

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos**

**QUEBRA DE PESO DAS CARÇAÇAS E
ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA
CARNE SUÍNA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ana Maria Furtado Drehmer

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**QUEBRA DE PESO DAS CARÇAÇAS E ESTUDO DA
VIDA DE PRATELEIRA DA CARNE SUÍNA**

por

Ana Maria Furtado Drehmer

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Qualidade dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Orientador: Prof^a Leadir Lucy Martins Fries
Co-Orientador: Prof Nelcindo Nascimento Terra**

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos
Alimentos**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**QUEBRA DE PESO DAS CARÇAÇAS E ESTUDO DA VIDA DE
PRATELEIRA DA CARNE SUÍNA**

elaborada por

Ana Maria Furtado Drehmer

Como requisito para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Leadir Lucy Martins Fries, PhD
(Presidente/Orientadora)

Ernesto Kubota, Dr. (UFSM)

Djalma Dias da Silveira, Dr (UFSM)

Santa Maria, 21 de fevereiro de 2005

OFEREÇO E DEDICO

Aos meus pais Germano e Telma que deram-me a vida e o incentivo constante à minha formação.

À minha filha Ana Carolina, sempre compreensiva, amorosa e companheira.

À minhas irmãs Angela e Amanda sempre carinhosas e amigas.

Ao Danilo meu esposo e companheiro que esteve ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha existência.

À minha orientadora professora doutora Leadir Lucy Martins Fries, agradeço a oportunidade e a confiança de ser minha orientadora e pelo acompanhamento do trabalho realizado.

Ao meu co-orientador professor doutor Nelcindo Nascimento Terra, agradeço o meu interesse pela indústria da carne, agradeço pela amizade, orientação, apoio e incentivo à pesquisa durante todo o curso.

Ao frigorífico que oportunizou a realização deste trabalho.

Aos funcionários do frigorífico, agradeço a paciência e o auxílio nos trabalhos de campo.

À Luiza Helena Hecktheuer, pela amizade, atenção dispensada durante o curso e auxílio na elaboração da análise sensorial.

À Liana Inês Guidolin Milani, pela amizade e acompanhamento das análises microbiológicas.

Aos colegas e amigos pela convivência e os quais de uma forma ou de outra colaboraram nas análises: Karla Nunes Pereira, Paulo César Campagnol, Diala Urnau, Eliane De Carli, Janisse Crestani, Fabiane Ziegler e Patrícia Malheiros

À minha colega Sandra Secco pelo incentivo deste trabalho.

Ao Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (UFSM-RS), pela oportunidade de realização deste trabalho.

À CAPES pelo auxílio bolsa mestrado

Aos funcionários do Departamento pela amizade e compreensão.

À todos os participantes das análises sensoriais.

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

RESUMO

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

QUEBRA DE PESO DAS CARÇAÇAS SUÍNAS E ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA CARNE

AUTORA: ANA MARIA FURTADO DREHMER

ORIENTADORA: LEADIR LUCY MARTINS FRIES

CO-ORIENTADOR: NELCINDO NASCIMENTO TERRA

Data e local da defesa: Santa Maria, 21 de fevereiro de 2005

O resfriamento das carcaças suínas é um dos aspectos de grande relevância para a qualidade final da carne. Com o objetivo de diminuir a quebra de peso e aumentar a vida de prateleira da carne suína, foram realizados dois experimentos distintos na câmara de resfriamento. No primeiro carcaças suínas foram aspergidas com água em tempos diferenciados, durante 17 horas de permanência na câmara de resfriamento e foi avaliado a porcentagem de quebra de peso das mesmas. No segundo experimento estudou-se a aspensão com soluções de ácidos orgânicos em concentrações diferenciadas durante o resfriamento. Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, psicrotóxicos, coliformes totais e fecais, determinação do pH, oxidação lipídica e análise sensorial foram realizadas. No experimento 1, o resfriamento com água em tempos intermitentes de 60/20 segundos do aspersor ligado/desligado, foi o que mostrou os menores índices de quebra de peso, sem com isto interferir na qualidade aparente e microbiológica das carcaças suínas. No experimento 2, o tratamento com a solução de ácidos orgânicos constituída por 1% de ácido láctico, 0,80% de ascórbico, 1% de cítrico e 1% de acético evidenciou um expressivo controle microbiológico (redução de 3 ciclos logarítmicos) em relação aos cortes controle ($p < 0,05$), bem como os menores índices de pH e um importante e significativo controle da oxidação lipídica, ao final de 14 dias de armazenamento refrigerado. As características sensoriais da carne suína "in natura" e assada não foram alteradas. Através dos resultados obtidos, pôde-se estabelecer novas propostas para a indústria reduzindo a porcentagem de quebra de peso, com maior rendimento e aumento da vida de prateleira da carne suína. Assim, a indústria poderá oferecer produtos seguros e com a qualidade desejada pelo consumidor.

ABSTRACT

Master Degree Dissertation
Programa de Pós-Graduação de Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

QUEBRA DE PESO DAS CARÇAÇAS E ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA CARNE SUÍNA

(CARCASS WEIGHT LOSS AND STUDY OF PORK MEAT SHELF-LIFE)

AUTHOR: ANA MARIA FURTADO DREHMER

ADVISER: LEADIR LUCY MARTINS FRIES

CO-ADVISER: NELCINDO NASCIMENTO TERRA

Date e Place of the Defense: February, 21, 2005

The chilling process of pig carcasses is one of great relevant aspect of the final meat quality. Therefore, to reduce weight loss and to increase the shelf life of the pig meat, two distinct experiments were designed in a chilling chamber. In the first experiment, pig carcasses were spray-chilling with water in a differences time, during 17 hours at the chilling chamber and the percentage of weight loss was evaluated. In the second experiment, it was studied the spray-chilling aspersion with organic acid solutions with differences concentrations during the cold storage. Mesophyllic and psychrotrophic aerobic microorganisms counts, total and fecal coliforms enumeration, pH and lipidic oxidation determination and sensorial analyses were evaluated. In the first experiment, the chilling process using water spray by intermittent times of 60/20 seconds whith aspensor on/off, was the smallest indexes of weight loss without interfere on apparent and microbiological pig carcass quality. In the second experiment the treatment with organic acid solution constituted by 1% of acid lactic, 0,80% of ascorbic acid, 1% of citric acid and 1% of acetic acid showed an expressive microbiological control (reduction of 3 logarithmic cycles) when compared to the meat cuts control ($p < 0,05$), as well as the smallest pH indexes and a significant lipidic oxidation control, at the end of 14 days of storage. The sensorial characteristics of the raw pig meat and the cooked ones did not suffer alterations. Therefore, new propositions was established to the industry by decreasing the percentage of weight loss and to increasing the pig meat shelf-life. This way, safely products with desired quality can be offer to the consumer.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Efeito da umidade relativa final da câmara de resfriamento decorrentes do tempo de aspersão com água na quebra de peso das carcaças suínas 49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Porcentagem de quebra de peso, temperatura das carcaças suínas, temperatura e umidade relativa da câmara de resfriamento, após cinco tratamentos de aspersão com água com variação no tempo	48
TABELA 2 – Contagem total de microrganismos mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	51
TABELA 3 – Contagem total de microrganismos mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	51
TABELA 4 – Contagem total de microrganismos mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, Acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	52
TABELA 5 – Contagem total de microrganismos psicrotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	54
TABELA 6 – Contagem total de microrganismos psicrotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	55
TABELA 7 – Contagem total de microrganismos psicrotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00%	

+ ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, Acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	56
TABELA 8 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	57
TABELA 9 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	58
TABELA 10 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	59
TABELA 11 – Teores de ácido 2-tiobarbitúrico em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	60
TABELA 12 – Teores de ácido 2-tiobarbitúrico em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	61
TABELA 13 – Teores de ácido 2-tiobarbitúrico em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	62
TABELA 14 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	63
TABELA 15 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	64

TABELA 16 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$), durante 14 dias	65
TABELA 17 – Análise dos atributos sensoriais em cortes de carne suína “in natura”, decorrentes da aplicação de três tratamentos com ácidos orgânicos em função do tempo de refrigeração à $4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$	68
TABELA 18 – Análise dos atributos sensoriais em cortes de carne suína assado, decorrentes da aplicação de três tratamentos com ácidos orgânicos em função do tempo de refrigeração à $4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}$	69

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Carcaças suínas na câmara de resfriamento	107
APÊNDICE B – Sala de corte e desossa	108
APÊNDICE C – Planilha de controle de quebra de peso	109
APÊNDICE D – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “in natura” – Teste pareado	110
APÊNDICE E – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “cozido” – Teste pareado	111
APÊNDICE F – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “cozido” – Teste triangular	112
APÊNDICE G – Análise sensorial da carne suína “in natura” – Teste pareado	113
APÊNDICE H – Análise sensorial da carne suína “assada” – Teste pareado	114
APÊNDICE I – Análise sensorial da carne suína “assada” – Teste triangular	115

SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ANEXOS.....	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Objetivos gerais	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 Os frigoríficos e o abate suíno.....	5
3.1.1 Período <i>ante mortem</i>	5
3.1.1.1 Jejum	6
3.1.1.2 Transporte	6
3.1.1.3 Período de repouso	7
3.1.1.4 Insensibilização	8
3.1.2 Período do abate ou <i>mortem</i> do suíno	9
3.1.2.1 Sangria	9
3.1.2.2 Remoção das cerdas	9
3.1.2.3 Evisceração	10
3.1.3 Período pós-abate ou <i>pós mortem</i>	11
3.2 Medidas de qualidade da carne nas carcaças	11
3.2.1 Alterações <i>post mortem</i> e a qualidade da carne	12
3.2.1.1 Carne PSE	14
3.2.1.2 Carne DFD	16

3.2.2	Influência dos fatores da refrigeração sobre a qualidade da carne	17
3.2.2.1	Tratamento pelo frio	17
3.3	Parâmetros físico-químicos no controle de qualidade da carne	20
3.3.1	pH da carne	20
3.3.2	Oxidação lipídica da carne	22
3.3.2.1	Definição	22
3.3.2.2	Mecanismo da oxidação lipídica	23
3.3.2.3	Formação de malonaldeído	25
3.3.2.4	Efeitos da oxidação de lipídios na qualidade da carne	27
3.3.2.5	Efeitos tóxicos da oxidação lipídica	27
3.4	Microbiota da carne	29
3.4.1	Microrganismos indicadores	31
3.4.1.1	Coliformes totais	32
3.4.1.2	Coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i>	32
3.4.2	Indicadores gerais de contaminação do alimento	33
3.4.2.1	Microrganismos aeróbios mesófilos	33
3.4.2.2	Microrganismos psicotróficos	34
3.5	Ácidos orgânicos	34
3.5.1	Definição	34
3.5.2	Natureza e utilidade dos ácidos orgânicos	35
3.5.3	Efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos	38
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	Descrição do local dos experimentos	40
4.2	Descrição dos experimentos	40
4.3	Experimento 1: Controle de quebra de peso das carcaças suínas, na câmara de resfriamento	41
4.3.1	Cálculo da porcentagem de quebra de peso das carcaças	41
4.3.2	Análise estatística	42
4.4	Experimento 2: Aspersão das carcaças com solução de ácidos orgânicos na câmara de resfriamento	42
4.4.1	Análises microbiológicas	43
4.4.1.1	Preparação das amostras	43
4.4.1.2	Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos	43
4.4.1.3	Contagem total de microrganismos psicotróficos	43

4.4.1.4 Contagem de coliformes totais	44
4.4.1.5 Contagem de coliformes fecais – <i>Escherchia coli</i>	44
4.4.2 Análises físico-químicas	44
4.4.2.1 Determinação de pH	44
4.4.2.2 Determinação do índice de TBA.....	45
4.4.3 Análise estatística	45
4.4.4 Análise sensorial	46
4.4.4.1 Análise estatística	46
4.4.5 Análise da vida-de-prateleira	46
5 RESULTADOS	48
5.1 Experimento 1: Asprsãocom águaem carcaças suínas durante resfriamento e os efeitos no índice de quebra de peso	48
5.2 Experimento 2: Aspensão das carcaças suínas com a solução de ácidos orgânicos na câmara de resfriamento	50
5.2.1 Aspensão de ácidos orgânicos e a qualidade microbiológica da carne suína	50
5.2.1.1 Microrganismos aeróbios mesófilos	50
5.2.1.2 Microrganismos psicrotróficos	53
5.2.1.3 Microrganismos coliformes totais	56
5.2.1.4 Microrganismos coliformes fecais	59
5.2.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade físico-química da carnesuína armazenada sob refrigeração	60
5.2.2.1 Oxidação lipídica (Número de TBA)	60
5.2.2.2 Valores de pH.....	63
5.2.3 Efeito dos tratamentos sobre as características sensoriais da carne suína	65
6 DISCUSSÃO	70
6.1 Experimento 1- Efeito dos tratamentos de aspensão com água sobre a quebra de peso das carcaças suínas no resfriamento	70
6.2 Experimento 2- Aumento da vida de prateleira da carne suína pela aspensão de ácidos orgânicos	73
6.2.1 Ação dos ácidos sobre a qualidade microbiológica da carne suína	74
6.2.1.1 Ácidos orgânicos e os microrganismos aeróbios mesófilos	74
6.2.1.2 Ácidos orgânicos e os microrganismos psicrotróficos	76

6.2.1.3 Ácidos orgânicos e os microrganismos coliformes totais	78
6.2.1.4 Ácidos orgânicos e os microrganismos coliformes fecais.....	81
6.2.2 Ácidos orgânicos e suas implicações sobre a qualidade físico-química da carne suína	81
6.2.2.1 Ácidos orgânicos e o controle da oxidação lipídica	81
6.2.2.2 Ácidos orgânicos e sua influência no pH.....	86
6.2.3 Ácidos orgânicos e as alterações organolépticas da carne suína	90
7 CONCLUSÕES	94
8 SUGESTOES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
APÊNDICES	106

1 INTRODUÇÃO

A carne suína é hoje a proteína animal mais consumida no mundo, tendo ultrapassado a preferência dos consumidores pela carne bovina no ano de 1979. Ainda assim, a carne suína é menos comercializada a nível mundial (importação e exportação) do que a carne bovina e a carne de frango (ELAM,1997). Há algumas décadas atrás considerada como uma carne “gorda e forte”, a carne suína passou e ainda passa, por transformações na sua produção e vem proporcionando uma nova imagem aos consumidores.

No Brasil o consumo de carne suína tem aumentado significativamente nos últimos anos devido, principalmente, às grandes campanhas de esclarecimento ao público, sobretudo em relação às questões de interesse para a saúde do consumidor. A qualidade da carne é o fator a ser controlado para que o consumidor possa usufruir dos benefícios. Muitas são as variáveis a serem controladas.

Atender a todas as especificações de qualidade é sem dúvida o principal desafio da indústria da carne suína. O termo “qualidade da carne” é empregado e interpretado de diferentes maneiras, segundo o ponto de vista e interesse do produtor, da indústria, do comércio e do consumo. No passado, a qualidade da carne era determinada subjetivamente através dos atributos sensoriais. Atualmente, a qualidade da carne, em um sentido mais amplo, pode ser avaliada sob outras características: composição química, estrutura morfológica, propriedades físicas e químicas, qualidades bioquímicas, contaminação microbiana, propriedades sensoriais, valor nutritivo, propriedades tecnológicas para o processamento, qualidades higiênicas e propriedades culinárias (PELOSO, 1999).

Um dos critérios que determina a qualidade final da carne é o tratamento pós-abate o qual leva os frigoríficos a implementarem diferentes rotinas no tratamento das carcaças. Estes tratamentos, inclusive, fazem parte em maior ou menor magnitude dos programas de Garantia de Qualidade (Quality Assurance Schemes), adotados pelas fábricas de produtos de carne de origem suína.

Com relação as práticas utilizadas no tratamento pós-abate das carcaças e de uma forma quase convencional nos frigoríficos espalhados pelo mundo, pode-se considerar o momento da sangria do suíno atordoado, como o ponto de partida deste padrão de tratamento das carcaças. Pode-se considerar ainda a entrada e

saída das carcaças nas câmaras de resfriamento, como o ponto final deste mesmo padrão de tratamento das carcaças. No tratamento pós-abate pode-se dizer que o resfriamento das carcaças é um dos aspectos de grande relevância para a qualidade final da carne. Através do controle das condições ambientais da câmara, principalmente umidade relativa e temperatura, poderá estar sendo controlado parâmetros físicos-químicos e microbiológicos de qualidade das carcaças (PELOSO, 1999).

O uso adequado do frio e umidade relativa da câmara contribuem para diminuir as perdas de peso por exsudação e retardam tanto o crescimento microbiano como reações químicas e enzimáticas que provocam alterações da carne (URBAIM, 1994). Os microorganismos presentes na superfície das carcaças dependem do grau de higienização do abatedouro, bem como das condições que podem determinar o crescimento microbiano após o abate do animal (SILVA & BERAQUET, 1993).

A contaminação microbiana pode ser a principal responsável tanto por perdas econômicas, provocadas pela deterioração da carne, como também problemas ligados à saúde do consumidor. Reduzir ou eliminar a incidência desses contaminantes é o que vem buscando a pesquisa integrada à indústria.

A utilização de agentes químicos na sanitização de carcaças de animais recém-abatidos, destinados ao consumo humano, tem sido exaustivamente estudado, na busca de reduzir a presença de microorganismos patogênicos e deterioradores (BARUA & SHELEF, 1980). Alguns destes agentes de sanitização são os ácidos orgânicos, os quais podem ser empregados para diminuir a contaminação microbiana, através da aspersão nas carcaças de animais de abate (SILVA, SOARES & COSTA, 2001; ANDERSON, MARSHALL & DICKSON, 1992).

Segundo Corlett Jr & Brown (1980), a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos de forma geral resulta da ação lipofílica durante a qual os íons de hidrogênio penetram a membrana celular do microorganismo acidificando o seu interior e inibindo o transporte de nutrientes.

A aspersão de ácidos fracos combinados em carcaças suínas, nas câmaras de resfriamento, podem levar a um aumento da vida de prateleira dos cortes, bem como estes ácidos orgânicos são recomendados pelo fato de possuírem alta toxicidade contra microorganismos e baixa contra seres humanos (ADAMS & HALL, 1988).

Desta forma a indústria da carne enfrenta novos desafios através da pesquisa, na busca de novas tecnologias e sistemas que diminuam as perdas econômicas e garantam produtos mais seguros e com a qualidade desejada pelo consumidor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Controle de peso das carcaças suínas na câmara de resfriamento, descontaminação e aumento da vida de prateleira dos cortes.

2.2 Objetivos específicos:

- Diminuir a “quebra” de peso das carcaças suínas pela aspersão de água em tempos intermitentes durante o resfriamento;
- Diminuir a carga microbiana das carcaças suínas pela aspersão de soluções de ácidos orgânicos durante o resfriamento;
- Aumentar a vida de prateleira dos cortes das carcaças de suínos pela utilização das soluções de ácidos orgânicos, com esperada diminuição das perdas por deterioração e garantia ao consumidor de um produto de qualidade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Os frigoríficos e o abate suíno

Matadouros frigoríficos são estabelecimentos dotados de instalações completas e equipamentos adequados para o abate, manipulação, preparo e conservação de espécies de açougue sob variadas formas, com o aproveitamento completo racional e perfeito dos sub-produtos não comestíveis, possuindo instalações completas de frio industrial (ROÇA & SERRANO, 1994). O abate pode ser considerado, a princípio, como um processo de separação dos músculos das porções muito contaminadas, como o trato gastro intestinal e a pele.

Com relação à higiene, as Boas Práticas Industriais (“GMP”- “Good Manufacturing Practices”), durante o abate incluem todas as medidas que objetivam a produção de carne com o mínimo possível de contaminação. Desta forma, Snijders (1988), propõe as seguintes medidas: medidas higiênicas durante o transporte; inspeção *ante mortem* e separação dos animais sadios e doentes; divisão do processo de abate para minimizar a contaminação cruzada; resfriamento adequado e manipulação da cadeia do frio durante a desossa, corte e transporte; limpeza e sanitização eficiente controlados por exames microbiológicos; treinamento e instrução de pessoal; controle eficiente da higiene durante o processo de abate.

Por ocasião do abate, todo o cuidado é tomado para que a carne chegue ao consumidor com qualidade e principalmente, de forma segura do ponto de vista sanitário. As medidas de qualidade iniciam-se no pré-abate ou *ante mortem*, seguindo para o abate e pós-abate ou *pos mortem*.

3.1.1 Período *ante mortem*

O período *ante mortem* inclui uma série de eventos e operações, como jejum, o transporte, a espera no matadouro e o próprio sacrifício que atuam isoladamente ou em conjunto e afetam de alguma forma os processos metabólicos. O estudo desses

fatores ajudam a explicar as variações da qualidade da carne (ROÇA & SERRANO, 1994).

As condições ambientais são as principais fontes de estresse na qual o suíno enfrenta tirando energia do glicogênio muscular. Se não houver um adequado manejo por parte do homem, produzir-se-á uma irreversível redução do estado de bem estar do animal e como conseqüência menor qualidade da carne suína.

3.1.1.1 Jejum

No período pré-abate ou *ante mortem* o jejum favorece o bem estar dos animais durante transporte e previne perigos de contaminação cruzada durante a evisceração permitindo desta forma maior estabilidade da cor e retenção de água. Com a finalidade de reduzir a incidência de carnes exsudativas e melhorar as principais características de qualidade (pH, cor e textura), considera-se ótimo intervalo de jejum entre 16-24 horas, para evitar que a falta de suporte alimentício, em períodos maiores de jejum, faça com que o animal utilize suas próprias reservas de glicogênio e de gordura para a manutenção de seu metabolismo, e para enfrentar os esforços musculares a que será submetido no período *ante mortem* (CALVAR & PELLOIS, 1987).

A correta aplicação desta fase depende das condições psicofísicas do animal durante a sucessiva operação do transporte. Com o objetivo de melhorar a qualidade da carne, os tempos recomendados estão incluídos entre um mínimo de 6 horas e um máximo de 24 horas de jejum antes do carregamento. Por outro lado, se este jejum for muito prolongado (> 16 horas antes da carga), poderá levar a um rápido esgotamento do glicogênio muscular determinando um aumento do pH final (TERRA, 1998).

3.1.1.2 Transporte

O transporte para o matadouro é uma fase fonte de estresse em si, como demonstrado pela maior porcentagem de carnes Pale Soft Exudative (PSE), em suínos submetidos ao transporte em relação aos não-transportados. A temperatura e

densidade de transporte ($m^2/100Kg$), são dois fatores chaves para assegurar o bem estar e a qualidade final da carne. O escasso espaço durante o transporte pode levar a um aumento da temperatura no interior do caminhão, e como consequência, uma maior agressividade (NIELSEN, 1982).

O espaço recomendado pela Comunidade Européia é de $0,42 m^2/100 Kg$. Este espaço deve ser incrementado 10%, em casos de temperaturas superiores a $25^\circ C$ e deve ser de $0,47 m^2/ Kg$, quando o transporte tiver duração maior que 24 horas. Recomenda-se efetuar transportes durante a madrugada, no verão (TERRA, 1998).

3.1.1.3 Período de repouso

Uma vez chegado ao matadouro e descarregado do caminhão, o suíno extremamente cansado ou estressado pelos tratamentos prévios necessita descarregar o ácido láctico e beneficiar-se de um período de descanso e tranquilidade para restabelecer o equilíbrio homeostático (TERRA, 1998).

Suínos sacrificados logo após sua chegada ao matadouro podem produzir mais de 40% de carcaças PSE. A etapa de espera permite ao animal recuperar-se do estresse do transporte e recuperação do glicogênio consumido com claros benefícios. No entanto se mal aplicado pode representar um estresse adicional capaz de afetar irreversivelmente o estado fisiológico e físico do suíno. Em geral, o intervalo de espera de 2-4 horas é recomendado no caso de animais que tenham percorrido uma distância de aproximadamente 100 Km. Espera menor que 2 horas demonstrou ter produzido um aumento de até 22% em carnes exsudativas. (TERRA, 1998).

No entanto, se as condições ambientais forem muito adversas, ou seja temperatura maior que $35^\circ C$ e umidade relativa do ar menor que 85%, é recomendado sacrificar os animais em 30 minutos após sua chegada no matadouro. Nos casos de temperaturas ambientais superiores a $10^\circ C$, mas com umidade relativa do ar baixa, recomenda-se banhar os suínos, através de aspersão, com água fria (aproximadamente $9^\circ C$), na espera, com o objetivo de eliminar o excesso de calor corporal e reduzir com isto a produção de carne PSE (SANTOS *et al.*, 1994).

3.1.1.4 Insensibilização

O atordoamento, elétrico ou com gás, é possivelmente o fator *ante mortem* que mais afeta o desenvolvimento da glicólise *pós mortem*, pois se mal-efetuado, pode produzir um aumento do nível de catecolaminas e violentas contrações musculares (convulsões) (TERRA, 1998). O atordoamento elétrico se desenvolve através de uma intensa despolarização dos neurônios, seguida por uma elevada e descoordenada atividade muscular.

O atordoamento é a fase na qual o suíno está inconsciente, porém, como este pode recuperar rapidamente sua consciência, a sangria tem que ser realizada dentro de 15 segundos, isto evitará com que ocorra o salpicamento hemorrágico e a carne PSE garantindo melhor qualidade da carcaça (ROÇA & SERRANO, 1994).

Os dados sobre as interações entre o atordoamento elétrico e a qualidade da carne são contraditórios, tendo em vista que o resultado depende das combinações entre tempo e voltagem. Alguns experimentos têm mostrado que utilizando voltagens elevadas acelera-se a glicólise *post mortem*, enquanto outras pesquisas têm demonstrado que tempos de atordoamento curtos e voltagens elevadas afetam positivamente a normal caída do pH *post mortem* (PARDI *et al.*, 1995).

Pardi *et al.* (1995) demonstra através de experimento, que o suíno deve sofrer um estado epilético para entrar em inconsciência indolor e que o insensibilizador, para induzi-lo a este estado, deve ter uma corrente mínima de 1,25 amperes e 180 volts, sendo que, para maior eficiência, a voltagem deve atingir de 300 a 600 volts, devendo os eletrodos serem aplicados por um a três segundos.

Os resultados de recentes estudos indicam que uma amperagem muito elevada pode aumentar a proporção de carne PSE, assim como salpicamento de sangue e fratura de ossos. Desta forma, usando-se uma amperagem e a voltagem apropriadas, a produção de inconsciência é instantânea e indolor, constituindo, assim, o atordoamento elétrico o melhor método de insensibilização dos suínos, com o objetivo de obter uma carne de boa qualidade (PARDI *et al.*, 1995).

O método de atordoamento mais empregado depois da elétrica, é a insensibilização por CO₂ que consiste no atordoamento do animal com uma mistura de gases, no qual a concentração de CO₂ é superior a 80%. Com níveis tão elevados de CO₂ os suínos perdem a consciência em menos de 30 segundos e se reduz significativamente a intensidade das contrações musculares que favorecem a

produção de carnes PSE. No entanto no caso de baixas concentrações de gases (60%) ou de prolongado tempo de exposição ao gás (90s), poderá levar a um aumento do estresse do animal traduzindo-se em mudanças *post mortem* devido às fortes convulsões dos animais, prejudicando assim a qualidade da carne (PSE) (TROEGER & WOLTERS DORF, 1991).

3.1.2 Período do abate ou *mortem* do suíno

No abate medidas de grande relevância podem ser tomadas para dar continuidade as medidas de qualidade final da carne.

3.1.2.1 Sangria

A sangria realizada na posição vertical (animal suspenso na nória) logo após a insensibilização elétrica é acompanhada de fortes contrações musculares antes e durante sua aplicação. Estas contrações consomem muita energia devido ao peso dos animais e exercem um efeito negativo na qualidade da carne. No entanto, se os suínos forem sangrados na posição horizontal e permanecerem até os reflexos musculares cessarem para depois serem suspensos na nória, ocorre um menor consumo de energia e a incidência de PSE é reduzida (SILVEIRA, et al, 1996).

Na sangria na qual faz-se uma incisão na jugular, o animal ainda em estado letárgico morre por exsangüinação. O animal é pendurado pela pata traseira para que saia a maior quantidade de sangue possível, bem como deve ser rápida, logo após o atordoamento, para evitar que o animal recupere a consciência e reduza a pressão sangüinea. Isso garante maior vida útil à carne e maior garantia à saúde do consumidor (ROÇA & SERRANO, 1994).

