN, H.; ANDERSEN, H. J. & LEA, P. Pork loins stored in carbon dioxide. Colour and microbiological shelf life. **Fleischwirtsch**, v.75, p.679-681, 1995.

SØRHEIM, O.; NISSEN, H. & NESBAKKEN, T. The storage life of beef and pork packaged in atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide. **Meat Science**, v.52, p.157-164, 1999.

SØRHEIM, O.; TORE, A. & TRULS, N. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified atmosphere packaging of meat. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, p.307-312, 1997.

TERRA, N. N. & BRUM, M. A. **Carnes e seus Derivados: Técnicas de Controle de Qualidade**. São Paulo, Nobel, 1988, 119p.

TERRA, N. N. & FRIES, L. L. M. **A qualidade da carne suína e sua industrialização**. I Conferência Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicações/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicações/anais00cv_portugues.pdf)>. Acesso em: 22 jan. 2007.

TORRES, E. A. F. S. Oxidação lipídica em carnes: uma revisão. **Bol. Soc. Bras. Cienc. Technol.**, v.22, p.53-71, 1988.

TORRES, E. A. F. S. & FERRARI, C. K. B. Fatores físicos e bioquímicos da industrialização, preparo e armazenamento de alimentos e sua relação com radicais livres e a oxidação lipídica. **Rev. Higiene Alimentar**, v.11, n.68-69, p.19-25, 2000.

VARNAN, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos carnicos - Tecnologia, Química y Microbiologia**. Zaragoza, Acribia, 1998, 423p.

VIANA, E. S.; GOMIDE, L. A. M. & VANETTI, M. C. D. Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork. **Meat Science**, v.71, p. 696-705, 2005.

WEBER, M. G. & ANTIPATIS, C. **Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E.** II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína – nov./dez. 2001. Disponível em:  [<www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicações/anais01cv2\\_pt.pdf>](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicações/anais01cv2_pt.pdf). Acesso em: 22 jan. 2007.

## 8 APÊNDICE

### 8.1 APÊNDICE A – Ficha de análise sensorial correspondente à costela suína crua – Teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos.

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra de acordo com as propriedades solicitadas utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.

- 1- Desgostei muitíssimo
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei
- 4- Não gostei/Nem desgostei
- 5- Gostei
- 6- Gostei muito
- 7- Gostei muitíssimo

	391	469	583	625	702
COR					
ODOR					

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**8.2 APÊNDICE B – Ficha de análise sensorial correspondente à costela suína assada – Teste de aceitabilidade utilizando escala hedônica de sete pontos.**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra de acordo com as propriedades solicitadas utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei
4. Não gostei/Nem desgostei
5. Gostei
6. Gostei muito
7. Gostei muitíssimo

	391	469	583	625	702
COR					
ODOR					
SABOR					
TEXTURA					
ACEITABILIDADE					

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**8.3 APÊNDICE C – FIGURAS – Fotos tiradas antes da análise sensorial correspondente à costela suína crua, durante o 2º Ensaio.**



**8.4 APÊNDICE D – FIGURAS – Fotos tiradas antes da análise sensorial correspondente à costela suína assada, durante o 2º Ensaio.**



**8.5 APÊNDICE E – FIGURAS – Fotos tiradas das amostras embaladas, no local de armazenagem, antes da realização das análises, durante o 2º Ensaio.**





# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)