3.1.2.2 Remoção das cerdas

Após a retirada do sangue o suíno recebe jatos de vapor que amolecem as cerdas e passa pela depiladeira. Nesta etapa o suíno é colocado num tanque de escaldagem no qual sofre uma lavagem e num tanque de escaldamento por um

período de 4 a 6 minutos a uma alta temperatura, para facilitar a remoção das cerdas. A seguir as cerdas são removidas através de uma máquina dotada de escovas rotativas que removem as cerdas do suíno (EXPEDITO, 2004).

A flambagem é a operação que retira as cerdas remanescentes. Esta operação é conduzida com auxílio de lança chamas direcionados no corpo do animal, principalmente da parte inguinal. Após são removidos os casquinhos e segue as operações subsequentes de evisceração e divisão longitudinal uma seqüência de operações que é realizada na linha de matança conhecida como área limpa do frigorífico. Durante esta etapa o suíno é lavado em água clorada, tudo para eliminar qualquer possibilidade de contaminação (EXPEDITO, 2004).

3.1.2.3 Evisceração

Antes da abertura abdominal é feita a desarticulação das patas dianteiras e oclusão do reto para não contaminar a carcaça.

Na evisceração são retirados os órgãos internos chamados vísceras. Nesta etapa o cuidado é grande para evitar perfurar alguns órgãos, como estômago, intestino e vesícula biliar o que causaria contaminação e comprometeria o consumo da carne (TERRA, 1998).

A inspeção é a etapa mais importante de todo o processo, pois esta consiste do exame minucioso, de todos os órgãos e das carcaças de todos os suínos abatidos, realizado por fiscais do governo. Qualquer anormalidade, a carcaça fica seqüestrada até que exames laboratoriais sejam realizados. É graças a esse trabalho que pode-se comprar, com maior segurança, as carnes e produtos que apresentem o carimbo do Serviço de Inspeção (ROÇA & SERRANO, 1994).

A abertura abdominal começa com o corte do osso do peito e prolonga-se até a parte abdominal. Após a divisão longitudinal da carcaça as meias carcaças são tipificadas eletronicamente (estimativa da porcentagem de carne presente na carcaça), após são submetidas ao processo de resfriamento.

3.1.3 Período pós-abate ou *pós mortem*

No pós-abate, a carcaça é liberada e conduzida imediatamente às câmaras de resfriamento. O objetivo é baixar a temperatura da carne e assim evitar o rápido crescimento de microrganismos que iriam causar a deterioração da carne e colocar em risco a saúde do consumidor. Após a temperatura atingir os níveis exigidos (6 a 7°C) no interior do músculo, que normalmente ocorre em até 18 horas, a carcaça é destinada a sala de desossa. Pode-se dizer que as medidas de controle no resfriamento das carcaças determina a qualidade final dos cortes dentre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, podendo desta forma obter um maior controle da vida-de-prateleira das carnes (ROÇA & SERRANO, 1994).

3.2 Medidas de qualidade da carne nas carcaças

Todas as avaliações objetivas e subjetivas dentro do frigorífico são baseadas nas transformações bioquímicas, físico-químicas e visuais que acontecem na musculatura estriada esquelética contida nas carcaças. Após o abate do animal, esta musculatura passa a ser regulada, por um certo período de tempo, por meio do metabolismo anaeróbico (ausência de oxigênio nas células musculares) após o fim do metabolismo aeróbico (sangria e morte do animal). Durante este período, o músculo deixa de ser músculo e transforma-se em carne. Neste espaço de tempo, ocorrem modificações no músculo e em suas estruturas básicas (fibra muscular mioplasma e suas proteínas constituintes), que vão definir a qualidade deste músculo que virou carne (PELOSO, 1999).

A musculatura estriada esquelética dos suínos é utilizada como matéria-prima na manufatura de diversos produtos apresentados para consumo humano nas formas de totalmente industrializados, semi-elaborados e *in natura*. A partir do abate até sua utilização como alimento, ocorrem várias alterações fisiológicas e não-fisiológicas que podem ser observadas tanto no nível macro quanto a nível microscópico. Estas alterações exercem uma influência de maior ou menor magnitude no produto final, e que invariavelmente podem decidir pela aceitação do mercado e conseqüentemente pela competitividade da carne suína quando comparada às outras carnes (PELOSO, 2000).

3.2.1 Alterações *post mortem* e a qualidade da carne

O conjunto de transformações que ocorre no músculo pode alterar de maneira irreversível as propriedades funcionais e as características tecnológicas e sensoriais da carne. Estas transformações estão, de uma maneira ampla, condicionadas aos efeitos da quebra ou consumo do glicogênio muscular, levando a uma maior ou menor concentração de ácido láctico, determinando conseqüentemente o valor final do pH da carne. Em outras palavras, glicólise muscular em toda a sua cadeia de reações bioquímicas é o fator determinante da qualidade final do músculo suíno (KOOHMARAIE, 1994).

Os processos bioquímicos do músculo após o abate são, principalmente, processos de degradação e ressíntese de ATP. Como uma conseqüência da morte, três fontes de energia tornam-se disponíveis: ATP, fosfato de creatina e o glicogênio. Tanto o ATP como a fosfato de creatina estão presentes em pequenas quantidades no músculo, fazendo com que o glicogênio seja a principal fonte de energia para a glicólise (PELOSO, 1999).

Após o esgotamento das reservas de glicogênio e fosfato de creatina, ocorre uma rápida diminuição da concentração de ATP e seu efeito de relaxamento sobre as fibras musculares desaparece (não há mais a retirada dos íons cálcio do citoplasma) (HUFF-LONERGAN *et al.*, 1995).

As particularidades da rigidez cadavérica (*rigor mortis*) ainda não são totalmente conhecidas. PÄNDL *et al.* (1994), divide os processos bioquímicos que ocorrem até a instalação do *rigor mortis* em duas fases:

- 1) a flexibilidade e a elasticidade do músculo permanecem inalteradas. A carne é macia e elástica. Esta fase tem uma duração variável, de 1 a 20 horas, dependendo das reservas de glicogênio e fosfato de creatina, assim como da temperatura do músculo. A hidrólise de ATP aumenta como conseqüência da queda progressiva do pH, porém é compensada pela ressíntese de ATP
- 2) a capacidade de extensão e a elasticidade diminuem rapidamente, 2 a 3 horas, e, como conseqüência da menor concentração de ATP, diminui até desaparecer completamente, se instalando, então, o *rigor mortis*.

O tempo de instalação do *rigor mortis* depende de fatores internos e externos. Os fatores internos mais importantes são as reservas de glicogênio e fosfato de creatina. Quanto maior é o conteúdo de glicogênio e fosfato de creatina no momento do abate, mais tarde aparece o *rigor mortis* e vice-versa. Como fatores externos pode-se citar como o mais importante a temperatura. A glicólise e, conseqüentemente a queda do pH ocorre mais lentamente quanto menor for a temperatura da carne. Com o resfriamento rápido da carne, os processos *post mortem* são retardados e o *rigor mortis* aparece mais tardiamente do que quando a temperatura da carne é maior. Os processos bioquímicos são quase completamente interrompidos quando a carne é congelada antes do aparecimento do *rigor mortis*. Neste caso, o rigor se completará somente após o descongelamento da carne (HUFF-LONERGAN *et al.*, 1995).

A principal fonte de energia para o músculo é o glicogênio, proveniente da glicose sangüínea e localizado em forma de grânulos no sarcoplasma das células musculares. O músculo esquelético representa a maior reserva, devido duas dimensões, do glicogênio corporal total (1-3% do músculo). Esta reserva permite ao músculo trabalhar na ausência de uma suficiente disponibilidade de glicose no sangue (TERRA, 1998).

Na morte do animal, a concentração do ATP no músculo é ainda bastante elevada e depende da qualidade de glicogênio presente no tecido muscular no momento do sacrifício. No processo glicolítico anaeróbico, aumenta o grau de acidificação muscular, devido à constante acumulação do ácido láctico, e se observa ainda uma queda nos valores do pH. No esgotamento das reservas de glicogênio ou na desativação das enzimas fosforilase e fosfofrutoquinasa produzida pela crescente acidificação ($\text{pH} < 5,4$) do substrato, todo o processo paralisa e se estabelece o *rigor mortis* (TERRA, 1998).

O *rigor mortis* começa a aparecer em torno de 9 a 12 horas após a morte (sangria), atingindo um máximo em 20 a 24 horas, para, então sofrer um progressivo declínio.

Em suínos, o rigor começa a ocorrer em 3 a 4 horas pós-abate. Muitas vezes o *rigor mortis* e a queda do pH acontecem dentro de uma hora após o abate. Nestes animais, a resolução do rigor pode ocorrer em 12 horas.

A resolução ou final do *rigor mortis* é indicada pelo amaciamento das massas musculares e resulta da alterações causadas por degradação da ultraestrutura da

fibra muscular. Até este momento, dois fenômenos são de extrema importância na transformação do músculo em carne: a queda do pH muscular e a resolução do *rigor mortis* (PÄNDL *et al.*, 1994).

O valor final do pH da carne influi na conservação e em propriedades tecnológicas da carne. Uma acidificação adequada da carne corresponde a valores de pH entre 5,4 e 5,8. Neste intervalo muitos microorganismos são inibidos, principalmente os proteolíticos. Valores finais de pH superiores podem comprometer a conservação da carne e diminuir sua capacidade de retenção de água. Além do valor final do pH, também é muito importante a velocidade de queda do pH (PÄNDL *et al.*, 1994).

Com o objetivo de obter uma carne suína de ótima qualidade caracterizada pela cor vermelho-cereja uniforme, consistência firme e superfície não exsudativa, as condições *post mortem*, necessárias são um pH à 45 minutos após sacrifício entre 6,0-6,5 e temperatura do músculo inferior à 40°C. A falta de atendimento dessas condições produz um desenvolvimento anômalo da glicose *post mortem*, levando a alterações musculares que se manifestam nos defeitos de qualidade PSE (Pale-soft-exsudative) e DFD (Dark-Firm-Dry) (TERRA, 1998).

3.2.1.1 Carne PSE

De forma geral, o defeito PSE caracteriza-se pela queda do pH a valores inferiores a 5,8-6,0 na primeira hora após o sacrifício, está rápida queda do pH muscular, quando a carcaça está ainda quente, produz uma modificação da estrutura da carne com uma forte desnaturação das proteínas musculares e conseqüente redução da retenção de água (carne flácida) e das propriedades óticas da carne (pálida) (GONZÁLEZ & MANTESE, 2002).

As carnes PSE são caracterizadas por serem pálidas, flácidas e exudativas (pale, soft, exudatives). Os principais fatores desencadeadores para o surgimento de PSE, podem ser atribuídos a razões de ordem genética, bioquímica e ambiental (ROSA, 2001).

Este defeito pode estar relacionado com o genótipo de determinadas raças suínas, principalmente aquelas que sofreram intensa seleção para uma melhor conversão alimentar e produção de carcaças magras. Estes animais são muito

suscetíveis ao estresse e à hipertermia causada por ele. Nestes animais ocorre uma rápida degradação do glicogênio, principalmente após o abate, o que faz com que o pH atinja valores inferiores a 5,8 uma hora após o abate (PARDI *et al.*, 1995).

Atribui-se como principal causa desencadeadora do fenômeno, o estresse que precede o abate desde o seu deslocamento dos locais de produção até os procedimentos *ante mortem* no matadouro como perturbações emocionais; temperaturas extremas ou flutuantes; som; umidade; pressão atmosférica; nutrição estímulos elétricos; brigas; medo; luz; fadiga; fome; ambientes estranhos e outros mais como um grande intervalo de tempo entre o atordoamento e sangria (FELÍCIO, 1986).

No músculo PSE a utilização do glicogênio começa antes, levando a uma rápida queda do pH imediatamente após a morte do animal, enquanto a temperatura da carne ainda se mantém elevada, com isto aumenta a rapidez da produção de ácido láctico, refletindo-se no pH do músculo que, de 7,0 cai para 5,4 ou 5,5 (HUFF-LONERGAN *et al.*, 1995).

A combinação do baixo pH e da elevada temperatura destas carnes causa uma maior desnaturação das proteínas miofibrilares nas carnes PSE. Estas carnes apresentam um pH em torno de 5,5, muito próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Neste pH, as proteínas, por terem cargas positivas e negativas em igual quantidade, apresentam uma aproximação máxima dos filamentos, fazendo com que o espaço entre eles diminua ou mesmo desapareça, impossibilitando a ligação destas moléculas com a água, reduzindo a estabilidade e a capacidade de retenção de água. A água fora das células e a estrutura protéica extremamente fechada provocam reflexão da luz incidente fazendo com que as carnes PSE sejam extremamente pálidas (PARDI *et al.*, 1995).

Este defeito PSE na carne suína é de grande impacto econômico pois além de serem afetados os músculos de maior valor, o lombo e o pernil, estas carnes são inadequadas para a industrialização e de aspecto desagradável ao consumidor. Assim sendo a rápida detecção de carnes PSE é de grande relevância dentro de uma indústria. O método mais utilizado é a aferição do pH das carcaças aos 45 minutos após o abate e ao final do resfriamento (TERRA, 1998).

3.2.1.2 Carnes DFD

As carnes DFD procedem de suínos submetidos a estresse crônico ou intermitente antes do abate. A síndrome DFD é o resultado de um precoce esgotamento das reservas de glicogênio e conseqüentemente insuficiente acidificação *post mortem* limitando a queda do pH a valores superior a 6,0. Elevado pH junto à cor escura e uma retenção de água acima do normal (carne seca e firme) conferem às carnes frescas um aspecto muito pouco atrativo (PARDI et al., 1995).

As carnes DFD possuem aspecto escuro, firme e seco (darck, firm, dry), em suínos a carne pode parecer muito escura dando um aspecto vitrificado. Assim como as carnes PSE parece haver uma ligação hereditária. Aparece em animais sensíveis ao estresse, associado a alta temperatura ambiental, esforços e forte excitação (TERRA, 1998).

Os músculos afetados apresentam pH muito elevado, glicose baixa, glicogênio praticamente ausente e um elevado conteúdo de fósforo. Relaciona a carne escura com as tensões por um período prolongado. Sob condições de tensão, as glândulas adrenais são estimuladas liberando adrenalina e hidrocortisona e determinando o aumento da glicose sangüínea, visando atender às exigências de energia feitas pelo organismo (PARDI *et al.* 1995).

Entre outros motivos, cita-se como principal causa, o estresse prolongado antes do abate com esgotamento total das reservas de glicogênio, não permitindo a acidificação do músculo após o abate. Nestas carnes, usa-se a medida do pH final (após o resfriamento das carcaças) para a identificação do problema. Nelas, o valor de pH permanece acima de 6,0. Nestas condições, a carne tem uma vida-de-prateleira muito reduzida, pois devido ao elevado pH, as proteínas miofibrilares apresentam máxima capacidade de retenção de água, o que favorece a proliferação bacteriana e como conseqüência leva à deterioração (FELÍCIO, 1986).

Para os frigoríficos, isto se traduz no mais freqüente problema tanto para produtos *in natura* quanto para processados, principalmente os embutidos e cozidos.

3.2.2 Influência dos fatores da refrigeração sobre a qualidade da carne

Essencialmente, todo e qualquer tratamento pós abate, ou seja, na carcaça quente, visa aumentar a qualidade da matéria-prima carne contida nas carcaças, seja através da redução da carne PSE, diminuição significativa da “quebra” de peso ou ainda diminuir a contagem ou carga microbiana contaminante das carcaças. É sabido que a redução da temperatura da carcaça o mais rápido possível após completa evisceração, é uma manobra eficaz voltada para a diminuição da velocidade de queda do pH muscular e conseqüentemente controle da capacidade de retenção de água das carcaças na câmara de resfriamento.

3.2.2.1 Tratamento pelo frio

A frigorificação, ou tratamento pelo frio artificial ou industrial, constitui a técnica mais generalizada de conservação das carnes, quer preservando-as como recurso estacional, quer garantindo seu transporte à distância ou possibilitando seu uso na industrialização ou consumo. O rebaixamento da temperatura aos níveis compatíveis, atua na inibição de microrganismos de putrefação, no retardamento da atividade enzimática, com conseqüente e esperado aumento do prazo de vida comercial das carnes (GUAHYBA, 2003).

Independentemente do controle dos microrganismos responsáveis pela deterioração, o frio contribui também para o controle das infecções e toxinfecções alimentares, em virtude da incapacidade da maioria de seus agentes crescerem em temperaturas situadas em torno dos 4°C (GUAHYBA, 2003).

As diferentes formas de transmissão do calor ou trocas térmicas que ocorrem dentro da câmara de resfriamento, se dão através da radiação, na qual ocorre diretamente a partir do evaporador; podem ainda se processar através de condução, pelo contato direto do evaporador com o produto ou ainda as trocas podem ocorrer por convecção através da movimentação do ar (URBAIN, 1994).

Os principais fluidos frigorígenos ou refrigerantes dentro da câmara utilizados são: água, cloreto de etila, eter sulfúrico, anidrido sulfuroso (SO₂), amoníaco, cloreto de metila (CH₃Cl), anidrido carbônico (CO₂), derivados fluorados e clorados dos hidrocarbonetos e diclorodifluorometano, amônia (NH₃) (GUAHBA, 2003). Os

fatores importantes no processo de condicionamento da atmosfera de uma câmara fria são o controle da temperatura, a umidade relativa do ar, a circulação do ar e sua velocidade. No processo de tratamento da carne a velocidade da ação do frio é influenciada pelo calor específico, volume e cobertura gordurosa das carcaças, bem como a circulação do ar e temperatura dentro da câmara. As grandes carcaças bovinas podem retardar o resfriamento até 72 horas e as carcaças mais pequenas, como as de suínos, de cordeiro e de terneiro levam em média, 24-36 horas para o resfriamento. Empregando-se alta velocidade do fluxo do ar, o tempo de resfriamento pode ser abreviado de 23-35% (PELOSO, 2003).

A refrigeração das carcaças se processa imediatamente após o abate. Para o resfriamento as carcaças ficam armazenadas nas câmaras de resfriamento, suspensas em trilhos aéreos, onde se mantêm a uma temperatura entre 0 a 3°C. A temperatura da câmara é medida através de termômetros de mercúrio com proteção metálica e termômetros tipo digital. A temperatura corpórea dos suínos na hora do abate é de aproximadamente 39°C ou mais em condições tropicais. O calor específico ou a capacidade calórica da carne varia muito com as proporções relacionadas à gordura e à carne magra das carcaças, oscilando entre 0,51-0,57 nas carcaças suínas e entre 0,70-0,77 nas de carneiro (URBAIN, 1994).

A umidade relativa do ar exerce ponderável influência no tratamento dado as carnes pelo frio artificial. Medida em escala de 0 a 100% o ponto de orvalho corresponde à saturação extrema (100%). Com o aumento da umidade relativa do ar, reduz-se a perda de peso por evaporação, proporcionalmente à diferença entre as pressões parciais de vapor de água no ar e na superfície da carcaça (GUAHBA, 2003)

Uma umidade relativa elevada, no entanto, ainda que diminua a quebra de peso, favorece a multiplicação microbiana e na formação do mofo na superfície da carne, bem como uma palidez excessiva da carcaça pela excessiva umidade. Por outro lado, uma umidade relativa muito baixa dentro da câmara, a carcaça poderá adquirir mau aspecto por estar seca e escura além de favorecer a perda de peso, no qual por motivos econômicos e de qualidade deverá ser a menor possível. Por isso recomenda-se que a umidade relativa se mantenha entre 88% e 92% (URBAIN, 1994).

A velocidade de circulação do ar exerce influência na eliminação do calor e da temperatura da câmara, contribuindo para a conservação e manutenção da

qualidade da carne. É medida em metros por segundo (m/s) através de anemômetros (0,1 a 20 m.s⁻¹). A faixa utilizada em indústrias de carnes é entre 0 e 5 m.s⁻¹. Quanto mais alta a velocidade do ar, maior a perda de umidade. Daí a necessidade de harmonizar a atmosfera da câmara com a umidade relativa e a temperatura. Por outro lado, a circulação mais rápida de ar, num dado momento, provoca uma dessecação da superfície da carne impedindo a saída da umidade interior e criando, assim, condições desfavoráveis ao desenvolvimento microbiano (GUAHBA, 2003). É por estas razões que muitos aceitam como desejável certa perda de peso da carne.

Nas câmaras de refrigeração, dentre as varias modificações químicas, físicas ou biológicas podem ocorrer nas carcaças, pode-se dizer, que dois fatores estão diretamente relacionados com o tratamento pelo frio, e com conseqüências diretas para a carne e seus derivados, são a quebra de peso e a ação microbiana (ROÇA, 2003).

A perda de peso ou quebra de peso por evaporação, durante o processo de resfriamento, ocorre porque inicialmente, a temperatura da sua superfície é muito mais elevada do que a da câmara fria. As perdas maiores ocorrem quando a velocidade do ar é mais elevada e é mais intensa a renovação do ar, fato que pode ser contrabalançado com o aumento da umidade relativa do ar. A perda de peso que, com a aplicação de técnica de resfriamento apropriada, deve situar-se por volta de 1 a 1,5%, pode atingir cifras bem superiores, alcançando, em alguns casos, 2,5% ou mais. Como fator de ordem higiênica, no entanto, deve ser levado em conta o lado favorável da dessecação superficial da carne, por antepor-se ela à multiplicação de microrganismos (GUAHBA, 2003).

Existem sistemas de frio a altas velocidades que utilizam ar saturado de umidade. Estes sistemas reduzem a perda de peso das carcaças durante refrigeração, ao redor de 1,3% até 1,9% aproximadamente, e o desenvolvimento microbiano é mínimo (ROÇA, 2003).

O sistema de resfriamento rápido das carcaças é outro método de resfriamento adotado pelas indústrias, na redução de perdas de peso, ao mesmo tempo, este é citado como ferramenta auxiliar na diminuição da contagem microbiológica nas carcaças. Entretanto, os esperados resultados positivos encontrados com a prática do resfriamento rápido não são unânimes para confirmar esta hipótese (LONG & TARRANT, 1990; JONES *et al.*, 1993; VAN DER WALL *et al.*, 1995; MILLIGAN *et al.*,

1998). O efeito colateral dos sistemas de resfriamento rápido mais freqüentemente citado é a indução da perda da maciez da carne devido ao excesso de frio (FELDHUSEN & KÜHNE, 1995; TAYLOR *et al.*, 1995). A decisão do uso de câmaras de resfriamento rápido baseado nos resultados esperados se torna mais importante ainda quanto o alto custo de implantação e também alto custo operacional deste sistema são levados em consideração.

É possível obter resultados semelhantes com sistemas de refrigeração das carcaças de menor custo, como o sistema de aspersão com água o qual controla o aspecto perda de peso das carcaças na câmara de resfriamento. Unruh *et al* (2002) relataram os efeitos positivos do resfriamento de carcaças bovinas. Utilizando em seu experimento meias carcaças com aspersão de água e sem aspersão, *versus* tempo *post mortem*. Puderam constatar, além dos baixos índices de quebra de peso durante o resfriamento, pela utilização deste sistema de resfriamento, outros efeitos benéficos sobre as modificações físicas, químicas e biológicas nas carcaças, bem como na qualidade final da carne.

A longa armazenagem refrigerada da carne fresca é rara. Devido ao seu rápido ciclo, do abate à comercialização, sob refrigeração, a vida comercial da carne não deve exceder 72 horas. Para isso, durante a estocagem frigorífica, o transporte e a exposição nos pontos de venda, precisa ser observada a máxima higiene. É preciso que se mantenha temperatura baixa em todas as fases da operação. As mudanças de cor constituem um indício de alteração da carne. Estas modificações no aspecto do produto afetam não só a qualidade física, como também a vida útil desta carne (JASPER & PLACZER, 1980).

3.3 Parâmetros físico-químicos no controle de qualidade da carne

3.3.1 pH da carne

O pH pode ser definido como o logarítmo do inverso da concentração de íons hidrogênio de uma solução (BORGEOIS *et al.*, 1994). Proporciona uma indicação da atividade desses íons sobre os componentes do meio, influenciando sobre as reações químicas e bioquímicas e, conseqüentemente, sobre os microorganismos.

A queda do pH após a morte do suíno é causada pelo acúmulo de ácido láctico, e constitui um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne, com decisiva importância na futura qualidade da carne e dos produtos preparados à base dela. O pH do músculo está próximo a neutralidade. Após o abate do animal, o pH diminui até alcançar, em uma carne normal, um valor de 5,5 a 5,7, após a rigidez cadavérica (BOURGEIOS *et al.*, 1994).

O efeito da concentração do glicogênio muscular na qualidade da carne, pode se manifestar pela rápida conversão do glicogênio muscular em ácido láctico, levando a uma queda rápida do pH inicial, levando a uma anomalia do tipo PSE. Por outro lado, pode ocorrer um elevado pH inicial, no qual manifesta-se pela deficiência de glicogênio por estímulos prolongados,, encontrando-se o pH após 24 horas do abate acima de 6,2, levando a ocorrência de carne DFD (JUDGE *et al.*, 1989). Estas anomalias se manifestam em problemas na elaboração dos produtos que provêm destas carnes.

A influência do pH final do músculo, sobre os microrganismos é decisiva na qualidade da carne. Todos os microrganismos possuem um pH ótimo em que seu crescimento é máximo e um mínimo que corresponde à acidez máxima que permite seu desenvolvimento. Existe um pH máximo, que corresponde à alcalinidade máxima, na qual é tolerada pelos microorganismos. As bactérias, a maioria são favorecidas por um pH próximo à neutralidade ou ligeiramente alcalino (6,8 – 7,5). Algumas preferem um pH mais baixo (4,0 – 6,0). A maioria dos fungos são ácido-resistentes, com pH ótimo entre 4,0 e 6,0, e valores entre de 2,0 a 9,0 para as leveduras e de 2,0 a 11,0 para os bolores (BOURGEIOS *et al.*, 1994).

Desta forma, o pH do alimento influi sobre o crescimento microbiano, o pH do produto também pode modificar o desenvolvimento dos microorganismos. Nas carnes refrigeradas, as bactérias atacam em primeiro lugar a glicose, os aminoácidos e outros compostos de baixo peso molecular, como os nucleotídeos. A utilização destes compostos produz um aumento no pH, que pode mudar desde aproximadamente 5,6 até 8,5, principalmente à formação de amoníaco por degradação bacteriana dos aminoácidos. Por isto, têm-se utilizado os valores de pH para estabelecer a capacidade de conservação da carne (TERRA & BRUM, 1988). Pode-se correlacionar junto ao número de microrganismos contaminantes, o valor de pH no qual inicia-se o processo de decomposição da carne, em torno de 6,5 (HAYES, 1993).

O pH também exerce influência na quantidade de microrganismos que sobrevivem nos alimentos durante o armazenamento, assim é possível que o pH inicial seja limitante, porém a multiplicação de um reduzido número de microrganismos pode modificar o pH até que alcance um valor mais apropriado para o desenvolvimento de outros. Ao contrário é possível que à presença de uma flora contaminante ou flora competitiva torne-se o pH desfavorável (ADAMS & MOSS,1997).

3.3.2 Oxidação lipídica da carne

3.3.2.1 Definição

A oxidação de lipídios é um processo autocatalítico que ocorre em alimentos e membranas biológicas, resultando numa deterioração significativa da qualidade da carne. A rancidez oxidativa inicia logo após a morte, quando o fluxo de sangue pára e os procesos metabólicos são interrompidos. O processo é favorecido por uma série de fatores, sendo os mais importantes relacionados à presença de PUFA (Ácidos Graxos Poli-Insaturados) no músculo, que servem como um substrato para o processo de oxidação. Tecidos de suínos possuem alta concentração PUFA, e em razão disso a carne de suínos é mais sujeita à oxidação (WEBER & ANTIPATIS, 2001).

A principal causa da deterioração da carne é a rancidez oxidativa envolvendo a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados. Exceto em peixe, todos os ácidos graxos altamente insaturados estão associados predominantemente aos fosfolípidios (ARAÚJO, 1999).

A carne de suíno (25-33% de gordura) possui também elevado teor de fosfolípidios (20%) altamente insaturados, além de lipídios totais, que contribuem com 50-60% de ácidos graxos insaturados. Os lipídios do tecido adiposo da carne constituem 2,0 a 4,0 % do total da gordura e compreendem alguns fosfolípidios contendo 25% e acima de 19% de ácido graxo, respectivamente com duas ou três e quatro ou mais insaturações. São esses os responsáveis pela rancidez, especialmente pelo fato de se encontrarem muito próximo de catalizadores (heme) (ARAÚJO, 1999).

Os principais catalizadores da oxidação de lipídios são altamente reativos como radicais livres. Um radical livre é uma entidade química que contém um ou mais elétrons não-pareados. Espécies importantes de radicais livres incluem derivados do oxigênio, como o ânion superóxido ($O_2^{\cdot-}$), o radical hidroxila (OH^{\cdot}), o átomo único de oxigênio ($1O_2$) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Radicais livres são produtos normais do processo metabólico e também desempenham papéis benéficos no corpo, incluindo a proteção contra infecções por bactérias e parasitas. Infelizmente, radicais livres não são capazes de discriminação, e também atacam as membranas celulares de PUFA, outras estruturas celulares e DNA, se o sistema de defesa antioxidante natural não for capaz de dar conta do excesso de radicais livres (WEBER & ANTIPATIS, 2001).

Fatores que promovem a oxidação de lipídios incluem componentes metabólicos tais como mioglobina, citocromos e metais de transição, os quais são liberados durante a maturação da carne. (BUCKLEY *et al.*, 1995).

O rompimento da integridade das membranas musculares, como na desossa mecânica, na trituração, moagem, fatiamento e emulsificação de carnes, provocam o rompimento de células e organelas, que resulta na liberação de ferro, cobre, outros metais de transição e enzimas, além da exposição dos esfingolipídios e fosfolipídios das membranas celulares ao oxigênio e seus derivados, fenômenos estes que provocam o aumento da oxidação lipídica (DAWSON & GARTNER, 1983).

Incluindo a desossa mecânica, processo muito utilizado pela indústria para obtenção de carne para uso em embutidos, também são catalizadores da oxidação dos lipídios, nos mais variados tipos de alimentos, pois facilitam o contato do oxigênio (e espécies reativas) com os ácidos graxos polinsaturados e o colesterol.

3.3.2.2 Mecanismo da oxidação lipídica

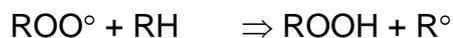
As reações de oxidação ou autooxidação dos ácidos graxos insaturados ocorrem pelo mecanismo em cadeia de radicais livres, compreendendo três fases:

1- Iniciação, a formação de radicais livres;





2- Propagação, reação em cadeia dos radicais livres; e



3- Terminação, a formação de produtos não radicais



Onde:

RH = lipídios insaturados,

R[°] = radical lipídico,

ROO[°] = radical peroxilipídico,

ROOH = hidroperóxido (PEARSON et al., 1983).

Os hidroperóxidos são os maiores produtos iniciais da reação dos ácidos graxos com o oxigênio e decompõe compostos ou reações com outros constituintes como as proteínas. Tais produtos incluem hexanal, pentanal e malonaldeído, todos detectados em carnes cozidas e sem cura (PEARSON *et al.*, 1983). Subseqüentemente se considera reações de controle tanto a velocidade de reação como a natureza dos produtos formados (GRAY, 1978).

Seja qual for o mecanismo e os catalizadores do início da rancificação, este período é caracterizado por pouca absorção de oxigênio e nenhuma alteração organoléptica (GRAY *et al.*, 1996).

Uma vez que se inicia a formação de radicais livres estes propagam rapidamente a reação na segunda fase de rancificação em que tem um rápido aumento do consumo do oxigênio e aparece no final, a ser perceptíveis as alterações organolépticas. Nesta fase tem um aumento da concentração dos hidroperóxidos de tal forma que sua decomposição produz quantidades perceptíveis desses produtos de decomposição. Essa decomposição é acelerada pela presença de ácidos graxos livres que outorgam prótons dos hidroperóxidos propiciando sua

rápida decomposição. A reação é catalizada por íons metálicos (BOBBIO & BOBBIO, 1984).

Especialmente no fim da segunda fase, devido à sua instabilidade, as moléculas de peróxidos continuam a sofrer fragmentações até a formação de substâncias não reativas, características da fase de terminação. Como resultado final, são liberadas diversas moléculas: alcanos, alcenos, aldeídos (malonaldeído, hexanal, hidroxinonenal, hidrohexanal, pentanal). Tais produtos, em parte voláteis servem de indicadores da oxidação lipídica em alimentos e mesmo em células e tecidos animais (GUILLÉN-SANS & GUZMÁN-CHOZAS, 1998).

A terceira fase de transformação é caracterizada pela diminuição da velocidade de absorção do oxigênio que tende a estabilizar-se e, finalmente, diminuir. Nesta fase as alterações organolépticas já são profundas tornando o lipídio impróprio para o consumo. Pode também ocorrer alterações da cor e da viscosidade por polimerização dos lipídios. Nesta fase de terminação da transformação pela reação entre si dos radicais livres, ou com outros compostos, com formação de espécies não-radicais e de radicais não reativos que não participavam das reações de propagação (BRADLEY & MIN, 1992).

As modificações oxidativas que ocorrem nos sistemas lipídicos das carnes são geralmente quantificadas medindo-se os produtos secundários da degradação. Os dados são geralmente expressos em valores de TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico). Os valores de TBARS são geralmente um bom indicador do grau de deterioração das características organolépticas da carne em resultado da oxidação (CRACKEL *et al.*, 1988).

3.3.2.3 Formação de malonaldeído

O malonaldeído (MDA), um dos principais produtos secundários da oxidação lipídica, é capaz de se combinar com duas moléculas do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), originando um pigmento vermelho que pode ser mensurado na espectrofotometria a 532nm (TORRES, 1988). O número de TBA é expresso em $\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de amostra. Todavia devido a reatividade do TBA com outros aldeídos, os resultados do teste têm sido expressos como substâncias reativas ao TBA; sendo que há vários

anos têm sido desenvolvidos métodos cromatográficos para a mensuração específica do MDA em alimentos (GUILLÉN-SANS & GUZMÁN, 1998).

O malonaldeído é um dialdeído de três carbonos, o qual é produzido durante a auto-oxidação de ácidos graxos poli-insaturados. O aldeído malônico é o maior produto da degradação dos hidroperóxidos dos lipídios e é considerado para avaliar a extensão da peroxidação dos lipídios (BOTSOGLOU *et al.*, 1994).

O aldeído malônico, produto secundário da oxidação, pode funcionar como catalizador da formação de n-nitrosamina e também causar mutagêneses e carcinogêneses, além de estar associado a outros processos patológicos tal como formação de pigmentos fluorescentes típicos de células velhas (PEARSON, *et al.*, 1983).

Em carnes depois da cocção ocorre um rápido incremento no valor de TBA, isto sugere-se que é causado pelo ferro livre que é cataliticamente ativo e se solta de proteínas hemo. No tecido muscular cozido, ocorre diferenças do conteúdo de ferro hemo, as quais, podem influenciar no número de TBA. Resultados encontrados indicam que compostos hemo podem inibir em lugar de acelerar a oxidação de lipídios quando esses se encontram em altas concentrações (WILLIAMS *et al.*, 1983).

Além dos testes de TBA, para quantificar a oxidação lipídica da carne ou ranço oxidativo, também outras medições são utilizadas como Índice de Peróxidos, valor de pH, Índice de Refração dentre outras. Frequentemente o teste de TBA, deve ser acompanhado da análise sensorial, a fim de avaliar corretamente a rancidez do alimento, pois o aldeído malônico pode estar envolvido em outras interações físico-químicas (FERRARI, 1998).

Para análise sensorial de deterioração são necessários dois tipos de informações, uma delas é referida ao produto (modificações que ocorrem com o tempo, características e atributos presentes) e a outra é com respeito a reação das pessoas (em termos de escala hedônica, aceitação e apreciação). As características organolépticas são muito importantes na avaliação da qualidade de um produto e a fidelidade desses resultados estão sujeitos a sensibilidade do examinador, porém o que se procura é vincular as mesmas aos testes físico-químicos, pois é desta forma que poderão ser obtidos resultados confiáveis para assegurar o estado do produto analisado.

3.3.2.4 Efeitos da oxidação de lipídios na qualidade da carne

A oxidação de lipídios reduz a qualidade da carne de diversas formas, incluindo deterioração do sabor, oxidação do pigmento muscular, perda de água e oxidação de colesterol.

A deterioração do sabor é um efeito da oxidação que reduz imensamente a aceitabilidade dos consumidores devido ao desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, os quais dependem basicamente do grau de insaturação dos componentes da carne. Durante a peroxidação, PUFA's são degradadas em componentes voláteis de cadeia curta, tais como aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres e ácidos, o que gera deterioração do odor e do sabor (TORRES & FERRARI, 2000).

Na hora da compra o consumidor leva em consideração a aparência do produto, no qual o fator principal é a coloração da carne. A coloração da carne suína é influenciada pelo teor de pigmentos, pela forma química do pigmento e pela estrutura da carne, que freqüentemente varia entre diferentes raças e músculos (LINDAHL *et al.*, 2001).

O pigmento muscular mioglobina pode existir numa forma férrico-oxigenada, como metamioglobina vermelha com tons marrons. Durante o armazenamento e exposição nas prateleiras de supermercado, a oximioglobina é transformada em metamioglobina por oxidação. A coloração marrom é pouco atrativa para o consumidor o qual rejeita este produto (BUCKLEY *et al.*, 1996).

3.3.2.5 Efeitos tóxicos da oxidação lipídica

Além dos aspectos organolépticos, existem riscos á saude. Os radicais livres estão envolvidos na patogenia de muitas doenças, desde infecções até doenças cardiovasculares. Porém em alimentos sua principal função deletéria é promover a oxidação de ácidos graxos e colesterol (TORRES & FERRARI, 2000).

Os hidroperóxidos dos lipídios, produtos secundários da deterioração oxidativa de ácidos graxos, podem causar danos nas proteínas, membranas e compostos biológicos, afetando assim as funções vitais das células. Reagem como substâncias

intoxicantes e levam a processos deteriorativos no homem. A oxidação de ácidos graxos promove irritação da mucosa intestinal, diarreia, degeneração hepática e de órgãos linfóides e até a morte de células (FERRARI, 1998).

Dentre os produtos secundários da deterioração oxidativa dos ácidos graxos, destacam-se os aldeídos (aldeído malônico, 4-hidroxinonenal e a acroleína) que estão relacionados à aterosclerose, ao diabetes, à mutagênese e, possivelmente ao câncer (MEDEIROS *et al.*, 1996; TORRES & FERRARI, 2000).

Outro importante componente da oxidação de carnes é o colesterol que, como os outros derivados lipídicos, sofre oxidação catalizada por ação da luz, do ar, das temperaturas elevadas, radicais livres ou uma combinação destes (PEARSON *et al.*, 1983).

O colesterol é um derivado lipídico presente na carne e que também sofre oxidação e forma produtos aterogênicos, mutagênicos e ou carcinogênicos (KUMAR & SINGHAL, 1991).

A ingestão elevada de colesterol oxidado contra um baixo nível de antioxidantes na alimentação, frente o aumento da atividade de radicais livres, constituem um fator de risco muito maior nas doenças cardiovasculares do que o consumo do colesterol sozinho. O óxido do colesterol produz resíduos no coração e aorta, a qual pode conduzir a formação de placas no sistema circulatório. O colesterol puro não produz efeito sobre o sistema circulatório, porém os óxidos do colesterol são tóxicos (ADDIS, 1999; DUTHIE, 1991).

A oxidação lipídica traz prejuízos nutricionais devido à perda parcial de vitaminas lipossolúveis, a co-oxidação da vitamina C, a formação de lipídios oxidados antagonistas de nutrientes essenciais (tiamina, riboflavina, proteínas, lisina, aminoácidos sulfurados, vitamina B₁₂, pantotenato, etc.) e a destruição parcial dos ácidos graxos insaturados essenciais linoleico e linolênico (FERRARI, 1998).

A oxidação lipídica deteriora a qualidade sensorial, física e química dos alimentos, e leva à produção de substâncias tóxicas às células do organismo, porém seu controle pode ser iniciado em eventos pré-abate, abate e estendido até a estocagem. Seu efetivo controle além de aumentar a vida de prateleira da carne, traz benefícios diretos ao consumidor.

3.4 Microbiota da carne

A carne é uma porção de tecidos comestíveis localizado entre duas regiões muito susceptíveis à contaminação: a parte externa, coberta por pêlos, e a parte interna, onde se localiza o trato intestinal. Durante o abate dos animais de açougue, preparação de suas carcaças, conversão dos músculos em carne e sua subsequente comercialização, ocorre todo um processo de manipulação, que pode aumentar a microbiota contaminante (SILVA *et al.*, 2001).

A avaliação da qualidade microbiológica das carnes está baseada em parâmetros higiênicos e sanitários, e a contagem total inclui os microrganismos não-patógenicos, cuja presença em maior ou menor número indica as condições da matéria-prima e do processamento utilizado (CONTRERAS, 1998).

Muitos gêneros de bactérias podem ser isolados da carne de animais de açougue, no entanto, os mais importantes são os patogênicos e os deterioradores, principais responsáveis pela perda de qualidade da carne e de seus derivados, e geralmente responsáveis pelos problemas de Saúde Pública que abreviam a vida-de-prateleira do produto (GOMBOSSY *et al.* 1996).

Devido à sua composição, rica em elementos nutritivos (proteínas, glicídios, lipídios, vitaminas e sais minerais), elevado teor de umidade (de 65 a 75%) e de um pH apropriado ao desenvolvimento microbiano, a carne é muito perecível, podendo deteriorar-se em um breve espaço de tempo (PARDI *et al.*, 1995).

O tecido muscular *in vivo* é praticamente estéril, sendo que logo após o abate, contém entre 1 e 10 Log UFC . g⁻¹ (SILVA & BERAQUET,1993; ADAMS & MOSS, 1997). Inevitavelmente contamina-se durante as operações de abate, principalmente por microorganismos presentes nos pêlos do animal, no ar, em utensílios e manipuladores. Os microrganismos que contaminam as carcaças permanecem sobre sua superfície durante toda a fase logarítmica de crescimento. A penetração microbiana no tecido muscular ocorre provavelmente pela degradação deste tecido, pelas enzimas proteolíticas produzidas pelas bactérias, que podem destruir o endomísio e permitir a invasão dos microrganismos (NORTJE & NAUDE, 1981).

Como a carne é mantida em ambientes refrigerados, a microbiota de superfície será dominada por organismos capazes de crescer em ambiente de refrigeração, os chamados microrganismos psicrótróficos. Estes são bactérias cujo meio primitivo é a

água e que chegam à carne através de resíduos de água ou outras sujidades úmidas. De acordo com os gêneros presentes nesta microbiota de contaminação, aponta-se uma associação de *Pseudomonas-Acinetobacter-Moraxella*, bactérias aeróbias estritas (PRICE & SCHEWEIGERT, 1994; VARNAN & SUTHERLAND, 1998). No gênero *Pseudomonas*, prevalece *Pseudomonas fragi*, considerado como microrganismo típico da carne (PÄNDL *et al.*, 1994). *Pseudomonas* têm como propriedade geral a capacidade de se desenvolverem facilmente em alimentos com alto conteúdo proteico e armazenados a baixas temperaturas (VARNAN & SUTHERLAND, 1998).

Outras bactérias estão presentes em pequenas quantidades e ocasionalmente podem ser uma parte importante da microbiota, como *Brochothrix thermosphacta*, que é favorecido por temperaturas de 5°C ou superiores. Os membros psicrotróficos das enterobacteraceas, incluindo *Serratia liquefaciens*, *Enterobacter agglomerans* e *Hafnia alvei* também são comuns em baixos níveis, e são mais importantes durante o armazenamento de 6 a 10°C (VARNAN & SUTHERLAND, 1998).

Quando a população microbiana atinge 10^7 UFC \cdot cm⁻² inicia-se a produção de proteases extracelulares, com aparecimento simultâneo de odores desagradáveis e descoloração (NORTJE & NAUDE, 1988). Neste momento crítico, os microrganismos passam da utilização de glicose à utilização de aminoácidos como substrato de crescimento. O metabolismo bacteriano origina uma mistura complexa de ésteres voláteis, álcoois, cetonas e compostos sulfurados que conjuntamente produzem os odores desagradáveis detectados (ADAMS & MOSS, 1997).

Nas últimas fases de alteração se observa um aumento do pH e são produzidos amoníaco e várias aminas. Quando o número de microrganismos alcança níveis em torno de 10^8 UFC/cm², aparece um outro indício de alteração na carne, em forma de uma limosidade superficial (ADAMS & MOSS, 1997).

Todas as formas de vida, incluindo os microrganismos, necessitam de água para crescer. A fase aquosa de um meio de cultivo microbiano como a carne contém muitas substâncias dissolvidas. Estes solutos dissolvidos na água determinam a pressão de vapor da solução e a umidade relativa no equilíbrio (URE). A atividade de água (a_a), ou ERH dividida por 100, se define como a fração molar do solvente dividida por moles do soluto mais do solvente (PRICE & SCHWEIGERT, 1994).

A a_a de um alimento é a relação entre a pressão de vapor da água do alimento (P) e da água pura (P_o) a dada temperatura ($a_a = P/P_o$). A a_a ótima para o crescimento da maioria das bactérias está ao redor de 0,990-0,995. Por exemplo, o mínimo de a_a para *Salmonella* é de aproximadamente 0,94 para *Staphilococcus* ao redor de 0,86 (ADAMS & MOSS, 1997).

A atividade de água da carne fresca é de 0,99 ou superior, e é o ótimo para muitos tipos de bactérias. O crescimento de tais bactérias está restringido a superfície, a dessecação que se produz nesta superfície limita progressivamente o crescimento de tais microrganismos deteriorantes. Conforme o produto se desseca, se produz uma restrição contínua no número de espécies que podem crescer. Alguns fungos podem crescer com valores de a_a tão baixos como 0,75 (PRICE & SCHWEIGERT, 1994).

Muitos gêneros de bolores já foram isolados de carcaças e diversos cortes de carne, sob várias condições de deterioração: *Thamnidium*, *Mucor* e *Rhizopus*; *Cladosporium*, que produz pontos escuros, *Penicillium*, que produz manchas verdes, e *Sporotrichum*, produtor de manchas esbranquiçadas na carne. Entre os gêneros de leveduras encontrados em carnes refrigeradas deterioradas, estão *Candida*, *Torulopsis* e *Rhodotorula* (KINSMAN *et al.*, 1994).

De forma geral pode-se dizer que a água, o oxigênio e o pH são os principais fatores que determinam se a microbiota deteriorante da carne será dominada por bactérias, bolores ou leveduras.

3.4.1 Microrganismos indicadores

Microrganismos indicadores são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (GOMBOSSY *et al.*, 1996).

3.4.1.1 Coliformes Totais

Este grupo é composto por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35-37°C, por 48 horas. São bacilos gram-negativos e não fermentadores de esporos (GOMBOSSY, 1996).

Fazem parte desse grupo predominantemente bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Destes, apenas a *Escherichia coli* tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e animais. Os demais – *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* - , além de serem encontrados nas fezes, também estão presentes em outros ambientes como vegetais e solo, onde persistem por tempo superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal como *Salmonella* e *Shigella*. Conseqüentemente, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (GOMBOSSY, 1996).

3.4.1.2 Coliformes fecais e *Escherichia coli*

As bactérias pertencentes a este grupo correspondem aos coliformes totais que apresentam a capacidade de continuar fermentando lactose com produção de gás, quando incubadas à temperatura de 44-45,5°C. Nessas condições, ao redor de 90% das culturas de *E. coli* são positivas, enquanto entre os demais gêneros, apenas algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella* mantêm essa característica (FRANCO & LANDGRAF, 1999).

A pesquisa de coliformes fecais ou de *E. coli* nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos.

Em alimentos vegetais frescos, o único indicador válido de contaminação fecal é a *E. coli*, uma vez que os demais indicadores de contaminação fecal são encontrados naturalmente nesse tipo de alimento. Em alimentos de origem animal, a ocorrência de números elevados de *Enterobacteraceae* pode indicar manipulação sem cuidados de higiene e/ou armazenamento inadequado (GOMBOSSY, 1996).

3.4.2 Indicadores gerais de contaminação do alimento

São grupos de microrganismos que, quando presentes em números elevados nos alimentos, poderão causar a deterioração e/ou a redução da vida de prateleira. Essas contagens fornecem informações gerais sobre as condições durante o processamento do alimento.

As contagens de bactérias viáveis baseiam-se no número de bactérias que se desenvolvem em placas com meios de cultura nos quais foram inoculadas quantidades previamente conhecidas do alimento diluído e, posteriormente, incubadas sob determinadas condições ambientais. Portanto, só serão contadas bactérias com capacidade de crescer nessas condições (GOMBOSSY, 1996).

3.4.2.1 Microrganismos aeróbios mesófilos

Os microrganismos aeróbios mesófilos constituem um grupo importante, pois incluem a maioria dos microrganismos acidificantes. A temperatura ótima para o crescimento desses microrganismos é de 30-40°C (SILVEIRA et al., 1998).

Esta contagem é comumente empregada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. Mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nas condições organolépticas do alimento, um número elevado de microrganismos indica que o alimento é insalubre. Exceção deve ser feita aos alimentos fermentados (GOMBOSSY, 1996).

A deterioração de alimentos pode ser causada pelo crescimento de microrganismos que levariam a alterações organolépticas. Neste caso, números elevados são esperados e variam com o tipo de alimento e microrganismo presente. Os mesófilos não supõem um risco potencial a saúde humana, embora a maioria das bactérias patogênicas sejam mesófilas. Mesófilos têm sido a expressão da qualidade higiênica dos alimentos (CAPITA et al., 1999).

3.4.2.2 Microrganismos psicrotróficos

São extremamente importantes em alimentos que são conservados ou armazenados em condições de refrigeração por períodos relativamente longos (1 a 4 semanas). São geralmente proteolíticos e lipolíticos. Podem crescer a 7°C ou em temperaturas menores (SILVEIRA *et al.*, 1998).

Podem causar a deterioração dos alimentos e conseqüente perda da qualidade dos alimentos, alterações organolépticas, determinando assim a vida de prateleira de produtos refrigerados. Podem refletir o crescimento da população inicial durante o armazenamento e/ou contaminação antes do armazenamento (FRIES, 1997). A contagem total de bactérias psicrotróficas avalia o grau de deterioração de alimentos refrigerados (FRANCO & LANDGRAF, 1999).

Pseudomonas são os microrganismos responsáveis principalmente pela alteração superficial de carnes mantidas sob temperaturas de refrigeração (5°C ± 0,5). Concentrações de 10⁷ UFC • g⁻¹, dão origem a modificações das características organolépticas, porém em concentrações maiores, inicia a formação de limosidade superficial (CAPITA *et al.*, 1999). Desta forma *Pseudomonas spp*, tem sido um indicador da higiene na manipulação de carnes refrigeradas.

3.5 Ácidos Orgânicos

3.5.1 Definição

Na química orgânica se denominam ácidos orgânicos aquelas substâncias que possuem ao menos um grupo carboxílico (-COOH). Os ácidos orgânicos se denominam alifáticos, se “R” é uma cadeia linear de carbonos e aromáticos se “R” um anel de carbonos. Também se denominam “di”, “tri”, etc., “policarboxílicos”, se contém mais de um grupo carboxílico. O nome químico dos ácidos se baseia na do alcano ou hidrorcarboneto aromático correspondente, substituindo a palavra ácido e empregando a terminação “oico”. Se admitem numerosos nomes comuns para estas substâncias, por exemplo, o ácido metanóico, presente em muitos insetos, se pode chamar de fórmico e o ácido etanóico se denomina acético (PALENZUELA, 2002).

A maioria dos ácidos orgânicos, como o acético, são ácidos fracos já que não se encontram totalmente dissociados em solução aquosa. Isto significa que ao dissolver em água certa quantidade de ácido acético se alcança um equilíbrio estacionário representado pela equação: $[H^+][A^-]/[HÁ] = K_a$; onde K_a constitui a constante de ionização do ácido o qual deve medir-se experimentalmente, mediante a determinação do pH da solução sucessivas do ácido (FENNEMA, 1993).

Para entender o comportamento dos ácidos fracos é útil o conceito de pK_a , que se define como o logaritmo decimal do inverso da constante de dissociação K_a , assim um pH igual ao pK_a nas formas ionizada e não ionizada nos indica que estes estão na mesma concentração em equilíbrio. Ou seja, o pK_a de um ácido é o pH ao qual este ácido se encontra semi-ionizado. O conceito de pK_a nos proporciona uma medida da força do ácido. Os ácidos fortes tendem a valores próximos a 1, enquanto que a maioria dos ácidos orgânico têm valores entre 3 e 5 (FENNEMA, 1993).

3.5.2 Natureza e utilidade dos ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos e seus ésteres se acham muito difundidos na natureza. Se encontram com freqüência em frutas, por exemplo, o ácido cítrico dos frutos cítricos, o ácido benzóico em frutos azedos e em frutos verdes, o ácido sórbico em frutas frescas. O ácido láctico se encontra nos tecidos animais; o galato de metila nas folhas de diversos tipos de plantas; nas especiarias se encontram vários ácidos orgânicos. Muitos deles constituem metabólitos intermediários e produtos finais do metabolismo microbiano e se encontram em grandes quantidades em muitos produtos lácticos, cárnicos e vegetais fermentados. Nossos antepassados descobriram que a acidez provocada pelos ácidos sobre os produtos alimentícios constituía um meio valioso para retardar ou evitar alterações proteolíticas (LIMA, 1980).

As indústrias utilizam certos ácidos orgânicos para ajudar na conservação de diversos produtos. Contudo a concentração e o tipo de ácidos orgânicos permitidos são cuidadosamente controlados pelos órgãos governamentais responsáveis pela saúde.

Por sua solubilidade, sabor e baixa toxicidade os ácidos orgânicos de cadeia curta, como o acético, benzóico, cítrico, propiônico, e sórbico são muito utilizados como conservadores ou acidificantes. Devido à sua presença nas plantas e em

muitos alimentos de origem animal, e também pelas suas propriedades de sabor, os ácidos orgânicos tais como o ácido láctico, acético, cítrico e tartárico têm sido denominados de “ácidos orgânicos comestíveis” (GERHARDT, 1988).

O ácido cítrico foi isolado pela primeira vez a partir do suco de limão. É um ácido hidroxitricarbônico, sendo que os íons hidrogênio do grupo carboxílico podem ser substituídos por metais, formando sais neutros e ácidos. Os íons metálicos polivalentes se ligam formando complexos inativos. Por este motivo o ácido cítrico é utilizado como sinergista de antioxidantes em alimentos gordurosos (GERHARDT, 1988). Esta mesma propriedade de complexar íons metálicos, essenciais para o desenvolvimento microbiano, pode ser responsável por sua atividade antimicrobiana (BEUCHAT & GOLDEN, 1989).

O ácido cítrico é particularmente inibidor de microrganismos acidificantes em suco de tomate, sendo também utilizado em sorvete, bebidas conservas e outros. O ácido cítrico tem sido utilizado em combinações com outros ácidos orgânicos na sanitização de carcaças bovinas (ROÇA & SERRANO, 1994) e carcaças de aves (GOETZ & TERRA, 1998).

O ácido tartárico, presente em frutas como o abacaxi e uvas, apresenta atividade antimicrobiana pela redução do pH. O ácido málico, amplamente distribuído em frutas e vegetais, possui ação inibidora contra leveduras e algumas bactérias, devido ao efeito direto na diminuição do pH (BEUCHAT & GOLDEN, 1989).

O ácido acético é muito eficaz como acidificante e conservante e são utilizados para muitos propósitos. Somente os *Acetobacter* sp., algumas bactérias lácticas e alguns mofo e leveduras mostram certo grau de resistência a este composto. A presença de 1-2% de ácido acético não dissociado em carne, pescado ou vegetais inibem ou matam muitos microrganismos presentes, podendo apenas sobreviver os ácidotolerantes em condições normais ou em más condições higiênicas. Esta concentração pode reduzir de forma significativa a presença de muitos microrganismos, principalmente em produtos refrigerados (LIMA, 2003).

O ácido acético, diluído em forma de vinagre, é utilizado há muito tempo na conservação de pepinos, cebolas e outros picles, bem como em certos molhos (BOURGEOIS et al., 1994) O ácido acético é mais eficaz frente a leveduras e bactérias do que contra bolores, e sua eficácia aumenta com a diminuição do pH, que favorece a presença de ácido não dissociado (FRAZIER & WESTHOFF, 1993).

O ácido láctico é fisiologicamente formado na célula de microrganismos, em plantas, animais e homens. Ele contém um chamado carbono assimétrico e conseqüentemente há duas formas opticamente ativas, as formas L(+) e D(-). Ambos ocorrem na natureza, entretanto, em animais e no homem ocorre quase que exclusivamente a forma L(+). Esta é produzida no corpo por uma conversão metabólica da glicose ou glicogênio (SMULDERS *et al.*, 1986).

O ácido láctico é um dos ácidos mais amplamente distribuídos na natureza, e é um dos principais ácidos formados durante os processos fermentativos naturais. É considerado como substância GRAS (“Generally Recognized as Safe”) para a utilização em alimentos nos Estados Unidos. Sua capacidade inibitória para os microrganismos deve-se à redução do pH a níveis incompatíveis com o crescimento bacteriano (BRANEN & DAVIDSON, 1983). Atribui-se ao ácido láctico a capacidade de reduzir a carga microbiana inicial de carnes, através de um efeito bactericida imediato e um efeito bacteriostático que atuaria por tempo prolongado (PRASAI *et al.*, 1992).

O ácido ascórbico é o nome usual do composto L-treo-2-hexenono-1,4-lactona. É bastante usado em alimentos pelas suas funções como agente redutor, antioxidante e agente seqüestrante de metais. Tem sido usado com grande eficácia em aspersão de carcaças animais com o objetivo de aumentar a vida de prateleira das carnes, devido a seu efeito bactericida, a sua atividade de vitamina C e sua baixa toxicidade (LIAO & SEIB, 1988).

Estudos comprovam que a imersão de carcaças de frango em soluções de ácido ascórbico 1% por 3 minutos, retardam o crescimento microbiano e aumenta a vida de prateleira de até 1 semana (ARAFI & CHEN, 1987).

Muitas pesquisas vem sendo feita nos últimos anos testando a associação destes ácidos orgânicos, como forma de reduzir a carga microbiana de carcaças animais após o abate, bem como objetivando o aumento da vida útil da carne. Estas pesquisas comprovam que o uso associado destes ácidos tem uma ação mais eficaz contra microrganismos deteriorantes e patogênicos, do que o uso isolado dos mesmos (MELLO & TERRA, 1994).

Carcaças bovinas aspergidas com uma solução composta de ácido acético 2%, ácido láctico 1%, ácido cítrico 0,25% e ácido ascórbico 0,1%, foi testada por Silva (1999), e constatou uma redução em mais de 90% a carga microbiana das carnes e um aumento em até uma semana a sua vida útil, armazenadas a 7°C.

Carcaças de frango tratadas com 1 e 2% de ácido láctico, foi testada por Van Der Marel *et al.* (1988) e constataram uma redução da contaminação em cerca de 1 ciclo logarítmico. Foi testado ácido láctico e ascórbico, formando uma solução destes ácidos os quais foram aquecidos à 35°C e aspergidos sobre a superfície de carcaças bovinas na câmara de resfriamento, conseguindo resultados efetivos na redução da contaminação.

As propriedades antimicrobianas dos ácidos foram estudadas por diversos autores dos quais, constataram que a forma não dissociada da molécula é que confere a característica bactericida. Os valores de pK_a da maioria dos ácidos encontra-se na faixa de pH entre 3,0 e 5,0, portanto, a concentração da forma não-dissociada, aumenta com o aumento da acidez do alimento (ARAÚJO, 1990).

3.5.3 Efeito antimicrobiano dos ácidos orgânicos

Os ácidos exercem sobre os microrganismos dois tipos de efeitos distintos, embora relacionados. Em primeiro lugar, existe um efeito antimicrobiano devido a acidez em si, isto é, a queda do pH extracelular. O segundo tipo, mais importante na prática, é o efeito antimicrobiano específico devido a forma não dissociada (PALENZUELA, 2002).

Dada a natureza logarítmica de escala de pH, uma diminuição de 1 a 2 unidades (equivalente a um aumento de 10 a 100 vezes na concentração de prótons) tem um efeito drástico sobre a proliferação de microrganismos. A maioria das bactérias crescem mal a pHs inferiores à 5, porém este nível de acidez não garante, naturalmente, a esterilidade microbiológica: muitas bactérias podem sobreviver nestas condições em períodos prolongados de tempo (ADAMS & MOSS, 1997).

Um pH extracelular muito afastado de 7,0 perturba o gradiente de prótons, que é o principal componente da força proto-motriz, para os processos de transporte através da membrana, motilidade e sínteses de ATP acoplada ao processo respiratório. Além do mais o metabolismo anaeróbico de bactérias se encontra regulado pelo pH do meio (BOOTH, 1985). O efeito da acidificação do meio depende da concentração e força do ácido.

O efeito antimicrobiano de muitos ácidos orgânicos se exerce através da forma não dissociada e este fato tem maior importância do que a queda do pH em si. A forma dissociada dos ácidos, ao ser um ânion, é altamente polar e por tanto não atravessa facilmente a membrana plasmática dos microrganismos. A forma não dissociada do ácido, ao contrário atravessa a membrana. Uma vez no interior da bactéria, o ácido pode dissociar-se e então afeta diretamente o pH intracelular microbiano (ÖSTLING & LINDGREN, 1993). Isto pode afetar gravemente o seu metabolismo, já que afeta o gradiente de prótons e de carga com o exterior, e interfere com os sistemas de transporte de aminoácidos e fosfatos. Além do mais, muitas enzimas essenciais para o metabolismo microbiano se inativam à pH ácidos (BEARSON *et al.*, 1997).

Outra consequência negativa deste processo se deve ao aumento do turgor celular. Ao produzir a dissociação do ácido no interior da célula, a concentração interna de ânions vai aumentar. Isto por sua vez, desencadeia um mecanismo de compensação da carga elétrica que obriga a bactéria a aumentar os níveis de Na^+ , K^+ e/ou glutamato, no que leva à um incremento maior da força iônica intracelular e do turgor. Este processo provoca um aumento da pressão mecânica sobre a parede do microrganismo, o que faz que eventualmente estoure (PALENZUELA, 2002).

Naturalmente, o efeito inibitório da forma não dissociada não tem lugar na acidificação se esta ocorrer utilizando ácidos orgânicos fortes, pela simples razão de que todo ácido se encontra dissociado na dissolução. A maior ou menor atividade inibitória da forma não dissociada depende, em primeiro lugar, da capacidade desta para atravessar as membranas plasmáticas e exterior da bactéria, que de forma geral resultará em mais eficazes moléculas de pequeno tamanho e carácter hidrofóbico. Com tudo este tipo de toxicidade se deve a outros efeitos do anião no interior da célula e portanto sua toxicidade é que determinada empíricamente para cada ácido orgânico e cada tipo de microrganismo (PALENZUELA, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição do local do experimento

A pesquisa desenvolveu-se em um frigorífico de suínos, no estado do Rio Grande do Sul.

As carcaças suínas após as etapas de abate, vão para uma câmara de resfriamento, as quais entram com uma temperatura de 42°C. Num período de aproximadamente 19 horas, as mesmas ficam penduradas em ganchos e a cada 20 segundos são aspergidas com água. Todas as carcaças são nebulizadas, pois existe nesta câmara um forçador de ar, o qual nebuliza todas uniformemente (Apêndice A).

Após o período de 16 a 19 horas de permanência na câmara, as carcaças suínas são retiradas da câmara com uma temperatura, medida no pernil de no máximo 7°C, conforme a legislação. Posteriormente, as mesmas vão para sala de corte e desossa (Apêndice B).

Este sistema de resfriamento é um padrão de tratamento pós-abate que visa principalmente a diminuição por perdas evaporativas e por gotejamento.

4.2 Descrição do experimento

As perdas de peso e a qualidade físico-química e microbiológica das carnes foram avaliadas em dois experimentos. No primeiro experimento foi realizado o controle de quebra de peso das carcaças suínas, na câmara de resfriamento. No segundo experimento foi aplicado nas carcaças suínas uma combinação de ácidos orgânicos em diferentes concentrações durante o resfriamento na câmara. As amostras coletadas constaram de cortes cárneos das carcaças e, posteriormente transportadas em caixa isotérmica com gelo, aos laboratórios de Microbiologia de alimentos e Físico-química do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

4.3 Experimento 1: Controle de quebra de peso das carcaças suínas na câmara de resfriamento

Após o abate, foram separadas aleatoriamente 25 carcaças suínas, as quais foram pesadas e foi aferida a temperatura interna do músculo *Longissimus dorsii*. Este procedimento foi adotado na entrada da câmara de resfriamento e após 17 horas de aspersão com água. As carcaças foram aspergidas em tempos diferenciados, consistindo em 5 tratamentos:

Tratamentos	Tempo do Aspersor	
	Ligado	Desligado
1	0	0
2	60 segundos	15 minutos
3	10 segundos	20 segundos
4	60 segundos	20 segundos
5	120 segundos	20 segundos

Dentro da câmara de resfriamento foram controladas as condições atmosféricas, sendo umidade relativa do ar (%UR), com termômetro de bulbo seco, bulbo úmido e a temperatura do ar com termômetro de mercúrio. Este procedimento foi adotado no início e fim do resfriamento e anotados em uma planilha de controle (Apêndice C).

4.3.1 Cálculo da porcentagem de quebra de peso (%QP), das carcaças

A partir dos dados de pesagem das carcaças suínas, procedeu-se para cada tratamento os cálculos de porcentagem de quebra de peso com auxílio da fórmula abaixo:

$$\%QP = (PIC - PFC)/PIC \times 100, \text{ onde:}$$

%QP = Porcentagem de quebra de peso;

PIC = Peso inicial das carcaças;

PFC = Peso final das carcaças. (OLIVEIRA *et al.*, 2003)

4.3.2 Análise estatística

Os valores obtidos foram analisados pela ANOVA, seguida do teste de Tukey para comparação dos tratamentos ($p < 0,05$).

4.4 Experimento 2: Aspersão das carcaças suínas com solução de ácidos orgânicos na câmara de resfriamento

Foram selecionadas aleatoriamente quatro meia carcaças suínas, sendo duas controle e duas aspergidas com 400 mL com a solução de ácidos. Foram testadas três combinações de ácidos orgânicos com diferentes concentrações, as quais constituíram os três tratamentos descritos a seguir:

- Tratamento 1: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,10 de ácido ascórbico (g/v) + 0,25% de ácido cítrico (g/v);
- Tratamento 2: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80% de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v), a combinação destes aquecida e aplicada à 55°C;
- Tratamento 3: 1% de ácido láctico (v/v) + 0,80 de ácido ascórbico (g/v) + 1% de ácido cítrico (g/v) + 1% de ácido acético (v/v).

Após o tempo de permanência de 17 horas na câmara de resfriamento, foram selecionados para cada tratamento, três cortes (pernil, carré e paleta) de cada meia carcaça com a solução de ácidos orgânicos e os mesmos cortes (pernil, carré e paleta) das meias carcaças controle.

Os cortes cárneos transportados em caixa isotérmica, com gelo, até os laboratórios do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria, RS, foram armazenados em embalagens plásticas comum sob temperatura de refrigeração 4°C(±0,5). As análises microbiológicas, análises físico-químicas foram realizadas no dia 0 (saída da câmara de resfriamento), dia 7 e dia 14, as análises das características sensoriais dos cortes com e sem ácido foram realizadas somente nos dias 0 e 7 .

4.4.1 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas dos cortes suínos foram realizadas a cada 7 dias de armazenamento sob refrigeração à 4°C ($\pm 0,5$), através de contagem total de aeróbios mesófilos, psicrotróficos e coliformes totais e fecais. A metodologia empregada para as análises seguiu os métodos descritos por LANARA (2003). As análises foram realizadas com duas repetições e placas em duplicata.

4.4.1.1 Preparação das amostras

Foram coletadas duas amostras de 25 gramas de cada corte, (pernil, carré e paleta) e homogeneizadas com 90 mL de água peptonada (0,1%), em Bag Mixer por 2 minutos. Após homogeneização foram feitas as diluições sucessivas, utilizando-se água peptonada 0,1%, pipetou-se alíquotas de 1 mL de inóculo em placas de Petri esterilizadas e 15-20 mL do meio agar fundido e resfriado, referentes às distintas análises microbiológicas.

Após a mistura do inóculo ao meio de cultura e completa solidificação, as placas foram incubadas invertidas em estufa, com temperatura própria de cada análise, devidamente identificadas.

4.4.1.2 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos

Para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, foi utilizado o meio Ágar Padrão para Contagem – PCA (Merck[®]), as placas foram incubadas à 30° C por 48 horas. As semeaduras foram feitas em duplicata de cada diluição. Para a contagem, escolheu-se as placas das diluições que estavam na faixa de 30 – 300 colônias (LANARA, 2003). Os valores foram expressos em Log UFC . g⁻¹.

4.4.1.3 Contagem total de microrganismos psicrotróficos

Para a contagem de psicrotróficos utilizou-se o meio Ágar Padrão para Contagem – PCA (Merck^R). O procedimento utilizado para contagem de

psicrotróficos foi o mesmo descrito no item 4.3.1.1, incubando as placas a uma temperatura de 5 – 7° C, por 10 dias (LANARA, 2003). As sementeiras foram feitas em duplicata e os valores expressos em Log UFC .g⁻¹.

4.4.1.4 Contagem de coliformes totais

O método utilizado para coliformes totais foi do plaqueamento em Agar Cristal Violeta Vermelho Neutro-Bile (VRB). O procedimento utilizado foi de acordo com o descrito no item 4.3.1.1, porém após a homogeneização da amostra e ágar na placa, esta recebeu uma sobrecamada do mesmo meio de cultura.

As pacas de Petri devidamente identificadas foram levadas invertidas para estufa e encubadas à 37° C por 24 horas. Com auxílio de um contador de colônias procedeu-se a contagem das placas que possuíam uma faixa de 30-300 colônias. Os valores foram expressos em Log UFC • g⁻¹.

4.4.1.5 Contagem de coliformes fecais – Caldo *Escherichia coli* (EC)

A partir das colônias desenvolvidas no meio VRB, Agar Cristal Violeta Vermelho Neutro-Bile, utilizado na contagem de coliformes totais, procedeu-se a repicagem de 3 a 5 colônias típicas e semeou-se em tubos de ensaio com durham (tubos de fermentação), contendo caldo EC. Os tubos foram incubados em banho-maria à 44-45°C por 24 horas e a detecção da presença de coliformes fecais foi através da verificação da produção de gás dos mesmos.

4.4.2 Análises físico-químicas

4.4.2.1 Determinação de pH

O pH foi determinado segundo metodologia descrita por Terra & Brum (1988), na qual 10 gramas da amostra do corte cárneo suíno, foram homogeneizadas com 100 mL de água destilada. A medida do pH, foi realizada em pHmetro digital da

marca Digimed[®], com eletrodo de vidro combinado e termocompressor. Foram realizadas duas repetições por amostra.

4.4.2.2 Determinação do índice de TBA

O índice de TBA (Ácido 2-Tiobarbitúrico), foi determinado pelo método proposto por Raharjo *et al.* (1992) modificado, descrito a seguir: Foram coletadas duas amostras de 10 gramas de carne as quais foram adicionadas 40 mL de ácido tricloroacético 5% mais 1 mL de antioxidante BHT. As amostras foram homogenizadas por 1 minuto e a seguir foram filtradas e o volume foi ajustado para 50 mL em balão volumétrico com ácido tricloroacético 5%, do filtrado foram retirados com pipeta volumétrica alíquotas de 2 mL e colocados em tubo de ensaio (2 tubos para cada balão), após foram adicionados 2 mL do reagente de TBA 0,08 Molar em ácido acético 50%. Após este procedimento as amostras foram levadas para o banho-maria fervente por 5 minutos.

As leituras foram obtidas em transmitância através de um espectrofotômetro à 531 nanômetros. Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilo de amostra ($\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$). A transformação de %T para $\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$ foi seguindo o cálculo abaixo:

$$A = - \text{Log } T / 100$$

$$\text{mg kg}^{-1} = A \times 7,8 \text{ onde;}$$

$$A = \text{absorbância,}$$

$$\%T = \text{porcentagem de transmitância,}$$

$$\text{mg kg}^{-1} = \text{miligramas de aldeído malônico por quilo de amostra;}$$

$$7,8 = \text{fator de conversão.}$$

4.4.3 Análise Estatística

Os dados obtidos das análises microbiológicas e físico-químicas, foram analisadas pela ANOVA, seguida do teste de Tukey à um nível de 5% de probabilidade de erro.

4.4.4 Análise sensorial

As análises sensoriais das amostras de carne suína foram realizadas utilizando-se uma prova de preferência descrita por DUTCOSKY, (1996), na qual as amostras foram apresentadas a um grupo de provadores não treinados. As fichas correspondentes aos testes encontram-se nos Apêndices D, E, e F.

Com o objetivo de verificar as alterações sensoriais nos cortes cárneos por ocasião da aplicação dos ácidos orgânicos, foram realizados dois testes para a carne assada e um teste para a carne "in natura". As carnes foram assadas em forno convencional, à temperatura de 200° C, por 60 minutos.

Os testes escolhidos para as análises sensoriais são utilizados para verificar se existe diferença entre duas amostras, mas não identifica a diferença. As análises foram realizadas aos 0 e 7 dias após a aplicação dos ácidos, avaliando-se os seguintes parâmetros para cada teste:

Produto cru = Teste pareado simples (preferência): cor, odor e aparência (Apêndice D);

Produto assado = Teste pareado simples: cor, odor, sabor, textura e aparência (Apêndice E);

-Teste triangular: sabor (Apêndice F);

4.4.4.1 Análise estatística

A avaliação dos dados referentes à análise sensorial, utilizou-se a tabela de significância nos testes pareados ($P=1/2$), teste bicaudal à um nível de 5% de probabilidade de erro. Para o teste triangular ($P=1/3$), utilizou-se um nível de 5% de significância (DUTCOSKY, 1996).

4.4.5 Análise da vida de prateleira

A vida de prateleira dos cortes suínos armazenados sob refrigeração foi considerado segundo os limites citados por Fung *et al.* (1980), como índices de

carnes portadoras de contaminação. Nas análises físico-químicas seguiu-se os limites máximos permitidos no índice de TBA (Ke et al., 1984) e pH (TERRA & BRUM, 1988)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na Resolução do ano de 2001 (ANVISA, 2001) estabelece limites para coliformes totais e fecais de 3×10^4 e 3×10^2 UFC $\cdot g^{-1}$, respectivamente e para microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos de 3×10^6 UFC $\cdot g^{-1}$, porém são padrões estabelecidos para consumo para carnes cruas de aves. O limite citado por Fung *et al.* (1980), para consumo é um índice inferior à 7 Log UFC $\cdot g^{-1}$ para aeróbios mesófilos e psicrotróficos. O limite para o índice de TBA é de 0,5-1,0 mg $\cdot kg^{-1}$ índice este caracterizado por odor desagradável e limosidade característico da deterioração. A legislação brasileira não apresenta limite máximo de malonaldeído por quilo em produtos cárneos (AL-KAHTANI *et al.*, 1996).

A capacidade de conservação considerado na análise de pH foi de 6,4, valor este no qual inicia-se o processo de decomposição da carne, padrão este citado por Terra & Brum (1988).

5 RESULTADOS

5.1 Experimento 1: Aspersão com água em carcaças suínas durante o resfriamento e o efeito no índice de quebra de peso

Os dados referentes à porcentagem de umidade relativa (%UR) e temperatura da câmara (T°C) de resfriamento, e temperatura inicial e final das carcaças, assim como a porcentagem de quebra (%QP), referentes aos cinco tratamentos estão na Tabela 1

Foi observado que o Tratamento 1, sem aspersão de água durante o resfriamento das carcaças suínas, obteve o pior índice de quebra de peso em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de quebra de peso, temperatura das carcaças suínas, temperatura da câmara e umidade relativa da câmara de resfriamento, após cinco tratamentos de aspersão com água, com variação no tempo.

Tratamentos	% Quebra de peso	T°C carcaças		T°C câmara		%UR câmara	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1-controle (0/0)	3,61 a ^{**}	42,5	6,7	8,0	1,0	87,0	67,0
2- 60"/15'	2,52 b *	41,3	4,8	9,0	2,0	67,5	75,0
3- 10"/20"	1,56 c *	42,0	6,5	10,5	5,3	27,5	81,0
4- 60"/20"	1,23 d *	41,3	5,3	11,5	1,0	62,5	85,0
5- 120"/20"	0,98 d *	41,4	4,8	11,0	2,0	75,0	88,0

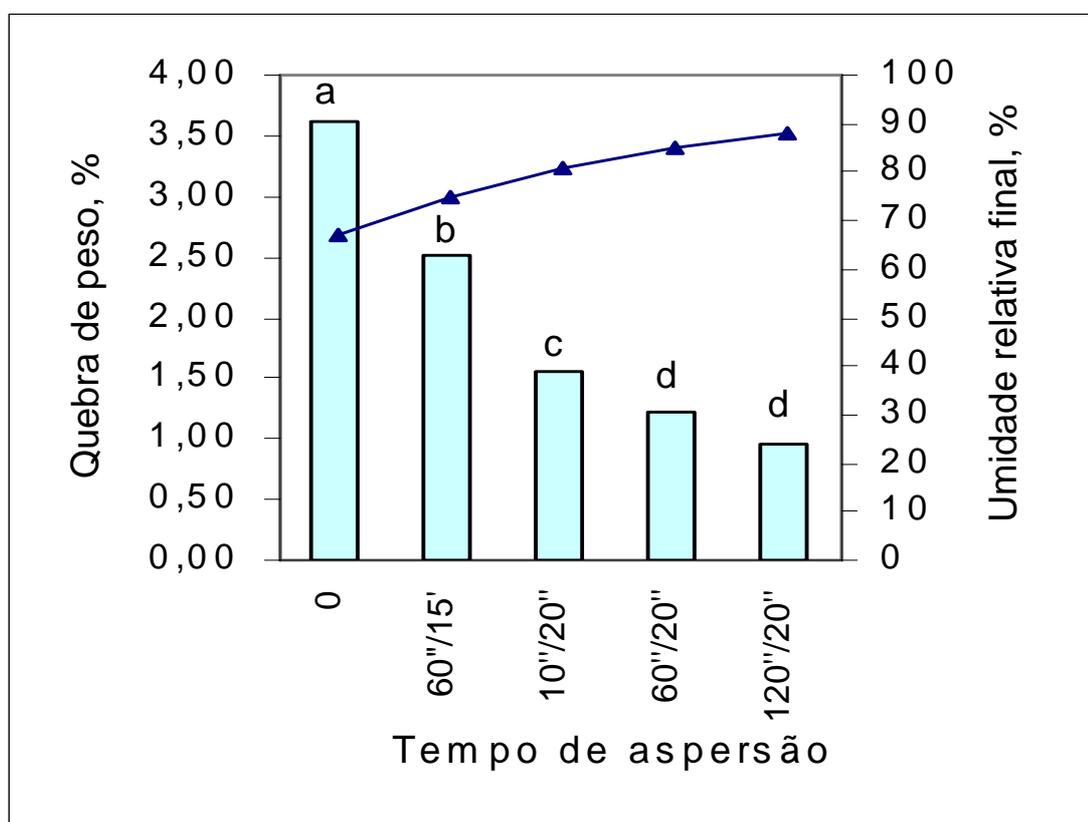
* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Tabela 1, houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 2 e 3 ($p < 0,05$), os quais obtiveram valores médios de porcentagem de quebra de peso de 3,60%, 2,51% e 1,56%, respectivamente. Já os tratamentos 4 e 5 não diferiram estatisticamente à um nível de 5% de probabilidade de erro.

Os Tratamentos 4 e 5 onde foi utilizado aspersão com água de 60" ligado 20" desligado e 120" ligado e 20" desligado, respectivamente, apresentaram os menores

índices de quebra de peso das carcaças suínas durante as 17 horas de resfriamento, (Figura 1) apresentando valores de 1,23% e 0,98%, respectivamente. Estes não diferiram estatisticamente à um nível de 5% de significância (Tabela 1).

Na Figura 1, pode-se observar que a porcentagem de umidade relativa final (%UR), dentro da câmara, teve influência direta sob a perda de peso durante o resfriamento, pois os tratamentos que obtiveram os maiores valores de %UR final, foram os que possuíam ao final do resfriamento os menores índices de quebra.



Médias de quebra de peso seguidas da mesma letra não difere pelo teste de Tukey à 5%.

Figura 1 – Efeito da umidade relativa final da câmara de resfriamento decorrentes do tempo de aspersão com água na quebra de peso das carcaças suínas.

5.2 Experimento 2: Aspersão das carcaças suínas com a solução de ácidos orgânicos na câmara de resfriamento

5.2.1 Aspersão de ácidos orgânicos e os efeitos na qualidade microbiológica da carne suína

Os resultados apresentam a ação dos três tratamentos (**T1**- 1% de ácido láctico + 0,10% de ácido ascórbico + 0,25% de ácido cítrico; **T2**- 1% de ácido láctico + 0,80% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico, aquecidos à 55°C; **T3**- 1% de ácido láctico + 0,80% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico + 1% de ácido acético), realizados nas carcaças suínas durante o resfriamento, sobre a contagem total de aeróbios mesófilos, psicotróficos, coliformes totais e fecais dos cortes pernil, carré e paleta os quais foram retirados destas carcaças e armazenados em embalagens plásticas comum sob refrigeração à 4°C(±0,5), durante 14 dias. Para cada tratamento houve cortes com ácido que correspondem as carcaças tratadas e cortes sem ácidos que correspondem as carcaças controle. As análises microbiológicas dos cortes com e sem ácido referentes aos 3 tratamentos foram realizadas nos dias 0, 7 e 14.

5.2.1.1 Microrganismos aeróbios mesófilos

Os resultados das contagens de microrganismos aeróbios mesófilos referentes aos Tratamentos 1, 2 e 3 estão nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

As contagens de microrganismos mesófilos nos cortes suínos, referentes ao tratamento 1, foi crescente ao longo dos 14 dias de armazenamento sob refrigeração à 4°C. Não houve resposta significativa ($p < 0,05$) da ação dos ácidos, na redução da contagens dos microrganismos mesófilos, tanto para os cortes com ácido quanto os sem ácidos (controle), isto verificado aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento, como pode ser visto Tabela 2.

Tabela 2 – Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
----- Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	3,51 b* C**	7,34 b B	9,53 b A
	Com	3,85 ab C	7,75 b B	10,26 a A
Carré	Sem	2,72 c C	7,35 b B	9,48 b A
	Com	2,96 bc C	7,95 ab B	9,10 b A
Paleta	Sem	4,06 ab C	8,20 a B	9,62 b A
	Com	4,19 a C	8,21 a B	9,27 b A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

A contaminação inicial foi diferenciada para os três cortes, sendo uma média de 3,68 Log UFC • g⁻¹ para o pernil, 2,84 Log UFC • g⁻¹ para o carré e 4,13 Log UFC • g⁻¹ para a paleta, porém sem diferença entre cortes com e sem ácido (Tabela 2).

Os cortes suínas das carcaças referentes ao Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico e 1,00% de ácido láctico aquecidos à 55°C), não apresentaram redução na contagem de mesófilos significativa ($p < 0,05$) aos 0, 7 e 14 dias de armazenamento à 4°C, quando comparados aos cortes sem ácido (Tabela 3).

Tabela 3 – Contagem total de microrganismos mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	2,12 a C	7,82 b B	9,51 b A
	Com	2,69 a C	7,28 b B	8,65 c A
Carré	Sem	2,56 a C	7,12 b B	9,22 b A
	Com	2,34 a C	6,70 c B	10,33 a A
Paleta	Sem	2,32 a C	8,14 a B	11,19 a A
	Com	2,73 a C	8,25 a B	8,52 c A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Foi observada uma contaminação inicial para os três cortes com e sem aplicação de ácidos uma média, em torno de 2,46 Log UFC • g⁻¹. No 7º dia e 14º dia de armazenamento, houve um acréscimo significativo (p<0,05) na contagem na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos. Portanto, a contagem foi crescente do início ao fim do armazenamento sob refrigeração, tanto para os cortes com e sem ácido (Tabela 3).

No Tratamento 3, (Tabela 4), pode-se observar que a mistura de ácidos orgânicos aplicadas nas carcaças suínas, foi eficiente no controle microrganismos aeróbios mesófilos dos cortes armazenados sob refrigeração à 4°C (± 0,5).

Tabela 4 – Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00% + acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração (4°C ± 0,5°C), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	3,11 a C	8,29 a B	9,09 a A
	Com	1,37 b B	6,71 b A	6,19 b A
Carré	Sem	2,52 ab C	8,12 a B	9,64 a A
	Com	1,67 b B	6,55 b A	6,60 b A
Paleta	Sem	2,50 b C	8,27 a B	9,35 a A
	Com	1,46 ab B	6,52 b A	6,53 b A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

A ação do ácido referentes ao Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico, 1,00% de ácido láctico e 1,00% de ácido acético), contribui no controle microbiológico desde a contagem inicial até o final do armazenamento (Tabela 4).

Com 7 dias de armazenamento sob refrigeração à 4°C, houve um acréscimo em torno de 4 a 5 ciclos logarítmicos para os cortes com ácido e sem ácido (controle), apresentando uma contagem média de 6,59 Log UFC • g⁻¹ para os cortes

com ácido e de $8,23 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, para os cortes sem ácido (Tabela 4), apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os tipos de cortes.

A diferença na contagem de mesófilos entre o sétimo dia e o décimo quarto não foi significativa ($p < 0,05$), para os cortes com ácido e a média da contagem dos microrganismos aeróbios mesófilos, permaneceu quase inalterada, enquanto que os cortes retirados das carcaças sem aplicação da mistura de ácidos referentes ao tratamento 3, apresentavam uma contagem média de $9,36 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$.(Tabela 4).

No 14º dia de armazenamento houve uma diferença de significativa ($p < 0,05$) entre cortes com e sem ácido, mostrando uma redução na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em torno de 3 ciclos logarítmicos para os cortes com ácido (Tabela 4).

5.2.1.2 Microrganismos Psicotróficos

Na Tabela 5, a contagem inicial para microrganismos psicotróficos referentes ao Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), mostrou uma diferença significativa entre os três cortes, sendo que as contagens dos cortes sem ácido foram de $2,24 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, $1,70 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e $3,22 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, respectivamente e nos cortes com ácido também observou-se diferença nas contagens sendo que os valores foram de $3,18 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ para o pernil, $1,02 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ para o carré e de $3,33 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ para a paleta, porém somente houve diferença ($p < 0,05$) entre cortes com e sem aplicação da solução de ácidos no pernil.

No sétimo dia de armazenamento sob refrigeração os cortes pernil e carré com e sem ácido possuíam uma contagem média de $7,28 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e a paleta com e sem ácido uma contagem média de $7,87 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, foi detectado diferença ($p < 0,05$) entre cortes, porém não houve diferença entre cortes com e sem aplicação da solução de ácidos referentes ao Tratamento 1 (Tabela 5).

Tabela 5 – Contagem total de microrganismos psicrotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	2,24 ab* C**	7,32 b B	8,72 a A
	Com	3,18 a C	7,18 b B	8,78 a A
Carré	Sem	1,70 b C	7,37 b B	9,05 a A
	Com	1,02 b C	7,28 b B	8,70 a A
Paleta	Sem	3,22 a C	7,95 a B	9,72 a A
	Com	3,33 a C	7,78 a B	9,03 a A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

No sétimo dia de armazenamento sob refrigeração os cortes pernil e carré com e sem ácido possuíam uma contagem média de $7,28 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ e a paleta com e sem ácido uma contagem média de $7,87 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, foi detectado diferença ($p < 0,05$) entre cortes, porém não houve diferença entre cortes com e sem aplicação da solução de ácidos referentes ao Tratamento 1 (Tabela 5).

Houve um acréscimo de 2 ciclos logarítmicos do 7^o ao 14^o dia de armazenagem, diferença esta significativa ($p < 0,05$) no tempo, porém o Tratamento 1, não mostrou ser eficiente na redução de microrganismos psicrotróficos em nenhuma fase de armazenamento (Tabela 5).

No Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico e 1,00% de ácido láctico, aquecidos à 55°C), observou-se que a contaminação inicial de bactérias psicrotróficas foi baixa, não apresentando diferença detectável entre os cortes pernil e carré com e sem ácido ($p < 0,05$). Porém na paleta com ácido o qual foi extraído da carcaça que recebeu a solução de ácidos, referente ao Tratamento 2, pôde-se observar cerca de 1,79 ciclos logarítmicos maior na contagem de bactérias psicrotróficas, diferença esta significativa ($p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 – Contagem total de microrganismos psicotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração (4°C ± 0,5°C), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	1,09 b C	7,45 a B	9,65 b A
	Com	1,26 b C	7,01 a B	8,89 c A
Carré	Sem	1,84 b C	7,19 a B	9,17 b A
	Com	1,38 b C	6,82 a B	10,45 ab A
Paleta	Sem	1,09 b C	7,20 a B	11,33 a A
	Com	2,70 a C	6,93 a B	8,84 c A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Já no 7^o dia de estocagem (Tabela 6), observa-se que houve um aumento de bactérias psicotróficas em torno de 5 ciclos logarítmicos em todos os cortes, não apresentando diferença significativa entre os mesmos (p< 0,05).

No 14^o dia de armazenamento sob refrigeração, houve um aumento significativo das bactérias psicotróficas e uma variação grande na contagem das mesmas (Tabela 6), de 8,84 à 11,33 Log UFC • g⁻¹, tanto para os cortes com ácido quanto os cortes sem ácido. Desta forma pode-se observar que o Tratamento 2, não apresentou uma ação uniforme na redução da contagem das bactérias psicotróficas durante os 14 dias de armazenamento sob refrigeração.

No Tratamento 3 da Tabela 7, pode-se observar que a contagem inicial, obteve um valor médio baixo na contagem de bactérias psicotróficas e não apresentaram diferença significativa (p<0,05), entre os cortes com e sem ácido.

No 7^o dia de armazenamento, a contagem de bactérias psicotróficas para os cortes os quais foram extraídos das carcaças que foi aplicado a solução de ácidos foram significativamente (p<0,05) menores que os cortes sem ácidos (Tabela 7). Os cortes sem ácido possuíam neste período cerca de 3 ciclos logarítmicos a mais de bactérias psicotróficas que os cortes com ácido.

Tabela 7 – Contagem total de microrganismos psicrotróficos em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00% + acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	1,38 a C	8,14 a B	9,39 a A
	Com	1,09 a C	5,82 b B	6,58 b A
Carré	Sem	1,63 a C	8,04 a B	9,32 a A
	Com	<1,00 a C	5,32 b B	6,39 bc A
Paleta	Sem	1,08 a C	8,06 a B	9,45 a A
	Com	1,42 a C	5,23 c B	6,16 c A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

No 14^o dia de armazenamento sob refrigeração, os cortes com ácido possuíam uma contagem cerca de 6 Log UFC • g⁻¹, enquanto os cortes sem ácido apresentavam uma contagem em torno de 9 Log UFC • g⁻¹ (Tabela 7), diferença esta significativa ($p < 0,05$), a qual evidencia a ação favorável do Tratamento 3, no controle das bactérias psicrotróficas sobre os cortes suínos.

5.2.1.3 Coliformes totais

A contagem de coliformes totais nos cortes com e sem ácido, referentes ao Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), indicaram diferenças significativas ($p < 0,05$), durante os 14 dias de armazenamento sob refrigeração, (Tabela 8).

Os resultados de coliformes totais, não mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os cortes extraídos das carcaças submetidas ao Tratamento 1, daqueles cortes retirados das carcaças não tratadas, durante o tempo de estocagem, exceto no pernil com ácido que obteve quase 1 ciclo logarítmico a mais na contagem de coliformes totais no 14^o dia de armazenamento (Tabela 8).

Tabela 8 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	1,60 a C	5,79 ab B	8,41 b A
	Com	1,23 a C	5,40 b B	9,22 a A
Carré	Sem	< 1,00 b C	5,91 ab B	9,17 ab A
	Com	< 1,00 b C	5,01 b B	9,33 a A
Paleta	Sem	1,00 ab C	5,87 ab B	9,19 a A
	Com	1,16 a C	6,37 a B	8,84 ab A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Ao final do armazenamento, a contagem de coliformes totais para os cortes sem e com o Tratamento 1, ficaram em torno de 8,4 a 9,3 Log UFC • g⁻¹, índices considerados por Fung et al. (1980), ~como impróprios para consumo (Tabela 8).

O efeito do Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico, aquecidos à 55°C) (Tabela 9), sobre os cortes suínos mostrou-se similar ao Tratamento 1 (Tabela 8), onde houve um crescente e significativo aumento na contagem de coliformes totais durante os dias após a aplicação dos ácidos. Entretanto, nota-se uma sensível redução na contagem de coliformes totais, nos cortes submetidos ao Tratamento 2 com ácidos orgânicos, principalmente no 7^o e 14^o dia de armazenagem sob refrigeração.

Da contagem inicial até o 7^o dia de armazenamento houve um aumento significativo dos coliformes totais nos cortes sem ácido, sendo que o pernil, o carré e a paleta obtiveram um aumento de 4,05, 3,19 e 5,11 ciclos logarítmicos respectivamente, enquanto os mesmos cortes tratados com a mistura de ácidos obtiveram um aumento de 3,41, 2,95 e 3,06 ciclos logarítmicos (Tabela 9).

Tabela 9 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração (4°C ± 0,5°C), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
		-----Log UFC • g ⁻¹ -----		
Pernil	Sem	<1,00 c C	5,05 ab B	9,16 a A
	Com	1,17 b C	4,58 b B	7,48 b A
Carré	Sem	<1,00 c C	4,19 b B	8,18 ab A
	Com	<1,00 c C	3,95 b B	7,81 b A
Paleta	Sem	<1,00 c C	6,11 a B	9,00 a A
	Com	2,10 a C	5,16 ab B	7,86 b A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

No 14^o dia de armazenagem, embora a contagem de coliformes totais para os cortes com ácido estejam inferiores aos cortes controle sem ácido, estes não estavam em condições de consumo, pois apresentavam contagens acima de 7 Log UFC • g⁻¹, (Tabela 9)

O Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético), foi eficiente no controle de coliformes totais (Tabela 10), durante os 14 dias de armazenamento os cortes submetidos ao tratamento, apresentaram uma contagem significativamente menor que os cortes não tratados.

A contagem inicial de coliformes totais foi inferior à 1 Log UFC • g⁻¹, tanto para cortes com e sem ácido, mostrando eficiência quanto ao aspecto higiênico-sanitário do abate e desossa.

A partir do 7^o dia de armazenagem sob refrigeração os cortes suínos submetidos ao Tratamento 3, apresentaram uma redução de 2 a 3 ciclos logarítmicos na contagem de coliformes totais, em relação aos cortes não tratados (Tabela 10).

Tabela 10 – Contagem total de coliformes totais em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00% + acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----Log UFC • g ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	<1,00 a C	7,09 a B	8,63 a C
	Com	<1,00 a C	4,07 b B	4,76 b C
Carré	Sem	< 1,00 a C	6,65 a B	8,90 a C
	Com	< 1,00 a C	4,22 b B	4,41 b B
Paleta	Sem	< 1,00 a C	7,48 a B	8,78 a C
	Com	< 1,00 a C	4,51 b B	4,46 b B

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

O Tratamento 3, com a solução de ácidos orgânicos, provou ser eficaz no controle microbiológico de coliformes totais ao 14^o dia de armazenamento (Tabela 10), provado pela redução de cerca de 4 ciclos logarítmicos em relação aos cortes sem ácido, apresentaram uma contagem em torno de 4 Log UFC • g⁻¹.

Os cortes após a aplicação dos ácidos orgânicos não apresentaram aumento significativo na contagem de coliformes totais entre os 7 e 14 dias, mostrando um eficiente controle na multiplicação destas bactérias (Tabela 10).

5.2.1.4 Coliformes fecais

Não houve registro da presença de microrganismos indicadores de contaminação fecal em nenhum dos cortes suínos que foram submetidas aos tratamentos com ácidos orgânicos, bem como daqueles cortes não tratados.

5.2.2 Efeito dos tratamentos sobre a qualidade físico-química das carnes suínas armazenadas sob refrigeração

Os resultados das avaliações do nível de oxidação lipídica (medidas pelo número de TBA) e valores de pH das carnes suínas, foram obtidos em função do tempo de armazenamento sob refrigeração e dos 3 tratamentos com ácidos orgânicos.

5.2.2.1 Oxidação lipídica (número de TBA)

Nas Tabelas 11, 12 e 13, pode-se conferir os valores relativos do número de TBA, sobre a oxidação lipídica dos cortes onde compara-se o efeito dos 3 Tratamentos com ácidos durante a estocagem de 14 dias sob refrigeração. Os valores são expressos em miligramas de aldeído malônico por quilo de amostra ($\text{mg MA} \cdot \text{Kg}^{-1}$)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 11, somente foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) entre cortes submetidos ao Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido lático), dos cortes não tratados durante os 14 dias de armazenamento sob refrigeração na paleta com e sem ácido no primeiro dia de análise (Tabela 11).

Tabela 11 – Oxidação lipídica (TBA- Teores de ácido 2-tiobarbitúrico) em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + lático à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
----- mg MA \cdot Kg ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	0,247 a B	0,425 a AB	0,543 a A
	Com	0,283 a B	0,385 a B	0,541 a A
Carré	Sem	0,112 a C	0,304 a B	0,559 a A
	Com	0,186 a C	0,360 a B	0,604 a A
Paleta	Sem	0,414 a B	0,532 a AB	0,684 a A
	Com	0,169 b C	0,565 a AB	0,760 a A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Os valores de TBA iniciais e com 7 dias de armazenamento, apresentaram um aumento crescente com o passar dos dias além de uma grande variação nos resultados. Aos 14 dias após aplicação do Tratamento 1, com ácidos orgânicos, foram observados os maiores conteúdos de malonaldeído entre os cortes com e sem ácidos, porém a variação entre os cortes foi menor (Tabela 11).

No tratamento 2 (cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C), as leituras iniciais do número de TBA, não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), entre os cortes pernil e carré com e sem ácido, porém na paleta que foi extraída da carcaça tratada a oxidação lipídica foi menor que o mesmo corte sem tratamento (Tabela 12).

Tabela 12 – Oxidação lipídica (TBA- Teores de ácido 2-tiobarbitúrico) em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
----- mg MA • Kg ⁻¹ -----				
Pernil	Sem	0,164 a C	0,327 b B	0,577 b A
	Com	0,172 a B	0,261 c AB	0,297 d A
Carré	Sem	0,164 a C	0,662 a A	0,671 a A
	Com	0,104 a C	0,243 c B	0,422 c A
Paleta	Sem	0,131 a C	0,300 b B	0,653 a A
	Com	0,083 b C	0,244 c B	0,518 b A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

No 7^o e 14^o dia de armazenamento sob refrigeração, observa-se que os cortes com ácidos apresentaram valores significativamente menores ($p < 0,05$) de oxidação lipídica quando comparados aos cortes retirados das carcaças sem a aplicação de ácidos (Tabela 12).

Cabe ressaltar a grande variação no conteúdo de malonaldeído entre os cortes tratados com ácidos aos 14 dias, podendo observar que no pernil, a oxidação

lipídica foi mais baixa e praticamente constante durante o período de armazenamento (Tabela 12) .

A utilização da mistura de ácidos , composta por 1,00% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico, 1,00% de ácido láctico e 1,00% de ácido acético (Tratamento 3), mostrou um eficiente controle da oxidação lipídica dos cortes suínos, pois foram obtidos os menores valores de malonaldeído nestas amostras durante os 14 dias de armazenamento (Tabela 13). Aos 7 e 14 dias não foi observado um aumento significativo ($p < 0,05$) de malonaldeído nos cortes com ácido. Entretanto, as amostras controle (sem ácido), houve um aumento significativo ($p < 0,05$), ao decorrer o tempo de armazenamento (Tabela 13).

Tabela 13 – Oxidação lipídica (TBA- Teores de ácido 2-tiobarbitúrico) em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00% + acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
		----- mg MA • Kg ⁻¹ -----		
Pernil	Sem	0,063 a A	0,465 a B	0,601 a C
	Com	0,002 b A	0,096 b AB	0,199 b B
Carré	Sem	0,022 a A	0,156 ab B	0,461 a C
	Com	0,004 b A	0,070 b AB	0,221 b B
Paleta	Sem	0,049 a A	0,243 a B	0,552 a C
	Com	0,018 b A	0,144 b AB	0,265 b B

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Os valores de TBA para os cortes com e sem ácido foram significativamente diferentes ($p < 0,05$), desde o dia 0 até os 14 dias de armazenamento refrigerado, sendo que aos 14 dias os valores de TBA médio dos 3 cortes com ácido foram cerca de 0,228 e os cortes sem ácido de 0,538 mg MA•Kg⁻¹

5.2.2.2 Valores de pH

Nas Tabelas 14, 15 e 16 são apresentados os resultados das leituras de pH dos cortes suínos armazenados sob refrigeração à 4°C, durante 14 dias, submetidas ou não aos 3 Tratamentos de aspensão com soluções de ácidos orgânicos.

Os valores de pH inicial, referentes ao Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico, 0,10% de ácido ascórbico e 1,00% de ácido láctico), tiveram pouca variação entre os cortes com e sem ácido (Tabela 14).

Tabela 14 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T1-cítrico à 0,25% + ascórbico à 0,10% + láctico à 1,00%) e armazenados sob refrigeração (4°C ± 0,5°C), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
		-----pH-----		
Pernil	Sem	5,7 b B	6,0 ab AB	6,4 bc A
	Com	6,0 a B	6,2 b B	6,7 bc A
Carré	Sem	5,9 b B	6,0 b B	6,2 c A
	Com	6,2 a B	6,1 b B	6,7 bc A
Paleta	Sem	6,1 a B	6,1 b B	7,6 a A
	Com	6,1 a C	6,4 a B	7,0 b A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

No 7^o e 14^o dia de armazenamento sob refrigeração, os maiores valores de pH foi registrado na paleta com ácido e sem ácido respectivamente. Apesar de se esperar uma redução nos cortes com ácido estes se comportaram como as amostras controle (sem ácido), elevando levemente o pH no 7^o dia. Entretanto, no 14^o dia de armazenamento este aumento foi mais pronunciado, sendo de aproximadamente 0,5 unidades de pH para as amostras com ácido. As diferenças embora estatisticamente significativas, na prática pouco influenciaram, pois com exceção do pernil e carré sem ácido, os demais cortes encontravam-se com um pH acima de 6,5. (Tabela 14).

No Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico, aquecidos à 55°C) (Tabela 15), o pH inicial e com sete dias de armazenagem dos cortes com e sem ácido apresentaram pouca variação. No entanto, após os 14 dias de armazenagem o pH final das amostras foi incrementado em 0,8 e 0,2 unidades para amostras controle (sem ácido) e tratadas (com ácido), respectivamente (Tabela 15).

Tabela 15 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T2-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00%, aquecidos à 55°C) e armazenados sob refrigeração (4°C ± 0,5°C), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----pH-----				
Pernil	Sem	6,0 ab A	6,2 a A	6,4 b A
	Com	5,6 b A	5,8 b A	5,9 c A
Carré	Sem	5,5 b B	5,7 b B	6,3 b A
	Com	5,5 b B	5,7 b A	5,8 c A
Paleta	Sem	5,8 b C	6,4 a A	6,6 a A
	Com	6,2 a A	6,4 a A	6,4 ab A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

Não foi detectado aumento significativo ($p < 0,05$), nos valores de pH nos cortes com e sem ácido, com o passar dos dias após aplicação do Tratamento 2 (Tabela 15).

No 14^o dia de armazenamento pode-se notar valores sensivelmente menores de pH nos cortes com ácido do tratamento 2, os quais obtiveram valores médios de pH igual 6,0 (Tabela 15), inferiores às amostra de pernil, carré e paleta com ácido do Tratamento 1 (Tabela 14) que apresentaram pH em torno de 7,0.

Na Tabela 16, pode-se identificar o efeito positivo nos cortes os quais foram retirados das carcaças que foram aspergidas com a solução de 1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético (T3), pois durante os 14 dias de armazenamento não foi detectado aumento

significativo ($p < 0,05$), no pH destes cortes, permanecendo quase inalterado durante o período de armazenamento.

Tabela 16 – Medidas de pH em cortes de carne suína decorrentes da aplicação de mistura de ácidos (T3-cítrico à 1,00% + ascórbico à 0,80% + láctico à 1,00% + acético à 1,00%) e armazenados sob refrigeração ($4^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 14 dias.

Corte	Ácido	Dias após a aplicação		
		0	7	14
-----pH-----				
Pernil	Sem	5,8 b A	5,9 bc B	6,3 b C
	Com	5,5 c A	5,6 c A	5,6 c A
Carré	Sem	5,9 b A	6,1 b B	6,5 b C
	Com	5,8 b A	5,9 bc A	5,9 c A
Paleta	Sem	6,4 a A	6,5 a AB	6,8 a B
	Com	5,8 b A	5,9 bc A	5,9 c A

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre colunas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Ácido sem/com).

** Letras maiúsculas diferentes demonstram diferenças significativas entre linhas, pelo teste de Tuckey em um nível de 5% de probabilidade de erro (Dias 0,7,14)

O pH inicial dos cortes com ácido foi sensivelmente inferior aos cortes sem ácido (Tabela 16). A maior diferença foi registrada para a paleta, com uma redução de 0,6 unidades de pH.

O efeito positivo do Tratamento 3, foi ainda maior no 7^o e 14^o dia de armazenamento. O pH dos cortes com ácido apresentavam-se ao sétimo dia com uma média de 5,8 unidades, enquanto que os cortes sem ácido uma média de 6,2. No 14^o dia de armazenamento sob refrigeração a diferença entre cortes tratados e controle foi de 0,7 unidades, onde os cortes com ácido estavam com cerca de 5,9 unidades de pH e os cortes sem ácido com uma média de 6,6, diferença esta significativa e positiva para a conservação da carne suína refrigerada (Tabela 16).

5.2.3 Efeito dos tratamentos sobre as características sensoriais da carne suína

As análises sensoriais realizadas neste experimento, tiveram como objetivo verificar se os tratamentos com ácidos orgânicos, aplicados às carcaças, deixariam

algum resíduo que interferisse na aceitabilidade dos cortes analisados pelo painel de avaliadores, desta forma foram aplicados 3 testes, sendo o 1º de comparação pareada para o produto “in natura” (Apêndice D) e o 2º também de comparação, porém com o produto “cozido” (Apêndice E) e o 3º teste foi o triangular um teste exclusivo de sabor com o produto “cozido” (Apêndice F).

É importante mencionar que as avaliações sensoriais nos cortes suínos, foram realizadas apenas no dia da aplicação dos ácidos, dia 0 e após 7 dias de armazenamento refrigerado porque julgou ser suficiente para o objetivo proposto.

No teste “in natura” foram apresentados os 3 cortes: pernil, carré e paleta com e sem ácidos, os avaliadores analisaram os parâmetros cor, odor e aparência e de acordo com suas preferências fizeram suas opções. No teste de comparação com o produto “cozido” (assado), foram realizados o mesmo procedimento de preferência que o produto “in natura”, porém avaliaram os parâmetros cor, odor, sabor, textura e aparência. No teste triangular foram apresentadas duas amostras controle (sem ácido) e uma amostra do tratamento (com ácido), para cada corte pernil, carré e paleta, os avaliadores julgaram se existiam diferenças entre amostras de cada grupo e não entre grupos pois tratava-se de cortes diferentes.

Os números apresentados nas Tabelas 17 e 18, representam o número de avaliadores que optaram por um ou outro corte suíno com ou sem ácido dentro dos parâmetros apresentados.

Os resultados das análises sensoriais foram avaliadas estatisticamente segundo Tabelas de significância a um nível de 5% de probabilidade de erro (DUTCOSKY, 1996).

Os resíduos dos 3 tratamentos com ácidos aplicados às carcaças suínas, não interferiram na cor, odor e aparência das carnes suínas armazenadas à 4°C, até 7 dias após aplicação dos ácidos. Não foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$), nas carnes “in natura”, com e sem ácido (Tabela 17).

Na Tabela 18, são apresentados os resultados das análises sensoriais dos cortes suínas com e sem ácido, após serem assadas em forno convencional à 120°C/60'. Segundo a avaliação dos painelistas, os 3 tratamentos com ácidos aplicados às carcaças suínas com objetivo de melhorar a conservação dos cortes,

não comprometeram o sabor, cor, odor e textura dos cortes avaliados, logo após a aplicação (dia 0), bem como aos 7 dias de armazenamento à 4°C.

No Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético), a análise dos atributos sensoriais nos cortes suínos assados, pôde registrar um maior número de preferências para os cortes tratados, porém estas diferenças não foram significativas ($p < 0,05$), isto registrado aos 0 e 7 dias das análises sensoriais.

No produto assado, o teste exclusivo de sabor realizado, pôde mostrar que os tratamentos com as soluções de ácidos orgânicos nas carcaças suínas, não interferiram no sabor da carne armazenada sob refrigeração à 4°C. O painel de avaliadores não observou diferenças nas amostras apresentadas dentro de cada grupo.

Tabela 17 – Análise dos atributos sensoriais em cortes de carne suína “in natura”, decorrentes da aplicação de três tratamentos com ácidos orgânicos em função do tempo de refrigeração à $4^{\circ} \pm 0,5$

Parâmetros	1% ácido láctico + 0,1% de ácido ascórbico + 0,25% de ácido cítrico – T1						1% ácido láctico + 0,8% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico (55 °C) - T2						1% ácido láctico + 0,8% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico + 1% ácido acético – T3					
	Pernil		Carré		Paleta		Pernil		Carré		Paleta		Pernil		Carré		Paleta	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
----- Zero dias -----																		
Cor	50	50	64,3	35,7	71,4	28,6	47,1	52,9	52,9	47,1	47,1	52,9	50	50	41,7	58,3	58,3	41,7
Odor	57	43	71,4	28,6	71,4	28,6	52,9	47,1	47,1	52,9	47,1	52,9	50	50	33,3	66,7	58,3	41,7
Aparência	50	50	64,3	35,7	57,1	42,9	47,1	52,9	47,1	52,9	47,1	52,1	58,3	41,7	33,3	66,7	41,7	58,3
Significância	*ns		ns		Ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	
----- 7 dias -----																		
Cor	41,7	58,3	50	50	50	50	61,5	38,5	46,2	53,8	30,8	69,2	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7
Odor	50	50	33,3	66,7	41,7	58,3	38,5	61,5	23,1	76,9	38,5	61,5	33,3	66,7	33,3	66,7	40	60
Aparência	75	25	58,3	58,3	41,7	58,3	38,5	61,5	46,2	53,8	38,5	61,5	26,6	73,4	40	60	40	60
Significância	*ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	

- Tratamento 1: 1% ácido láctico + 0,1% de ácido ascórbico + 0,25% de ácido cítrico

Número de provadores dia Zero: 14

Número de provadores dia sete: 12

- Tratamento 2: 1% ácido láctico + 0,80% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico (55 °C)

Número de provadores dia Zero: 17

Número de provadores dia sete: 13

- Tratamento 3: 1% de ácido láctico + 0,80% ácido ascórbico + 1% ácido cítrico + 1% ácido acético

Número de provadores dia Zero: 12

Número de provadores dia sete: 15

- *ns: Não significativo pelo Teste Bicaudal à um nível de 5% de probabilidade

- Os números das tabelas 17 e 18 mostra a porcentagem (%) da preferência de provadores para cada atributo analisado

Tabela 18 – Análise dos atributos sensoriais em cortes de carne suína assado, decorrentes da aplicação de três tratamentos com ácidos orgânicos em função do tempo de refrigeração à 4° ± 0,5

Parâmetros	1% ácido láctico + 0,1% de ácido ascórbico + 0,25% de ácido cítrico – T1						1% ácido láctico + 0,8% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico (55 °C) - T2						1% ácido láctico + 0,8% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico + 1% ácido acético – T3					
	Pernil		Carré		Paleta		Pernil		Carré		Paleta		Pernil		Carré		Paleta	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
----- Zero dias -----																		
Cor	21,4	78,6	78,6	21,4	57,1	42,9	52,9	47,1	58,9	41,1	41,1	58,9	46,7	53,3	53,3	46,7	46,7	53,3
Odor	50	50	71,1	28,9	71,1	28,9	41,1	58,9	47,1	52,9	47,1	52,9	46,7	53,3	33,3	66,7	53,3	46,7
Sabor	35,7	64,3	71,4	28,6	57,1	42,9	35,3	64,7	58,9	41,1	41,1	58,9	40	60	60	40	53,3	46,7
Textura	50	50	71,4	28,6	64,3	35,7	41,1	58,9	35,3	64,7	35,3	64,7	46,7	53,3	53,3	46,7	33,3	66,7
Aparência	28,6	71,4	57,1	42,9	78,6	21,4	35,3	64,7	41,2	58,9	47,1	52,9	40	60	40	60	33,3	66,70
Significância	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	
----- 7 dias -----																		
Cor	75	25	66,6	33,4	58,3	41,7	42,9	57,1	64,3	35,7	57,1	42,9	40	60	53,3	46,7	40	60
Odor	41,7	58,3	41,7	58,3	66,7	33,3	50	50	64,3	35,7	50	50	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7
Sabor	66,7	33,3	33,3	66,7	66,7	33,3	42,9	57,1	50	50	50	50	40	60	40	60	40	60
Textura	58,3	41,7	58,3	41,7	58,3	41,7	57,1	42,9	42,9	57,1	57,1	42,9	46,7	53,3	40	60	53,3	46,7
Aparência	75	25	75	25	75	25	50	50	57,1	42,9	42,9	57,1	46,7	53,3	46,7	53,3	46,7	53,3
Significância	*ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	

- Tratamento 1: 1% ácido láctico + 0,1% de ácido ascórbico + 0,25% de ácido cítrico

Número de provadores dia Zero: 14

Número de provadores dia sete: 12

- Tratamento 2: 1% ácido láctico + 0,80% de ácido ascórbico + 1% de ácido cítrico (55 °C)

Número de provadores dia Zero: 17

Número de provadores dia sete: 14

- Tratamento 3: 1% de ácido láctico + 0,80% ácido ascórbico + 1% ácido cítrico + 1% ácido acético

Número de provadores dia Zero: 14

Número de provadores dia sete: 15

- *ns: Não significativo pelo Teste Bicaudal à um nível de 5% de probabilidade

6 DISCUSSÃO

As discussões deste trabalho foram divididas nos dois experimentos realizados.

6.1 Experimento 1: Efeito dos tratamentos de aspersão com água sobre a quebra de peso das carcaças suínas durante o resfriamento

No frigorífico após o abate, as carcaças suínas são encaminhadas às câmaras de resfriamento com o objetivo de abaixar a temperatura das mesmas. O abaixamento da temperatura atua no retardamento das atividades enzimáticas, melhoria das qualidades físico-químicas da carne bem como no retardamento da atividade microbiana (ROÇA, 2003).

Dentre os vários métodos utilizados no resfriamento das carcaças como ultra rápido, rápido e convencional, existe o resfriamento com aspersão de água. Este foi testado neste experimento, com o objetivo de verificar sua ação no controle da perda de peso de carcaças suínas, após o abate e comparar com o método de resfriamento à seco. Foram testados tempos diferenciados de aspersão com água, com o intuito de obter a menor perda de peso possível, sem deixar de considerar a qualidade física e microbiológica das carcaças ao final do resfriamento.

A técnica de resfriamento de carcaças em aspersão com água apresentou os menores índices de quebra de peso, gerando assim maior rendimento em carne e menores perdas econômicas para a indústria (Tabela 1).

A maior quebra de peso obtida dentro da câmara de resfriamento foi quando o resfriamento à seco foi utilizado (Tabela 1) (Figura 1). Unruh *et al.* (2002) testaram o efeito do resfriamento com água e à seco em carcaças bovinas em vários tempos, em horas. Estes autores observaram que, com 48 horas de resfriamento, a perda de peso das carcaças bovinas submetidas ao resfriamento à seco foi de 2,18% e das carcaças bovinas submetidas ao resfriamento com água foi de 0,87%, o que concorda com os resultados encontrados nesta pesquisa.

No resfriamento das carcaças de bovinos e de suínos, fatores como temperatura, velocidade do ar e umidade relativa, devem ser observados para garantir a manutenção adequada das carcaças. Deve-se evitar, também, a

colocação de peças muito próximas, o que não permitiria a conveniente circulação de ar frio no interior da câmara (SNIJDERS, 1988).

As perdas de peso dentro da câmara de resfriamento estão diretamente relacionadas com as condições atmosféricas dentro da câmara. Segundo Guahyba (2003) as condições atmosféricas adequadas dentro da câmara para que possam reduzir as perdas são: umidade relativa em torno de 80-90%; temperatura de 0-4°C e uma velocidade do ar de 0-4m•s⁻¹. Estas condições proporcionam maior umidade nas carcaças, evitando desta forma a dessecação, a qual leva as perdas de peso. Já o controle de velocidade do ar evita o excesso de umidade, o qual contribui para o desenvolvimento microbiológico com conseqüente perda da qualidade dos cortes oriundas destas carcaças.

A velocidade do ar adotada neste trabalho foi de 4 m•s⁻¹. A umidade relativa final dentro da câmara foi variável, entretanto as maiores porcentagens foram observadas ao final do resfriamento, e nos tratamentos onde os aspersores ficaram por mais tempo ligados, durante as 17 horas, que as carcaças permaneceram na câmara de resfriamento. Conseqüentemente foram nessas carcaças que foi observado os menores índices de quebra de peso (Figura 1).

Neste experimento a temperatura final da câmara manteve-se de 0-5°C e não interferiu nos índices de quebra em nenhum dos tratamentos. Van Der Wal, *et al.* (1995) testaram o efeito da temperatura de resfriamento sobre a perda de peso em carcaças suínas e relataram que as carcaças as quais foram submetidas ao resfriamento ultra rápido com temperatura da câmara de -30°C e velocidade do ar de 4 m•s⁻¹. m/s, num tempo de 8-12 horas, obtiveram ao final do resfriamento uma perda de peso de 1-3%, e temperatura da carcaça de 0°C. Ao utilizar o resfriamento à seco com temperatura da câmara de 4°C, velocidade do ar de 4 m•s⁻¹. m/s, a perda de peso foi de 2,0-2,25% e temperatura do músculo *Longissimus lomberum* de 4-5°C. Segundo os autores foi observado que a quebra de peso entre os dois métodos de resfriamento não foi tão diferente.

A porcentagem de umidade relativa da câmara teve relação direta com a porcentagem de quebra de peso das carcaças suínas durante o resfriamento, porém a temperatura da câmara teve influencia apenas na temperatura das carcaças (Tabela 1).

O resfriamento com água neste experimento mostrou ser um método simples que evita a dessecação excessiva das carcaças, por manter os níveis de umidade relativa maior que no resfriamento à seco, resultando assim em baixos índices de quebra de peso.

Segundo Roça (2003) além do fator quebra de peso a ser controlado no resfriamento das carcaças após o abate, existe também a ação microbiana, que vai ter influência na conservação e vida útil da carne. A alta umidade relativa embora diminua a quebra de peso das carcaças favorece a multiplicação microbiana e interfere na qualidade aparente das carcaça (GUAHYBA, 2003).

O tratamento 5 (120"/20") o qual obteve-se a maior porcentagem de umidade relativa final (88%), foi o que obteve o menor índice de quebra ao final do resfriamento (0,98%), porém não foi considerado como sendo o melhor tratamento, pois observou-se uma palidez e umidade excessiva das carcaças. Estes dois aspectos, contribuem tanto para reduzir a qualidade sensorial ou aparente das carcaças suínas, como a qualidade microbiológica das mesmas. O tratamento 4, onde os aspersores ficaram 60 segundos ligado e 20 segundos desligado, possuía uma umidade relativa de 85% com um índice de quebra de peso maior que no Tratamento 5, de 1,23%. A diferença estatística de quebra de peso entre estes tratamentos não foi significativa ($p < 0,05$), porém o tratamento 4 apresentou uma melhor qualidade aparente das carcaças (Tabela 1).

Strydom & Buys (1995) testaram o efeito de diferentes tempos de permanência das carcaças dentro da câmara de resfriamento com o método de aspersão com água, para avaliar a perda de massa e o desenvolvimento bacteriológico na superfície das carcaças. Constataram que os tratamentos onde as carcaças permaneciam muito tempo expostas a aspersão com água, apresentavam ao final do resfriamento, uma contagem elevada de Entobacterioses.

Sendo assim, dentro dos resultados encontrados neste experimento de quebra de peso de carcaças suínas durante o resfriamento, pode-se dizer que para os frigoríficos obterem melhores rendimentos em carne e com qualidade física e microbiológica, o primeiro passo a ser tomado é harmonizar e controlar as condições atmosféricas dentro da câmara de resfriamento.

6.2 Experimento 2: Aumento da vida de prateleira da carne suína pela aspersão de ácidos orgânicos

Para reduzir a contaminação da carne pelos microrganismos que inevitavelmente contaminam sua superfície durante as operações do abate comercial, estes devem ser removidos o mais breve possível, pois a presença destes tem influência direta na vida de prateleira dos cortes (SILVA & BERAQUET, 1993).

Após o abate, as carcaças suínas são divididas com auxílio de serra elétrica em duas meias carcaças e são submetidas a lavagem para remoção de esquirolas ósseas, pêlo, coágulos e outras sujidades . Além da limpeza física, este procedimento também é uma forma de reduzir a contaminação microbiológica (ROÇA & SERRANO, 1994).

Após a lavagem das carcaças outras medidas podem ser tomadas para a redução da contagem bacteriana. A sanitização de carcaças utilizando ácidos orgânicos e outros compostos sanitizantes vem sendo largamente investigado. O uso de ácidos fracos, na superfície das carcaças durante o resfriamento, particularmente os ácidos acético, láctico, cítrico e ascórbico, vem sendo objeto de grande interesse na redução da carga bacteriana da carne fresca (ROÇA & SERRANO, 1994).

O ácido acético é indicado por seu alto poder bactericida e segundo ANVISA (1999), a Ingestão Diária Aceitável – IDA é “não especificada”, o que significa que o uso está limitado à quantidade necessária para atender as Boas Práticas de Fabricação (BPF), ou seja, quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário, não apresentando nenhum risco à saúde (ANVISA, 1999).

O ácido láctico é indicado por ser natural, fisiológico, e atóxico e por seu efeito bactericida e bacteriostático de ação prolongada promovendo a extensão da vida de prateleira da carne (SILVA, SOARES & COSTA, 2001).

O ácido cítrico e o ascórbico além de serem utilizados como sanitizantes por interferir na permeabilidade da membrana celular da bactéria, são indicados como antioxidantes no controle da oxidação lipídica em muitos alimentos (FERRARI, 2000).

Muitas pesquisas já foram realizadas com o uso isolado destes ácidos em carcaças de animais, porém o que concluiu-se é que o uso combinado ou soluções de ácidos orgânicos, tem maior efetividade na redução da contagem bacteriana (MELLO & TERRA,1994).

Neste estudo, foi testado a combinação dos ácidos láctico, cítrico, ascórbico e acético em diferentes concentrações quando aspergidas sobre as carcaças suínas durante o resfriamento.

Durante os 14 dias de armazenamento os cortes pernil, carré e paleta passaram por avaliações microbiológicas, físico-químicas e sensoriais. Nesta discussão, serão relacionados todas estas avaliações as quais foram realizadas e observar qual dos tratamentos foi mais eficiente no aumento da vida de prateleira dos cortes sem interferir negativamente na qualidade organoléptica dos cortes suínos, principalmente odor, cor, sabor e aparência.

6.2.1 Ação dos ácidos orgânicos sobre a qualidade microbiológica da carne suína

6.2.1.1 Ácidos orgânicos e os microrganismos aeróbios mesófilos

O número de microrganismos aeróbios totais encontrados em um alimento tem sido o indicador microbiológico de qualidade mais comumente utilizado. Essa determinação permite obter informações sobre a sua provável vida útil (ICMSF, 1980).

De acordo com Silva (1999), o valor inicial para contagem de bactérias mesófilas em carcaças bovinas é de 1,96 Log UFC \cdot g⁻¹. Valores menores foram obtidos neste estudo para os cortes pernil, carré e paleta quando a solução aplicada foi de 1% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico, 1% de ácido láctico e 1% de ácido acético (Tratamento 3) (Tabela 4).

Desta forma a concentração e os ácidos utilizados no Tratamento 3, foram eficientes no controle da contaminação inicial, pois os cortes não tratados apresentaram valores superiores a 2,5 Log UFC \cdot g⁻¹ (Tabela 4) . Fung *et al.* (1980) considera valores iniciais menor que 2 Log UFC \cdot g⁻¹ , como índice de baixa contaminação microbiológica inicial para carnes.

A contaminação bacteriana inicial e a temperatura de armazenamento são os principais fatores que determinam a durabilidade da carne. Portanto, o pré tratamento da carne com o objetivo de reduzir a contaminação inicial da carcaça é o caminho para prolongar a vida de prateleira, na opinião de Cudjoe (1988).

A contagem inicial de aeróbios mesófilos dos cortes submetidos ao Tratamento 1 com 0,25% de ácido cítrico, 0,10% de ácido ascórbico e 1% de ácido láctico, apresentaram contagens iniciais superiores a $2 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, e durante o tempo de armazenamento refrigerado tiveram um aumento significativo na multiplicação destas bactérias, chegando ao final do armazenamento aos 14 dias com índices superiores a $9 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ (Tabela 2).

Fung *et al.*, (1980) cita como carnes portadoras de contaminação, índices superiores à $7 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$. Neste estudo, tanto as carnes tratadas quanto as não tratadas com as soluções de ácidos referentes ao Tratamento 1 (Tabela 2) e Tratamento 2 (1% de ácido cítrico, 0,80% de ácido ascórbico, 1% de ácido láctico e aquecidos à 55°C) (Tabela 3), não estavam em condições de consumo a partir do sétimo dia de armazenamento, sugerindo desta forma que as concentrações as quais foram utilizadas ou as combinações de ácidos orgânicos não foram eficazes para que pudessem manifestar suas propriedades antimicrobianas.

Pode-se observar que a combinação utilizada no Tratamento 3, com 1% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1% de ácido láctico + 1% de ácido acético, obteve-se um eficiente controle das bactérias aeróbias mesófilas. Com esta combinação e concentração foi conseguido um aumento na vida de prateleira dos cortes tratados com esta solução.

Segundo Silva (1998) a eficiência dos ácidos orgânicos no controle dos microrganismos patogênicos vai variar de acordo com sua concentração, temperatura, tempo de contato e tipo de tecido ou microrganismo contaminante.

No Tratamento 3, enquanto os cortes não tratados obtiveram contagens acima de $9 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ no final do armazenamento refrigerado, os cortes tratados permaneciam com contagens inferiores a $7 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ (Tabela 4).

Comportamento similar foi encontrado por Kotula *et al.* (1994), que ao estudarem bactérias mesófilas na carne bovina tratadas com ácidos acético e láctico, obtiveram uma redução 2 e 3 ciclos logarítmicos, com 13 dias e 23 dias de armazenamento, respectivamente em relação aos cortes não tratados.

Mello & Terra (1994) utilizaram em carcaças de frango recentemente abatidas, uma solução de 1% de ácido ascórbico em imersão por 5 minutos e conseguiram um controle de microrganismos aeróbios totais até o oitavo dia de estocagem, reduzindo a contaminação em cerca de 1 ciclo logarítmico.

Ostholdet *et al.* (1984), testaram a aspersão de uma solução contendo 1% de ácido láctico, 0,25% de ácido cítrico, 0,10% de ácido ascórbico, em carcaças de frango, após 5 dias de armazenamento refrigerado, verificaram uma redução em torno de 4 ciclos logarítmicos em relação às carcaças controle.

Estes resultados confirmam a ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos, onde o íon de hidrogênio penetra a membrana celular dos microrganismos acidificando o seu interior e inibindo o transporte de nutrientes (CORLET & BROWN, 1980).

6.2.1.2 Ácidos orgânicos e os microrganismos psicrotróficos

Cada microrganismo tem sua temperatura máxima ótima e mínima de crescimento. A maioria cresce bem entre 15-40°C. O congelamento causa injúria à maioria das bactérias na carne. Há decréscimo da contagem bacteriana com o congelamento. A temperatura menor que 5°C restringe o crescimento da maioria das bactérias deteriorantes e todas as patogênicas. Portanto esta é a temperatura crítica de refrigeração (SILVA, 1999).

Os microrganismos psicrotróficos crescem ou multiplicam-se bem em temperaturas abaixo de 20°C, sendo assim ocorrem em alimentos que permanecem em temperaturas de refrigeração. Considera-se o nível de 10^7 UFC \cdot g⁻¹, como limite para a detecção de limosidade e odor característico de deterioração, condição em que a carne torna-se imprópria ao consumo (ICMFS, 1980).

No Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), a contaminação inicial de bactérias psicrotróficas nos cortes pernil e paleta com e sem ácido estavam acima de 2 Log UFC \cdot g⁻¹, índice este considerado por Fung *et al.* (1980) de alta contaminação inicial. O carré com e sem ácido manteve-se com uma contagem média inicial de 1,36 Log UFC \cdot g⁻¹ (Tabela 5).

No 7º dia de armazenagem todos os cortes com e sem ácido, referentes ao Tratamento 1, apresentavam uma contagem superior a 7 Log UFC \cdot g⁻¹, índice este considerado de deterioração da carne (Tabela 5).

No Tratamento 1, aos 14 dias de armazenamento houve um aumento em torno de 1-2 ciclos logarítmicos para cortes com e sem ácido (Tabela 5). Estas avaliações referentes ao Tratamento 1, podem mostrar claramente que a solução de ácidos orgânicos aplicados às carcaças, não teve a ação bactericida esperada sobre os cortes suínos analisados, registrando-se no final do armazenamento refrigerado dos cortes com e sem ácido uma contagem média de psicotróficos superior a 8 Log UFC \cdot g⁻¹ (Tabela 5).

Goetz & Terra (1998) aplicando uma solução de 0,8% de ácido ascórbico, 1% de ácido cítrico, 1% de ácido láctico e 4% de dextrose em carcaças de frango, obtiveram uma redução de 3 ciclos logarítmicos em relação ao controle, sendo que ao oitavo dia de armazenamento refrigerado as carcaças de frango apresentaram uma contagem inferior a 7 Log UFC \cdot g⁻¹.

A contaminação inicial dos cortes com e sem ácido referentes ao Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), foram menores que 2 Log UFC \cdot g⁻¹, índice de baixa contaminação inicial. Aos 7 dias de armazenamento apresentaram um aumento médio para todos os cortes de 5-6 ciclos logarítmicos (Tabela 6). No final do armazenamento, com 14 dias, foi observado uma variação na contagem das bactérias psicotróficas, entre os cortes pernil, carré e paleta com e sem ácido. (Tabela 6). A variação pode ter ocorrido por se tratar de cortes obtidos de diferentes carcaças com diferentes contaminações, havendo desta forma uma ação diferenciada da solução de ácidos.

Estes resultados confirmam o que Silva (1998) relata, o grau de injúria causado pelos ácidos orgânicos sobre os microrganismos vai variar com o tipo de tratamento, espécie microbiana, além das condições de estocagem das carnes.

Os cortes com e sem ácido referentes a aplicação do Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00 de ácido acético), apresentaram uma contagem média inicial das bactérias psicotróficas de 1,06 Log UFC \cdot g⁻¹ (Tabela 7), ou seja uma baixa contaminação inicial.

A partir do 7^o dia de armazenamento refrigerado observou-se nos cortes com ácido, uma redução de microrganismos psicotróficas de aproximadamente 3 ciclos logarítmicos em relação aos cortes sem ácido (Tabela 7). Isto significa que a aspersão da solução de ácidos orgânicos reduziu em mais de 90% a contagem total

de bactérias psicrotróficas e manteve essa redução durante os 14 dias de armazenamento em temperatura de 4°C(±0,5).

Silva *et al.* (2001), utilizaram uma concentração de 1% de ácido láctico e conseguiram uma redução na contagem de psicrotróficos nas carcaças de frango em 1,11 ciclos logarítmicos. Com o aumento da concentração do mesmo ácido para 2%, ocorreu uma redução de 1,65 ciclos logarítmicos. Estes mesmos autores utilizaram uma solução de ácido acético à 2% e obtiveram uma redução de 1,3 ciclos logarítmicos da contaminação por bactérias psicrotróficas.

Greer & Dilts (1992), obtiveram resultados mais expressivos, como a redução de 95% na contagem de bactérias psicrotróficas, utilizando soluções de ácido acético, láctico e cítrico em concentrações variáveis de 1-3%, confirmando o que Mello & Terra (1994), relataram que a maior redução dos microrganismos é alcançada pela associação dos ácidos orgânicos.

O Tratamento 3, mostrou neste estudo ser eficiente no controle das bactérias psicrotróficas, como também para aeróbias mesófilas, conseguindo um aumento na vida de prateleira de mais de uma semana. Esta solução mostrou um efeito bactericida e bacteriostático de ação prolongada. Segundo Lambert *et al.* (1991) para que a molécula não dissociada do ácido exerça sua ação antimicrobiana, deverá ocorrer uma adequada sanitização com os ácidos orgânicos. O efeito antimicrobiano dependerá da mínima dissociação do ácido e da toxicidade da molécula

6.2.1.3 Ácidos orgânicos e os coliformes totais

Os coliformes são bactérias da família Enterobacteriaceae, pertencentes a diversos gêneros. Os coliformes totais são indicadores de falhas no aspecto higiênico de processamento, das condições de armazenamento e transporte, e quando em número elevado podem causar uma variedade de alterações nos produtos (BRASIL, 2000). Fung *et al.* (1980), considera carnes próprias para consumo com índices inferiores à 4 Log UFC • g⁻¹.

De acordo com JAY (1994), as bactérias do grupo coliformes são mesófilas, mas podem crescer a uma temperatura de – 2°C. Entretanto, temperaturas inferiores à 5°C propiciam um crescimento muito lento

A contaminação média inicial de coliformes totais dos cortes com e sem ácido no Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), ficaram abaixo de $1,65 \text{ Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$, índice este de baixa contaminação (Tabela 8). O nível de contaminação inicial é um fator preponderante, no qual determinará o prazo de validade das carnes armazenadas sob refrigeração. Os cuidados higiênicos-sanitários nas fases de abate e resfriamento deveriam garantir maior vida útil da carne e eficiência dos tratamentos a serem aplicados.

O Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico) (Tabela 8), não mostrou ser eficiente no controle de coliformes totais, pois aos 7 e 14 dias de armazenamento, apresentaram contagens que variaram entre os cortes de 1,5 a 4,5 ciclos logarítmicos superiores ao limite considerado neste experimento para consumo de carnes cruas.

Silva *et al.* (2001) conseguiram um controle de 90% dos coliformes em carcaças de frango, utilizando uma solução contendo 2% de ácido láctico e concluíram que em tal concentração os ácidos podem ser tão eficazes quanto soluções mais concentradas e com maior número de ácidos utilizados nas soluções, dependerá apenas do que se pretende. Neste estudo com carcaças suínas as concentrações muito baixas como no Tratamento 1, não foram suficientes para o controle dos microrganismos analisados no presente trabalho.

No Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), os cortes tratados, apresentaram uma contaminação inicial baixa, no 7º dia de armazenagem apresentaram uma grande variação na contagem de coliformes totais, sendo de 4-6 $\text{Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ para cortes sem ácido e de 3-5 $\text{Log UFC} \cdot \text{g}^{-1}$ para os cortes com ácido (Tabela 9). A variação embora elevada, não mostrou diferença estatística ($p < 0,05$), somente na paleta nota-se uma pequena significância entre o corte com e sem ácido.

Aos 14 dias de armazenamento, os cortes com e sem ácido retirados das carcaças submetidas ao Tratamento 2 (Tabela 9), já não estavam mais em condições de consumo, porém os cortes com ácido possuíam índices inferiores de contaminação por coliformes totais, ou seja, esta solução pode causar uma certa injúria nos microrganismos, melhorando sensivelmente a qualidade da carne.

Tanto a concentração de ácidos orgânicos utilizada no Tratamento 2, quanto o aquecimento (à 55°C), não foram eficientes no controle dos microrganismos

mesófilos e psicrotróficos, Entretanto, foi eficiente no controle dos coliformes totais, tanto pela concentração de ácidos utilizadas como pelo aquecimento da solução.

Segundo Silva (1998), a eficiência do ácido depende da sua concentração bem como do tipo de tecido ou microrganismo contaminante, enquanto que Powel & Caim (1987), observaram redução da carga microbiana de coliformes em carcaças quando foi utilizado água aquecida à 87°C. Esse tratamento segundo os autores provocou descoloração inicial na superfície da carcaça, aparência de cozido, porém a coloração normal foi restabelecida após uma noite em temperatura de refrigeração.

Small & Buncic (2002) testaram 10 tratamentos com sanitizantes amoniacaais, aquecida à 50°C em carcaças bovinas antes da entrada na câmara de resfriamento e observaram reduções significativas na contagem de microrganismos.

Mello (1992) quando tratou carcaças de frango com soluções de ácido ascórbico 1% e 5% e com uma mistura de 1% de ácido ascórbico e 1% de ácido láctico, obteve eficiência dos tratamentos, sobre o número de coliformes totais, até o período compreendido entre o 8º e 11º dias de estocagem.

A contaminação inicial dos cortes com e sem ácidos referentes ao Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00 de ácido acético), (Tabela 10), apresentaram uma contaminação inicial de coliformes totais menor que 1 Log UFC • g⁻¹, índice de baixa contaminação como indicado por Fung (1980).

Para coliformes totais, pode-se afirmar que no Tratamento 3, houve um aumento considerável na vida de prateleira dos cortes com ácido, pois com sete dias de armazenamento refrigerado, os cortes apresentavam-se cerca de 3 ciclos logarítmicos inferiores aos cortes sem ácido e com 14 dias, 2 ciclos inferiores aos cortes sem ácido (Tabela 10).

Silva *et al.* (2001) utilizando soluções de ácido láctico 1% e 2%, ácido acético 1% e 2% e suco de limão integral e diluído à 50%, verificaram que ocorreram reduções de coliformes totais em todos os tratamentos quando comparados com o controle.

A associação dos ácidos utilizadas no tratamento com 1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético (Tratamento 3), mostrou ser eficiente para todos os grupos de microrganismos avaliados neste estudo. O efeito benéfico obtido, pode ser atribuído à uma concentração conveniente desses ácidos, os quais puderam causar uma mudança

na permeabilidade da membrana celular das bactérias que, segundo Silva (1998), só é obtida pela adequada sanitização e combinação de ácidos.

6.2.1.4 Ácidos orgânicos e os coliformes fecais

Os coliformes fecais são microrganismos indicadores de contaminação de origem fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento, refletindo o aspecto sanitário do produto e deve ser observado a presença de bactérias enteropatogênicas. A *Eschechia coli* é o primeiro indicador fecal, sua presença pode sugerir a ocorrência de bactérias enteropatogênicas (CONTRERAS, 1998).

Os coliformes fecais na indústria alimentícia, são de grande importância e são utilizadas para concluir sobre os aspectos higiênicos sanitários de produtos, das instalações e das dependências da fábrica.

Neste estudo, foram obtidos resultados bastante expressivos quanto aos coliformes fecais. Nos 3 Tratamentos, os cortes com e sem ácidos, não apresentaram contaminação por bactérias do grupo coliformes fecais durante todo o período de armazenagem sob refrigeração. Isto indica a boa higienização do processo de abate e manipulação dos cortes no frigorífico, no qual foi realizado este trabalho e, o adequado armazenamento dos cortes refrigerados durante o período das avaliações.

Os coliformes fecais e a *Escherichia coli* nos produtos cárneos alertam para o fato de que houve uma higienização inadequada durante as fases de processamento e manipulação, porém as falhas higiênicas no processo de abate irão refletir no produto final (CONTRERAS, 1998). O primeiro fator a ser controlado para a qualidade final dos produtos que chegam a mesa do consumidor é a qualidade higiênica da matéria-prima.

6.2.2 Ácidos orgânicos e suas implicações sobre as qualidades físico-químicas da carne suína

6.2.2.1 Ácidos orgânicos e o controle da oxidação lipídica

A fração lipídica em alimentos está relacionada a diversas propriedades organolépticas, como aroma, estabilidade da coloração, textura, suculência, estabilidade das proteínas, vida de prateleira, estabilidade das emulsões e conteúdo calórico (FERRARI, 2000).

A oxidação consiste em uma série de reações em cadeia, resultando em inúmeros compostos tais como, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, entre outros, os quais conferem sabor e odor de ranço, bem como promovem a modificação da cor, quando há transformação do pigmento oximioglobina (vermelho brilhante) em metamioglobina (marrom-acinzentado) (KHAYT & SCHWALL, 1983). A textura da carne também pode ser alterada, resultando na formação de complexos, lipídeo-protéicos ou provocar a cisão das proteínas (KANNER, 1994).

Desde a criação dos animais de abate diversos componentes bioquímicos dos alimentos são responsáveis pela gênese ou ao contrário, pelo controle dos processos oxidativos. Neste estudo, pôde-se verificar que os ácidos orgânicos controlaram a oxidação lipídica dos cortes armazenados sob refrigeração à 4°C ($\pm 0,5$). No Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de láctico), não houve redução dos valores de TBA, nos cortes pernil e carré em relação aos controle (sem ácido), durante os 14 dias de armazenamento. Entretanto verificou-se que os valores de TBA, foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), do controle, no dia 0, não diferindo, nos dias 7 e 14 (Tabela 11).

Os valores mais elevados de TBA, encontrados no Tratamento 1, ocorreram devido à oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados, durante o armazenamento.

O processo oxidativo inicia-se logo após a morte do animal, porém poderá ser favorecido pela exposição ao ar atmosférico durante o armazenamento e a presença de agentes pró-oxidantes (MACHADO, 1994).

No Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico), nota-se uma redução da oxidação lipídica nos cortes tratados, tanto ao 7º como no 14º dia de armazenamento refrigerado. Porém observa-se que a oxidação lipídica no pernil foi a mais baixa e praticamente constante durante o período de armazenamento (Tabela 12). Esta variação poderá ter ocorrido por influência do teor de gordura entre os cortes, pois quanto maior o teor de gordura maior a suscetibilidade ao ranço oxidativo (REAGAN *et al.*, 1983)

O produto pode ser considerado de boa qualidade, quando os teores de TBA estão entre 0,5 a 1,0 mg de MA . kg⁻¹. O limite superior é crítico, já que é o ponto no

qual o odor de ranço pode ser primeiramente detectado. KE et al. (1984) sugerem valores inferiores à 0,576 mg de MA . kg⁻¹ como baixos ou indicadores de nenhuma rancidez; entre 0,648 e 1,440 mg de MA . kg⁻¹, como levemente rançosos e, valores superiores a 1,510 como rançosos e inaceitáveis.

O tipo muscular da carne branca ou vermelha, também influencia a oxidação lipídica. Os músculos vermelhos são mais suscetíveis a oxidação lipídica quando comparados aos brancos, pois os músculos vermelhos apresentam maior metabolismo oxidativo, maior grau de lipólise e a fração de triglicerídeos sofre hidrólise mais rapidamente que os fosfolipídeos, o que determina maior suscetibilidade oxidativa (FERRARI, 2000). No Tratamento 2, em questão a diferença nos valores de TBA pode ter ocorrido pelos tipos diferenciados de corte das carcaças suínas ou, como já referido, pela diferença do teor de gordura entre os cortes.

Reagan *et al.*, (1983) revelaram que o número de TBA em salsichas de suíno após 28 dias de armazenamento refrigerado atingiu mais que o dobro dos valores iniciais. Já os valores de TBA em salsichas de frango duplicaram após quatro semanas de armazenamento refrigerado, em comparação com aos valores iniciais (AWANORIN, 1993).

A carne suína possui elevado teor de fosfolipídeos (20%) e de lipídeos totais (50-60%) (WILSON et al., 1976). Estes autores relataram que a fração fosfolipídica foi mais importante no desenvolvimento de aroma/sabor de requeijado em carnes de todas as espécies animais estudadas de peru, frango, boi e carneiro, exceto em carne suína, na qual o teor total de lipídios representou maior relevância.

Pikul & Kummerow (1991) afirmam que os fosfolipídeos, constituídos de mais de 4 ou 5 ligações duplas, são mais suscetíveis à oxidação e, portanto, maiores são os índices de TBA, quando comparados com lipídios constituídos de ácidos graxos com 1 ou 2 duplas ligações. Os autores puderam revelar que as frações com maior teor de proteína estiveram associadas com os maiores índices de TBA. Os experimentos de Ang (1998) confirmaram os resultados anteriores e revelaram que quanto maior a porcentagem de proteínas no sistema cárneo, maior a oxidação lipídica.

No Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético) os cortes retirados das carcaças

submetidas a esta solução, apresentaram valores de TBA inferiores aos cortes sem ácido, durante os 14 dias de armazenamento refrigerado (Tabela 13).

Os cortes com e sem ácido, apresentaram valores de TBA abaixo de 0,576 até o 7º dia. Este índice é considerado por KE et al. (1984), baixo ou de nenhuma rancidez, porém os valores de TBA para os cortes pernil, carré e paleta sem ácido foram, neste período, cerca de 79%, 55% e 40%, maiores que os cortes com ácido, respectivamente (Tabela 13).

Ao final do armazenamento (14 dias), os valores de TBA para os cortes com ácido permaneciam com índices inferiores a 0,3 mg de MA . kg⁻¹, porém os cortes sem ácido apresentavam-se com índices superiores a 0,5 mg de MA . kg⁻¹.

Logo foi observado neste estudo, que com o Tratamento 3, obteve-se um controle efetivo da oxidação lipídica dos cortes suínos, armazenados sob refrigeração à 4°C ($\pm 0,5$). O adequado armazenamento e temperatura de refrigeração poderiam ser apontados como um dos aspectos mais importantes do efetivo controle da oxidação, porém as carnes sem ácidos, também tiveram a mesma forma de armazenamento refrigerado. Quanto menor a temperatura de armazenamento menor é a intensidade dos processos oxidativos e, em consequência maior será a vida de prateleira (duração/validade) das carnes, desde que se utilize temperaturas de refrigeração abaixo de 10°C e acima de 0°C (WANG *et al.*, 1995).

Pode-se dizer que a solução de ácidos orgânicos utilizadas no Tratamento 3, exerceu um efeito antioxidante sobre as carnes. Os antioxidantes são substâncias que retardam o aparecimento de alterações oxidativas nos alimentos, impedindo a interação com o oxigênio.

A redução da oxidação lipídica em alimentos pode ser obtida pela adição de antioxidantes, os quais necessitam de pelo menos segundo Ferrari (2000), três características para serem efetivos: o removedor de radicais livres deve apresentar uma baixa energia de ligação de hidrogênio, de modo a propiciar troca do radical livre com o antioxidante; o antioxidante não pode se tornar um catalizador oxidante, pois deve diminuir a energia do radical e, por fim um carregador eficiente não pode formar radicais capazes de reagir com o oxigênio para formar peróxidos. Faz-se necessário afirmar que a capacidade de remover radicais depende da capacidade do antioxidante de doar hidrogênio, estabilizando o radical livre.

No Tratamento 3, utilizando a solução de ácido cítrico, láctico, ascórbico e acético houve uma redução na oxidação lipídica dos cortes suínos, porém não se sabe se o efeito foi devido a combinação desta solução ou efeito de um dos ácidos em particular. É importante considerar que o Tratamento 3, teve um efetivo controle dos microrganismos, este fato também pode ser apontado como um dos fatos do controle dos processos oxidativos nos cortes retirados das carcaças que foram aplicadas esta solução.

O ácido ascórbico e o cítrico são bastante usados em alimentos pelas suas funções como agente redutor, antioxidante e agente seqüestrante de metais. O uso destes ácidos já foram testados tanto em carnes curadas como em carcaças animais, para aumentar a vida de prateleira, devido o seu efeito bactericida e sua atividade como vitamina C e a sua baixa toxicidade (LIAO & SEIB, 1988).

Barbut *et al.* (1988), utilizaram ácido cítrico em salsichas de peru congeladas e conseguiram uma inibição significativa da oxidação lipídica.

Soccol (2002) testou ácido acético em um dos seus tratamentos em filés de tilápia no controle da oxidação, durante 20 dias, e obteve valores iniciais de TBA nos filés tratados de 0,84, e aos 20 dias, um valor de 2,56 mg de MA . kg⁻¹, sendo que estes valores foram acima do controle no mesmo período.

Para a minimização das reações de oxidação lipídica na carne, é necessário considerar diversos fatores, como as condições pré-abate e pós-abate, bem como as condições de processamento, armazenamento e diversos fatores químicos e físicos pró e antioxidantes (FERRARI, 2000).

Nesta pesquisa foi obtido a minimização da oxidação lipídica e conseqüentemente o aumento da vida de prateleira da carne, pela aspensão de ácidos orgânicos em carcaças suínas durante o resfriamento. Embora os ácidos orgânicos são indicados principalmente como sanitizantes em carcaças de animais, como forma de reduzir as contaminações microbiológicas, neste estudo foi verificado o efeito dos mesmos como potentes antioxidantes. É importante controlar a estabilidade através do tempo e assim caracterizar a vida útil da carne em condições aceitáveis para consumo.

6.2.2.2 Ácidos orgânicos e sua influência no pH

pH de um alimento é um dos principais fatores que determinam a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos durante o processamento, a armazenagem e a distribuição. A maior parte das bactérias tem um pH de crescimento ótimo próximo da neutralidade (pH 7,0) e valores máximos e mínimos em torno de 8,0 e 5,0, respectivamente (PRICE & SCHWEIGERT, 1976).

O pH do alimento durante o armazenamento é um fator que determina a qualidade da carne. Segundo Terra & Brum (1988), os limites máximos de pH para consumo de carne é de 6,4, valores acima são considerados como índice de deterioração.

Neste estudo, o objetivo principal das leituras de pH foi verificar o efeito dos ácidos em relação as qualidades microbiológicas dos cortes suínos. Porém foram realizadas algumas leituras de pH nas carcaças durante o resfriamento, pois não se deve deixar de considerar também que a velocidade ou declínio de pH após o abate, determinarão a qualidade final da carne suína, que terão efeito na sua cor, textura e capacidade de retenção de água.

As principais anomalias observadas devido a problemas ligados a velocidade de declínio de pH são as carnes Pálida, Flácida e Exsudativa (PSE), e as carnes Escura, Dura e Seca (DFD). Existe confusão entre os fatores que causam PSE e DFD, pois ambos são decorrentes do estresse na fase do pré abate. Se um animal é abatido durante um período de grande atividade física, mas antes da exaustão, uma quantidade de ácido láctico é acumulada no músculo enquanto a temperatura ainda está alta originando carne PSE. Por outro lado se as reservas de glicogênio são esgotadas durante o período pré abate, a quantidade de ácido láctico acumulada depois do abate será pequena e o músculo ficará escuro, firme e seco (VALSECHI, 2001).

Na prática, leva-se 1 hora para colocar as carcaças nas câmaras. Nas carnes PSE, a queda rápida do pH ocorre ainda quando a temperatura da carcaça está em torno dos 35° C. O ponto isoelétrico de muitas proteínas é de 5,5 e se esse valor de pH for atingido com o músculo ainda quente, pode ocorrer desnaturação das proteínas (TERRA, 1998).

No caso da carne DFD a reserva de glicogênio se exauriu, não havendo, portanto, a glicólise anaeróbica normal e conseqüentemente a produção de ácido láctico, tendo como resultado um pH final maior que 6,0 (TERRA, 1998).

Mudanças de pH que deveriam ocorrer em 12 horas, acontecem em 90, 30 e até 10 minutos, levando aos problemas de carnes PSE e DFD. O pH normal da carne varia de 5,5 a 5,8 após 8 horas e de 5,3 a 5,7 após 24 horas *post mortem* (FELÍCIO, 1986).

As carnes DFD e PSE deterioram com facilidade e quando submetidas ao processamento verifica-se uma certa dificuldade na fabricação dos produtos. Neste estudo através das leituras de pH durante o resfriamento das carcaças em câmara, não foram observados problemas de carnes DFD e PSE, mantendo-se a qualidade físico-química destas carcaças durante nos três tratamentos com ácidos orgânicos.

O efeito do pH sobre a carne é um dos três fatores que explicam a eficiência dos ácidos orgânicos como agente antimicrobiano, bem como o efeito da dissociação dos ácidos e o efeito específico do agente antimicrobiano (SILVA, 1998).

O efeito das soluções de ácidos orgânicos do Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico) e do Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico, aquecidos à 55°C), apresentaram pouca influência no abaixamento do pH inicial dos cortes com ácido (Tabelas 14 e 15). Apesar de se esperar uma pequena e temporária redução do pH dos cortes suínos, devido a ação acidificante dos ácidos, isto não foi observado. Este fato pode ter ocorrido por ter sido utilizado uma concentração relativamente baixa dos ácidos destes dois tratamentos, da mesma forma que não exerceu efeito redutor dos microrganismos estudados.

O pH médio inicial dos cortes suínos no Tratamento 1 foi de 5,9 e 6,1 para cortes controle e tratados, respectivamente (Tabela 14), e no Tratamento 2 o pH médio inicial para cortes controle e tratados foi de 5,7 (Tabela 15). Já no Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético), houve uma significativa redução do pH inicial nos cortes retirados das carcaças que receberam esta solução de ácidos, sendo que o pH dos cortes tratados foi cerca de 0,3 unidades inferiores aos cortes controle (Tabela 16).

Silva & Beraquet (1997) estudando o efeito da sanitização com ácidos orgânicos, sobre a redução da contaminação inicial da carne bovina, observaram

que imediatamente após a aspersão das soluções, o pH superficial dos músculos foi reduzido significativamente, como pode-se constatar neste estudo com o Tratamento 3 e que não foi constatado, utilizando a solução de ácidos orgânicos referentes aos Tratamentos 1 e 2.

Os valores de pH dos cortes não foram afetados pela solução de ácidos orgânicos referentes ao Tratamento 1, apresentando-se com valores quase estáveis, porém os mesmos foram afetados pelo armazenamento, sendo que ao 14^o dia de armazenamento, os valores de pH encontravam-se acima dos permitidos pela legislação para consumo, exceto o pernil e o carré controle.

O que pôde ter contribuído para este aumento do pH durante o armazenamento, foi o efeito tamponante das proteínas musculares e de reações enzimáticas da carne, que ocasionam a formação de compostos básicos que aumentando o pH.

Os resultados das leituras de pH deste estudo concordam com Mano *et al.* (1993), que compararam valores de pH com contagens totais de mesófilos e psicrotróficos, concluindo que o número microrganismos aumentam com o aumento do valor de pH.

A ação dos ácidos orgânicos dos Tratamentos 1 e 2 não mostraram eficiência no controle dos microrganismos aeróbios mesófilos, psicrotróficos e coliformes totais durante o armazenamento. No Tratamento 2 ao final do armazenamento, apesar do pH dos cortes tratados, estarem com valores relativamente menores aos cortes controle (Tabela 15), não obsevou-se redução nas contagens microbiológicas, evidenciando desta forma que estes tratamentos, não foram eficazes no controle dos microrganismos mésofilos e psicrotróficos, os quais atingiram níveis superiores a 6 Log UFC \cdot g⁻¹, já a partir do 7^o dia de armazenamento, este aumento está relacionado com aumento de pH. Deste modo foi evidenciado as atividades proteolíticas e lipolíticas destes microrganismos.

Este fato concorda com Silva (1998), que a atividade antimicrobiana dos ácidos orgânicos depende toxicidade da molécula, da concentração utilizada e da mínima dissociação do ácido e esta depende do pH.

O valor de pH do ambiente onde estão presentes os microrganismos afeta profundamente vários aspectos do seu crescimento e sobrevivência. A maioria das bactérias preferem valores de pH levemente alcalinos, sendo assim a ação antimicrobiana desses ácidos resulta de ação lipofílica, onde os íons de hidrogênio

penetram a membrana celular do microrganismo, acidificando o seu interior, inibindo o transporte de nutrientes. Entretanto, o efeito antimicrobiano desejado vai depender da adequada sanitização, considerando principalmente concentração, temperatura e método de aplicação (SILVA, 1998).

Silva (1999), trabalhando com sanitização de carne bovina com mistura de ácidos orgânicos, verificou que os valores de pH foram baixos logo depois da aplicação dos ácidos, após atingiram valores maiores, praticamente constantes e iguais aos observados no controle, até o 9º dia de armazenamento.

Prasai *et al.* (1992), conseguiram uma redução de pH em torno de 0,5 unidades e uma redução de cerca de 90% na microbiota de superfície das carcaças suínas pela aspersão de 1% de ácido lático a 55°C.

Mano *et al.* (1993), compararam os valores de pH em frango após adição de soluções de ácidos orgânicos com a contagem de microrganismos mesófilos e contagens totais de psicrotóxicos, concluindo que o aumento do número de microrganismos aumenta junto com o pH.

No Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido lático + 1,00% de ácido acético) (Tabela 16), observou-se uma redução inicial do pH dos cortes tratados em relação aos cortes controle, este fato é importante pois a redução inicial do pH da carne tem influência direta na ação antimicrobiana dos ácidos utilizados na sanitização (BAIRD-PARKER, 1980).

Ao 7º dia de armazenamento os cortes pernil, carré e paleta com ácido, retiradas das carcaças submetidas ao Tratamento 3, apresentaram uma média de pH de 5,8, enquanto que os cortes controle, apresentaram uma média de 6,2. Aos 14 dias de armazenamento refrigerado, foi observado uma estabilização do pH nos cortes com ácido (pH \cong 5,8), e um aumento de pH acima de 6,5 nos cortes controle., os quais estavam acima do permitido pela legislação para consumo (Tabela 16). Desta forma, foi evidenciado o efeito positivo desta solução de ácidos no controle do pH dos cortes.

Os resultados de pH do Tratamento 3, apresentaram comportamento semelhante aos obtidos por SILVA, (1999), que usou uma solução de 2% de ácido acético, 1% de ácido lático, 0,25% de ácido cítrico e 0,10% de ácido ascórbico em aspersão nas carcaças bovinas e obteve ao 5º e 15º dia de armazenamento, valores de pH de 5,6 e 5,7 respectivamente.

Soccol (2002), utilizou em filés de tilápia dois tratamentos com ácido acético usando embalagem à vácuo e atmosfera modificada. Durante 20 dias analisou a reação do músculo com estes tratamentos e observou a redução de pH e psicrótróficos até o 13^o dia de armazenamento refrigerado, atribuindo esta redução à ação bacteriostática do ácido acético no músculo do pescado.

O ácido acético reduz a população microbiana pelo abaixamento do pH dos tecidos da superfície da carne e pela mudança da permeabilidade na membrana celular da bactéria. O grau de injúria varia com o tratamento, espécie microbiana, além das condições de produção e estocagem (SILVA, 1998).

A solução de 1% de ácido acético, 1% de cítrico, 1% de láctico e 0,80% de ascórbico (Tratamento 3) (Tabela 16), mostrou abaixamento do pH e uma excelente atividade antimicrobiana quando comparada aos Tratamentos 1 e 2. O Tratamento 3 diferenciou-se dos Tratamentos 1 e 2 pelo aumento da concentração e adição do ácido acético. Isto confirma que a ação do ácido depende da adequada sanitização, porém esta eficácia do ácido vai depender também dos cuidados higiênico-sanitários das demais fase pós abate, da desossa até a mesa do consumidor.

6.2.3 Ácidos orgânicos e as alterações organolépticas da carne suína

O objetivo principal das análises sensoriais realizadas neste experimento foi verificar se os três tratamentos com ácidos orgânicos aplicados às carcaças suínas na câmara de resfriamento, causariam alguma alteração física e de sabor nos cortes pernil, carré e paleta logo após a aplicação e durante sete dias de armazenamento sob refrigeração à 4°C(±0,5).

Dentre as diversas características sensoriais existentes que diferem a qualidade de um produto, os aspectos como odor e aparência são os que irão decidir sua atração ou rejeição pelo consumidor (NEVES FILHO, 1991).

Miya (1972) classificou as qualidades sensoriais sob os três principais sentidos: aparência quando percebida pelos olhos, sabor quando sentido pela papíla da língua e pelo epitélio olfatório do nariz, e textura quando sentido pelas terminações musculares.

Shimokomaki (1994) afirma que há uma grande dificuldade de avaliação do aroma, pois é uma sensação complexa e envolve em sua percepção o odor, o sabor

e a textura. Uma propriedade sensorial é aquela percebida por um dos órgãos dos sentidos, através do qual o consumidor avalia o produto.

Conforme Miya (1972) o método para o cozimento, tem efeitos marcantes na palatabilidade da carne e deve ser similar ao comumente usado pelo consumidor. Neste estudo optou-se pela carne assada em forno com temperatura de 120°C durante 60 minutos, envolta em papel alumínio para evitar perda de sucosidade e evitar perdas de substâncias voláteis. Este procedimento foi repetido somente nos dias zero e sete de armazenamento, porque julgou-se ser suficiente para o objetivo proposto.

Os resultados das análises sensoriais em relação ao produto “in natura” (Apêndice G), para os tratamentos 1, 2 e 3 não foram observados nenhuma diferença entre carnes submetidas aos tratamentos com ácidos e carnes controle, não havendo alterações da cor, odor e aparência (Tabela 17).

Alterações na coloração de carnes expostas ao ácido láctico em concentrações que variaram de 1,0 a 2,0% por períodos de tempo de 1-15 minutos foram observadas por Lens (1992); Mello (1992) e Van Der Marel (1989).

Silva (1999) não detectou em nenhuma dos métodos de análise diferença na aparência global das carcaças bovinas controle e as que foram aspergidas com 500 mL da solução 2,0% de ácido acético, 1,0% de ácido láctico, 0,25% de ácido cítrico e 0,10% de ácido ascórbico.

As carnes preparadas para consumo tanto no teste de comparação pareada (Apêndice H) (Tabela 18) quanto no teste exclusivo de sabor (triangular) (Apêndice I), não foi registrado a presença do ácido dentre os atributos analisados cor, odor, sabor, textura e aparência. Resultado semelhante foi encontrado por Silva & Beraquet (1993), onde utilizaram uma solução de 2,0% de ácido acético, 1,0% de ácido láctico, 0,25% de ácido cítrico e 0,10% de ácido ascórbico em carcaças bovinas. As carnes com ácido preparadas para consumo segundo estes autores, não apresentaram diferença significativa nos atributos analisados sabor, odor, maciez e qualidade global das carnes não tratadas.

Goddard, Mikel, Conner & Jones citado por HUFFMAN (2002), trataram tiras de lombo com uma mistura de ácidos láctico e acético e não encontraram diferenças significativas na cor da carne, cor da gordura ou odor quando comparadas ao controle.

No Tratamento 1 (0,25% de ácido cítrico + 0,10% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico) (Tabelas 17 e 18), deste experimento, não foi observado diferença significativa entre cortes com ácido e cortes sem ácido, confirmando com as análises microbiológicas as quais não houveram ação eficiente dos ácidos do respectivo tratamento.

O Tratamento 2 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico, aquecidos à 55°C) (Tabelas 17 e 18), nota-se com as análises sensoriais uma diferença muito pequena em favor das carnes tratadas com a solução de ácidos orgânicos, mas quando efetuou-se a análise estatística dos valores, não foi detectado mais a diferença. Esses resultados confirmam com os das análises microbiológicas, onde a solução referente ao Tratamento 2, mostrou uma certa redução nas contagens microbiológicas até o 7º dia de armazenagem, embora insignificante.

Os resultados das análises microbiológicas confirmam com os resultados da análise sensorial no produto "in natura" (Tabela 17), referentes ao Tratamento 3 (1,00% de ácido cítrico + 0,80% de ácido ascórbico + 1,00% de ácido láctico + 1,00% de ácido acético), neste tratamento, houve uma certa preferência pelas carnes que receberam o tratamento com a solução de ácidos orgânicos quanto os atributos cor, odor e aparência, isto verificado até o sétimo dia de análise. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa da análise sensorial pode-se dizer que este foi o tratamento mais eficiente no aumento da vida de prateleira das carnes, confirmado não apenas pelas análises microbiológicas mas também de pH e valores de TBA.

É aceito que depois dos estragos microbiológicos, a oxidação lipídica é o primeiro passo pelo qual ocorre perda de qualidade da carne. Os alimentos estão completamente suscetíveis a oxidação lipídica a qual se manifesta principalmente na qualidade do sabor, cor e odor presentes na carne.

Do ponto de vista cor da carne, pode ser que a forma do radical produzido durante a oxidação lipídica tem ação direta na promoção da oxidação do pigmento e/ou indiretamente pela perda do pigmento por sistemas redutores em adição ocorre mudanças também de sabor e textura das carnes. (KANNER, 1994).

O desenvolvimento da qualidade do sabor oxidativo (rancificação) tem sido reconhecido como um sério problema durante a estocagem dos produtos cárneos. A rancificação em carnes começa a desenvolver-se logo depois a morte do animal e

continua a aumentar a intensidade até o produto carne tornar-se inaceitável para os consumidores.

O sabor de ranço se deve alguns produtos da oxidação (hidroperóxidos) que são acelerados de acordo com processos oxidativos e pro-oxidativos. O odor e sabor de ranço se manifesta entre valores de 0,5 a 1,0 do mesmo número de TBA de acordo com isto, a análise sensorial neste estudo com ácidos orgânicos, teve relação com os valores de TBA.

O uso de antioxidantes dão proteção a cor reduzindo os danos causados por intermediários da oxidação. Neste estudo o uso dos ácidos orgânicos agiram como antioxidantes controlando a ação da oxidação da cor, odor e sabor, porém pela avaliação dos painelistas não houve diferença ($p < 0,05$), entre controle e tratamento.

A análise sensorial do produto "in natura" (Apêndice G), concorda com os valores de TBA até o 7º dia. No Tratamento 1, não houve diferença significativa entre os valores de TBA entre cortes com ácido e sem ácido e na análise sensorial destes cortes, também não foi percebido diferença entre cortes com e sem ácido pelo painel de avaliadores.

No Tratamento 2 e 3 da mesma forma que o Tratamento 1, não foram detectado diferenças significativas na análise sensorial dos atributos cor, odor e aparência, porém houve relação com os valores de TBA, onde houve ação antioxidante dos ácidos orgânicos sobre os cortes obteve-se os menores valores de TBA e também onde registrou-se maior preferência dos avaliadores, apesar de não ser detectado estatisticamente.

No produto assado tanto no teste triangular (Apêndice I), onde avaliou-se apenas o sabor, quanto no teste pareado simples (Apêndice H), onde avaliou-se os atributos cor, odor, sabor, textura e aparência, não foi detectado pelo painel de avaliadores características de oxidação em nenhum dos cortes pernil, carré e paleta, tanto nos cortes tratados quanto nos controle até o 7º dia.

Dentro do objetivo o qual foi realizado as análises sensoriais, pode-se afirmar que os ácidos orgânicos não causaram alterações que comprometessem as qualidades organolépticas da carne. Os ácidos orgânicos neste estudo puderam contribuir para o aumento da vida de prateleira da carne suína sem alterar as características sensoriais do produto.

7 CONCLUSÕES

- O método de resfriamento com água foi eficiente na redução das perdas de peso das carcaças suínas durante o resfriamento;
- O tratamento com 60 segundos de aspersão com água e 20 segundos aspersores desligados, durante 17 horas de resfriamento foi o que apresentou as melhores condições atmosféricas dentro da câmara, reduzindo desta forma as perdas de peso das carcaças suínas, sem afetar as qualidades físicas e sensoriais das carcaças;
- A aspersão das carcaças suínas pós-abate com 1,0% de ácido láctico, 0,80% de ácido ascórbico, 1,0% de ácido cítrico e 1,0% de ácido acético, durante o resfriamento, reduziu de forma significativa as contagens de bactérias aeróbias mesófilas, psicrotóxicas e coliformes totais dos cortes armazenados sob refrigeração à 4°C ($\pm 0,5$), bem como um efetivo controle da oxidação lipídica, através da ação antioxidante apresentando desta forma um aumento na vida de prateleira dos cortes devido a redução das contagens microbiológicas e controle da rancificação, sem com isto afetar sabor e aparência dos mesmos;
- Através dos experimentos realizados neste trabalho, pode-se estabelecer novas alternativas ou propostas para a indústria em obter maior rendimento de carne através de um controle adequado de quebra de peso durante o resfriamento das carcaças suínas e o aumento da vida de prateleira da carne suína, pela utilização de uma técnica correta de sanitização pós-abate;
- Os estudos efetuados neste trabalho cumprem um papel essencial na formulação de novas proposições, podendo oferecer para as indústrias outras opções de desenvolvimento futuro e estas podendo oferecer ao consumidor produtos de melhor qualidade.

8 SUGESTÕES

Sugestões de novos experimentos de continuidade deste trabalho:

- Testar a associação do menor índice de quebra de peso com a solução mais eficiente no aumento da vida de prateleira dos cortes suínas, afim de verificar a reação dos microrganismos principalmente psicrotróficos, bolores e leveduras na superfície das carcaças durante o resfriamento.
- A solução de ácidos acético, láctico, cítrico e ascórbico exerceram efeito antioxidante sobre a carne suína refrigerada, porém seria importante testar a ação isolada de cada ácido na aspersão de carcaças para verificar se o efeito de um dos ácidos especificamente é mais potente ou se o efetivo controle da oxidação proporcionada é da ação conjunta dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

- 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, Acribia, 464 p, 1997.
- ADDIS, P. B. **The goodnews in your cholesterol future**. Editorial Note of University of Minnessota, p. 4-5, 1999.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 05 de ago. 1999. **Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos – Resolução – RDC**, n. 386. Anexo alterado(s) por: Resolução RE n.140, de 09 de ago. de 2002. Disponível em <www.anvisa.gov.br/legis/resol/386_01rdc.htm>. Acesso em: 20 de fev. 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 02 de jan. 2001. **Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos – Resolução – RDC**, n. 12. Disponível em <www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 28 de fev. 2005.
- AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S.; *et al.* Chemical change after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, p.729-733, 1996.
- ANDERSON, M. E.; MARSHAL, R. T. & DICKSON, I. S. Efficacies of acetic, lactic and two mixed acids in reducing numbers of bacteria on surfaces of lean meat. **J. Food Sof., Trum Bull**, v.12, p. 139-147, 1992.
- ANG, C. Y. W. Comparasion of broiler tissues for oxidative changes after cooking and storage. **J. Food Sci.**, n.53 p.1072-1075, 1998.
- ARAF, A. S. & CHEN, T. C. Ascorbic acid dipping as a means of extending shelf life and improving microbial quality of cut- op broiler parts. **Poultry Science**, v. 57, p. 99-103, 1987.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos**. 2 ed. Viçosa: p. 59-85, 1999.
- AWANORIN, S. O. Quality of smoked chicken- Guinea- Fowl sausage as affected by processing conditions and cold storage. **Food Sci. Technol.**, n. 26, p.285-290, 1993.
- BAIRD-PARKER, A. C. Organics acids. In: SILLIKER, J. H. **Microbial ecology of foods**. New York, Academic, v. 1, p.126-135, 1980.
- BARBUT, S.; DRAPER, H. A. Effects of freezing method and antioxidants on lipid oxidation in turkey sausage. **J. Food Protect**, n. 51, p.878-882, 1988.

BARUA, M.; SHELEF, L. A. Growth suppression of *Pseudomonas* by glucose utilization. **J. Food Sci.**, Chicago, 45(2): 349 – 351, 1980.

BEARSON, S. *et al.*, **FEMS. Microbiology. Letter**, 147: 173180.1997.

BEUCHAT, L. R.; GOLDEN, D. A. Antimicrobials occurring naturally in foods. **Food Tecnology**, v. 43 (1), p. 134-142, jan.1989.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. Campinas, 1984.

BOOTH, I. R. **Microbiological Reviews**, 49: 359-378, 1985.

BOTSOGLU, N. A.; FLETOURIS, P. J.; PAPAGEORGIOU, G. E.; *et al.* Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and feeds tuff sample. **J. Agric. Food.**, v.42, p. 1931-1937, 1994.

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

BRADLEY, D. G.; MIN, D. B. Singlet oxygen oxidation of food. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 31, n. 3, p.211-236, 1992.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretária de defesa Agropecuária. Departamento de defesa Animal. Coordenação de Laboratório Animal. **Métodos de Análises Microbiológicas para Alimentos**, Brasília, 2000.

BUCKLEY, D. J.; GOMAA, E. A.; GRAY, J. I. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**. 43: S111 –S123, 1996.

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. Anim. Sci.**, 73: 3122-3130, 1995.

CALVAR, C., PELLOIS, H. La Qualité de la viande de porc influence des conditions de transport, d'abattage et des types genetiques. **Publication EDE**, v.8, p. 1-22, 1987.

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

CONTRERAS, C. Qualidade microbiológica da carne de aves. **Rev. Nac. da Carne**. São Paulo, n. 252, p. 58-60, fev, 1998.

- CORLETT, D. A.; BROWN, M. H. pH and acidity. In: silliker, **J. H. Microbiol Ecology of Foods**, New york. Academic, v.1, p. 92-110, 1980.
- CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; BOREN, A. M. & BUCKLEY, D. J. Some further observations on the TBA test as on index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, 28: 187-196, 1988.
- CUDJOE, S. K. The effect of lactic acid spray on the keeping qualities on meat during storage. Int. **J.Food Microbiol.**, Netherlands, n.7(1), p. 1-7, 1988.
- DAWSON, L. E.; GARTNER, R. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. **Food Technology**, v. 6, p.112-116, 1983.
- DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de Alimentos, Editora: Curitiba/Pr., p. 123, 1996
- DUTHIE, G. Antioxidant hypothesis of cardiovascular decease. **Tiends Food Science Technology**, v. 2, n. 8, p. 105-107, 1991.
- ELAM, T. E. The world pork industry – Rapid change and re-structuring implications for a global pork market – **Elanco animal health international symposium**. Indianapólis-Indiana,EUA, 1997.
- EXPEDITO, T. FACCO. Abate de suínos. **Revista Pork World**. Disponível em:<[www.porkworld.com.br/ Porkworld](http://www.porkworld.com.br/Porkworld)> – O Megaportal da Suinocultura Latino Americana. Acesso em: 02 jan. 2004.
- FELDHUSE, F.; KÜHNEM, M. Effects pork quality by eletrical stimulation or pelvic suspension of carcasses. **Meat Science**, 39: 327-337, 1995a.
- FELÍCIO, P. E. O ABC do PSE/DFD. **Alimentos e Tecnologia**, São Paulo, v. 10, nº jul/ago, p.1-4, 1986.
- FENEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. Acríbia, 1993.
- FERRARI, C. K. B. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicos. **Rev. Nutr.**, 11: 3-14, 1998.
- FERRARI, C. K. B. Fatores bioquímicos e físicos pró e anti-oxidantes, relacionados à oxidação lipídica dos alimentos. **Rev. Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.78/79, p. 37-44, nov/dez, 2000.
- FRANCO, B.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, p. 182, 1999.
- FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, P. M. **Microbiologia dos alimentos**. Zaragoza, Acríbia, 681 p. 1993.
- FRIES, L. L. M. Polígrafo disciplina Microbiologia de Alimentos. **Microbiologia Alimentar**. UFSM – Universidade Federal Santa Maria, Santa Maria – RS, 1997.

- FUNG, D. Y. C.; KASTENER, C. L.; HUNT, M. C.; DIKEMAN, M. E.; KROPF, D. Mesophilic and psychrotroph bacteria population on hot-boned and conventionally processed beef. **J. Food Prot.** v. 43, n. 7, p. 547-550, 1980.
- GERHARDT, U. **Aditivos e ingredientes: como coadjuvantes de la "Kutter", emulgentes y estabilizadores de productos carnicos.** Zaragoza: Acribia, 198- 148 p. 1988.
- GOETZ, H.; TERRA, N. N. Aumento da vida útil de carcaças de frango resfriadas. **Rev. Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 54, p.51-55, mar/abr., 1998.
- GOMBOSSY, D. M. F.; LANDGRAF, F. M. GOMBOSSY, B. D. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo : Atheneu, 1996.
- GONZÁLEZ, F. H. D.; MANTESE. **Seminário da disciplina Bioquímica do Tecido Animal.** Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. 2002.
- GRAY, J. I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of the American oil Chemists Society**, v. 55, p. 539-546, 1978.
- GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v. 43, p. S111-S123, 1996.
- GREER, G. G.; DILTS, B. D. Factor affecting the susceptibility of meatborne pathogens and spoilage bacteria to organic acids. **Food Res. Intern.**, v. 25, p.264-355, 1992.
- GUAHYBA, A. S. **Tecnologia de carnes e derivados.** Colégio Martin Luther. São Paulo, 2003.
- GUILLÉN-SANS, R.; GUZMÁN-CHOZAS, M. The TBA reaction in foods: a review. **Crit. Rev. Food Science Nutr.** 38: 315-330, 1998.
- HAYES, P. R. **Micobiologia e Higiene de los Alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993, 369 p. 1993.
- HUFF-LONERGAN, E.; PARRISH, F. C.; ROBSON, R. M. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v. 73, 1064-1073, 1995.
- HUFFMAAN, R. D. Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. **Meat Science**, n. 62, p. 285-294, 2002.
- ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). **Microbial ecology of foods.** 1: Factors affecting life and death of microorganisms. Academic Press. London. 259 p., 1980.
- ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). **Ecología microbiana de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, v. 2, p. 989, 1980.

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

JAY, J. M. **Microbiologia Moderna de Los Alimentos**. 3 ed., Zaragoza: Acribia, p.804, 1994.

JONES, S. D. M. *et. al.* The effects of spray and pork muscle quality. **Meat Science**, 34: 351-362, 1993.

JUDGE, M.; ABERE, E.; FORREST, J. *et al.* Principles of meat science. Dubugue, Iow: **Kendas hunt Publ., 1989**.

KANNER, J. Oxidative process in meat and meat products: Quality implications. **Meat Science**, p.169-189, 1994.

KE, P. J.; CERVANTES, E.; ROBLES-MARTINEZ, C. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in fish tissue by na improved destillation-spectrophotometric method. **Journal of the Science of Food on Agriculture**, v. 35, p. 1248-1254, 1984.

KHAYAT, A.; SCHWALL, D. Lipid oxidation in sea food. **Food Techology**, v. 37, n. 7, p. 130-140, 1983.

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

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, p. 93-104, 1994.

KOTULA, K. L.; THELAPPURATE, R. Microbiological and sensory attributes of retail cuts of beef treated with acetic and lactic acid solutions. **Food Prot.**, Des Moines, Iowa, v. 57, n.8, p. 665-670, 1994.

KUMAR, N.;SINGHAL, O. Cholesterol oxides and otherosclerosis: a review. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 55, p. 497-510, 1991.

LAMBERT, D. A.; SMITH, J. P.; KAREN, L. D. Shelf life extencion and microbiological safety of fresh meat (A review). **Food Microbiol.**, London, v. 8, n. 4, p. 267-297, 1991.

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

LENS, G. D. **Aumento da vida útil da carcaça de frango resfriada pelo uso de ácido láctico e de sorbato de potássio**. 1992. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia dos Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 1992.

LIAO M. L.; SEIB, P. A. Chemistry of L-ascorbic acid related to foods. **Food Chem.**, 30: 289-312.1982 ou 1988.

LIMA, J. ICMSF, **Ecologia microbiano de los alimentos – Ácidos Orgânicos**, v.1, Acribia, 1980.

LIMA, J. ICMSF, Ecologia microbiano de los alimentos. **Glossário de Carlos Vander becke, Ácido acético em alimentos**, Acribia v. 1, 2003.

LINDAHL, G.; LUNDSTROM, K. & TORNBORG, E. Contribution of pigment content myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat Science**, 59: 141- 151, 2001.

LONG, V. P.; TARRANT, P. V. The effect of pre slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. **Meat Science**, 27: 181-195, 1990.

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

MANO, S. B.; PARDI, H. S.; QUEIROZ, M. F.; SARDINHA, A. C. C. Avaliação comparativa de métodos físico-químicos utilizados no exame de carne de aves (*Gallus domesticus*) resfriadas. **Higiene Alimentar**, v. 7, n. 25, p. 23-25, 1993.

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

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

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

MIYA, E. E. Textura: sua definição, medida e relação com outros atributos de qualidade. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v. 32, p. 71-83, 1972.

MILLIGAN, S. P. *et. al.* Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. **Journal of Animal Science**, 76: 74-86, 1998.

NEVES FILHO, L. C. Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos. **Instituto Brasileiro do Frio**, ABRAVA e SINDRATAR. São Paulo, p. 176, 1991.

NIELSEN, N. J. **Recent results from investigations of transportation of pigs for slaughter.** In: TRANSPORT OF ANIMALS INTENDED FOR BREEDING, PRODUCTION AND SLAUGHTER (ed. Moss, R.), Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, p. 115-124, 1982.

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

OLIVEIRA, M. V. M.; PÉREZ, J. R. O.; ALVES, E. L.; MARTINS, A. R. V.; LANA, R. P. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1-9, maio/junho, 2003.

OSTHOLDET, W.; SHIN, H. K.; DRESEL, J. Improving the storage life of carcasses by treating their surface with an acid spray. **Fleischwirtsch.**, Frankfurt, v. 7, n. 60, p. 828-830, 1984.

ÖSTLING, C. E.; LINDGREN, S. E., *J. Appl. Bacteriology*. 75: 18-24, 1993.

PALENZUELA, R. P. Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. **XVI Curso de especialización**, FEDNA, 2002.

PÄNDL, O.; FISHER, A.; SCHMICHOFER, T.; SINELL, H. J. **Tecnología e higiene de la carne**. Zaragoza, Acribia, Zaragoza, España, 1994.

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

PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; WOLZAK, A. M.; HORENTEIN, N. A. Safety implication of oxidized lipid in muscle food. **Food Technology**, July, p. 121-129, 1983.

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

PELOSO, J. V. Tratamento pós-abate das carcaças e os desvios de qualidade na transformação do músculo- carne suínos- **I Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade da Carne Suína**. Sadia, S. A. Brasil, 2000

PELOSO, J. V. **Influência da qualidade intrínseca na transformação músculo carne** em suínos. Concórdia-SC. 2003.

PIKUL, J.; KUMMEROW, F. A. Thiobarbituric acid reactive substance formation as affected by distribution of polyenoic fatty acids in individual phospholipids. **J. Agric. Food Chem.**, n. 39, p. 451-457, 1991.

POWEL, V. H.; CAIN, B. P. A hot de contamination for beef sides. CSIRO, **Food Res. Q.**, Australia, v. 4, n. 47, p. 79-89, 1987.

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

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

PRICE, J. F.; SHWEIGERT, B.S. **Ciência de la Carne y de los Productos Carnicos**. Zaragoza: Acribia, 581 p. 1994.

RAHARJO, S. J. N. *et al.* , Improved speed specificity, and limit of determination of na aquous acid extration Thiobabituric Acid₋₁₈ method for measuring lipid peroxidation in beef. **J. Agric. Food Chem.** 40, p. 2182 – 2185, 1992.

REAGAN, J. O.; LION, F. H.; REYNOLDS, A. E.; CARPENTER, J. A. Effect of processing variables on the microbial, phisical and sensory characteristics of porck sausage. **J. Food Sci.**, n. 48, p. 146-149,162. 1983.

RIISPOA. **Regulamento de Inspeção Indústrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, p. 168, 1980.

ROÇA, R. O. **Refrigeração**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. Fazenda Experimental Lageado-FCA. Campus de Botucatu, SP, 2003.

ROÇA, R.O.; SERRANO, M. A. Operações de abate. **Rev. Hig. Alim.**, v. 8, n. 34, 1994.

ROSA, A . F., SOBRAL, P. J. A. LIMA, J. D. F. Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento. **Rev. TeC Carnes**, Campinas, SP, v. 3, n. 1, p.13-18, 2001.

SANTOS, C.; ROSEIRO, L. C.; GONÇALVES, H.; MELO, R. S. Incidence of different prk quality categories in a portuguese slaughter house: a survey. **Meat Science**. v. 38, n.2, p. 279-287, 1994.

SHIMOKOMAKI, M. Aroma em Carne. **Revista Nacional da Carne**, jan., n. 303, 1994.

SILVA, J. A. Microrganismos patogênicos em carne de frango. **Rev. Higiene Alimentar, São Paulo**, n. 58, p. 1-5, out., 1998.

SILVA, J. A. A sanitização da carne com ácidos orgânicos. Parte I. **Rev. Higiene Alimentea**, São Paulo, v. 13, n. 60, p. 55-62, mar., 1999.

SILVA, J. A.; BERAQUET, N. J. Extensão da vida de prateleira do “tensor da fáschia lata” da carcaça bovina. **Rev. Ciênc. e Tecnol. de Alim.**, v. 13, p. 94-102, 1993.

SILVA, J. A.; BERAQUET, N. J. Redução da contaminação inicial da carne bovina pela sanitização com ácidos orgânicos. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 15, n. 2, p. 127-142, jul/dez., 1997.

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, p.19-26, 2001.

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

SILVEIRA, Expedito T. FACCO. **O Bem Estar Animal e a Industrialização da Carne Suína**. In : SIMPÓSIO INTERNACIONAL “O BEM ESTAR DOS ANIMAIS DESTINADOS À PRODUÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS”, 11, 1996. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

SMALL, A.; BUNCIC, S. **An evolution of select methods for decontamination of cattle hides prior to skinning**. University of Bristol, Depto of Clinical Veterinary Science, Division of Form Animal Science, Longford, Bristol, 2002.

SMULDERS, F. J. M.; BARENDSSEN, P.; VAN LOGTESTIJN, J. G.; MOSSEL, D. A. A. & VAN DER MAREL, G. M. Review Lactic Acid: considerations in favours of its acceptance as a meat decontaminant. **Journal of Food Technology**, 21: 419-436. 1986.

SNIJDERS, J. M. **Good manufacturing practices slaughter lines**. Frankfurt, v. 68, n. 6, p. 753-756, 1988.

SOCCOL, M. C. H. **Otimização da vida da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração**. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba/SP 2002.

STRYDOM, P. E.; BUYS, E. M. The Effects of spray-chilling on carcass mass loss and surface associated bacteriology. **Meat Science**, 39: 265-276, 1995.

TAYLOR, *et. al.* Improving pork quality by electrical stimulation or pelvic suspension of carcasses. **Meat Science**, 32: 161-171. 1995.

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

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998, 216 p.

TORRES, E. A. F. S. Oxidação lipídica em carnes: uma revisão. **Bol. Soc. Bras. Cienc. Tecnol.**, 22: 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.

TROEGER, K.; WOLTERSDORF, W. Gas Anesthesia of slaughter pigs stunning trials under laboratory conditions with fattening pigs of known halothane reaction types: meat quality, animal welfare aspects. **Fleischwirtschaft**, v. 71, p. 137- 138, 1991.

URBAIN, W. M. A boa conservação da carne em armazenagem. **Rev. Nac. da Carne**, v. , n. , p.15-37, 1994.

UNRUH, L. D.; MONTGOMER, V. T. H.; GARCIA, L. G.; BROWN, M. **The effect of spray-chilling on beef carcass coolers, beef whole sole cut purge, and beef retail, cut cooking losses**. Division of Agriculture, West Texas A & M University, Canyon, 2002.

VALSECHI, O. A. Noções básicas de tecnologia de carne. **Noções Básicas de Tecnologia de Carne**. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural. Araras, SP, 2001.

VAN DER MAREL, G. M.; VAN LOGTESTIJN, J.G.; MOSSEL, D. A. A. Bacteriological quality of broiler carcasses as affected by in-plant lactic acid decontamination. **International Journal of Food Microbiology**, v. 6, p. 31-42, 1988.

VAN DER MAREL, G. M.; DE VRIES, A. W.; VAN LOGTESTIJN, J. G.; MOSSEL, D. A. Effect of lactic acid treatment during processing on the sensory quality and lactic content of fresh broiler chickens. **International Journal of Food and Technology**, v.24, p.11-16, 1989.

VAN DER WALL, P. G.; ENGEL, B.; VAN BEEK, G.; VEERKOMP, C. H. Chilling pig carcasses: Effects on temperature, weight loss and ultimate meat quality. **Meat Science**, 40: 193-202, 1995.

VARNAN, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y producto carnicos – Tecnologia, Química y Microbiología**. Zaragoza: Acribia, 1998, 423 p. 1998.

WANG, F. S.; JLANG, Y. N.; LIN, C. W. Lipid and cholesterol oxidation in Chinese-style sausage using vacuum and modified atmosphere packaging. **Meat Science**, 40: 93-101, 1995.

WEBER, M. G.; ANTIPATIS. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína – Nov/dez 2001**, via internet, Acesso outubro de 2003.

WILLIAMS, J. C.; FIELD, R.A.; MILLER, G. J. & WELKE, R. A. Evolution of TBA Methods for Determination of Lipid Oxidation in Red Meat from Four Species. **Journal of Food Science**, v. 48, n. 6, p. 1776-1778, 1782, 1983.

WILSON, B. R.; PEARSON, A. M.; SHORLAND, F. B. Effect of total lipids and phospholipids on warner-over flavor in red and white muscle from several species as measured by thiobarbituric acid analyses. **J. Agric Food Chem.**, n. 24, p. 7-11, 1976.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Carcaças suínas na câmara de resfriamento**A****B****C****D****A e B) Entrada da câmara de resfriamento;****C e D) Dentro da câmara de resfriamento**

APÊNDICE B – Sala de corte e desossa**A****B****C****D**

- A)** Entrada das carcaças na sala de corte e desossa;
- B)** Serra para corte das carcaças suínas, primeiro corte;
- C)** Separação de cortes suínos;
- D)** Embalagem.

APÊNDICE D – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “in natura” – Teste pareado

Análise Sensorial – Tratamentos

Produto:

Data:

Analista:

Produto “In natura”

Você está recebendo duas amostras de produto, indique sua preferência considerando os parâmetros abaixo:

	Não notou diferença	485	720
Cor			
Odor			
Aparência			
	Não notou diferença	730	540
Cor			
Odor			
Aparência			
	Não notou diferença	320	220
Cor			
Odor			
Aparência			

Comentários:

**APÊNDICE E – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “cozido”
– Teste pareado**

Análise Sensorial – Tratamentos

Produto:

Data:

Analista:

Produto Assado – Pareado Simples

Você está recebendo duas amostras de produto, indique sua preferência considerando os parâmetros abaixo:

	Não notou diferença	485	720
Cor			
Odor			
Sabor			
Textura			
Aparência			

	Não notou diferença	730	540
Cor			
Odor			
Sabor			
Textura			
Aparência			

	Não notou diferença	320	220
Cor			
Odor			
Sabor			
Textura			
Aparência			

Comentários:

**APÊNDICE F – Ficha de análise sensorial correspondente ao produto “cozido”
– Teste triangular**

Análise Sensorial – Tratamentos

Produto:

Data:

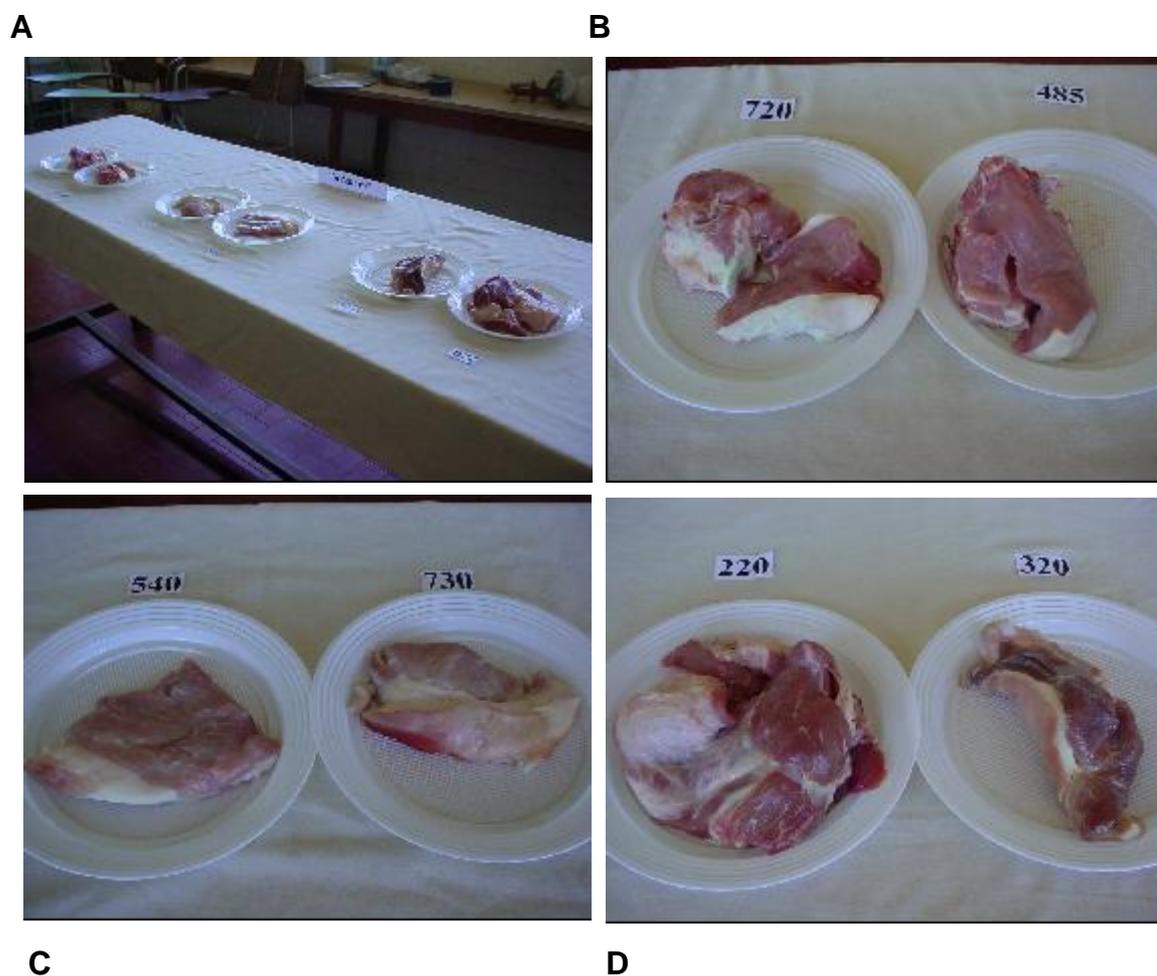
Analista:

Produto Assado – Teste Triangular

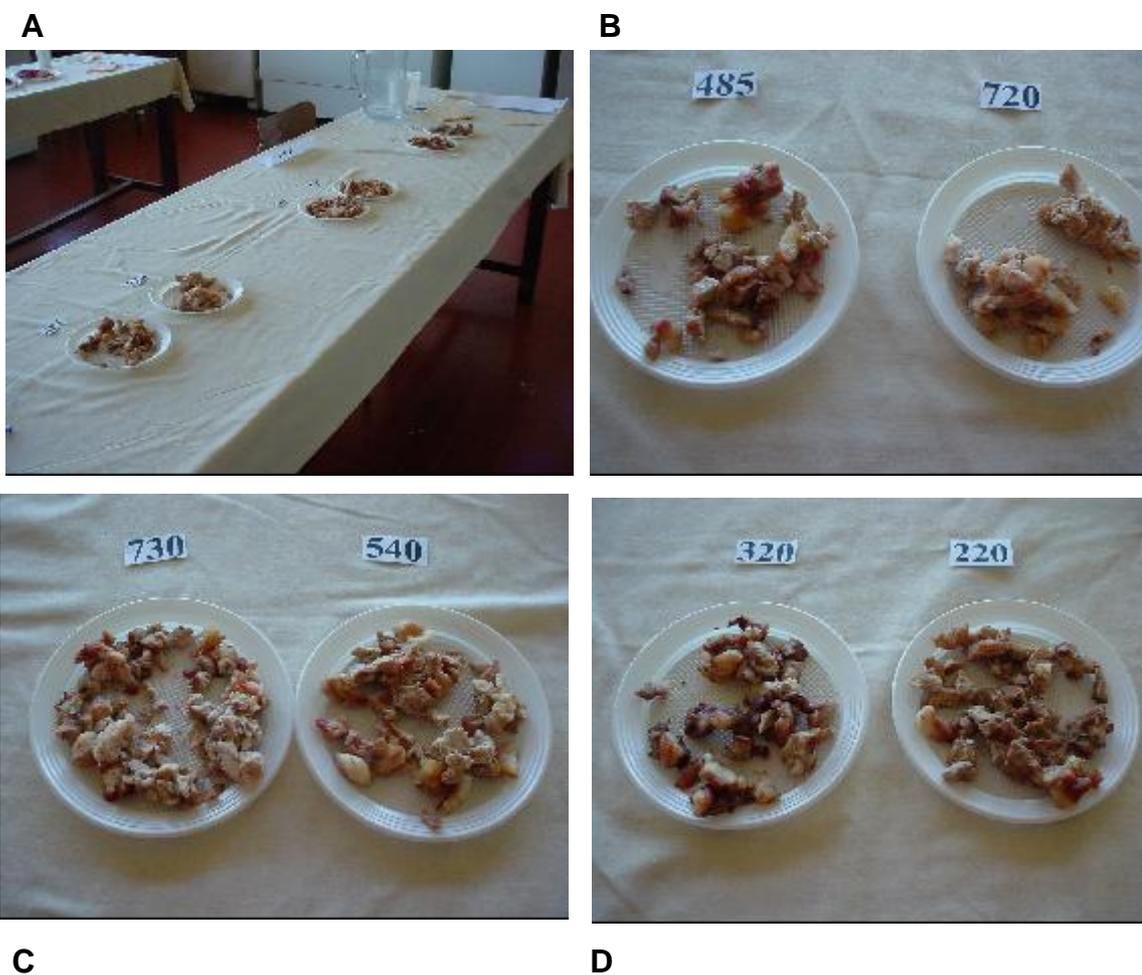
Em cada grupo de amostras apresentadas, duas são iguais e uma é diferente. Deguste cuidadosamente cada uma das amostras, na ordem em que estão sendo apresentadas, e faça um círculo em volta da amostra diferente:

		Código da amostra		
I	Não notou diferença	928	479	110
II	Não notou diferença	171	836	245
III	Não notou diferença	352	563	684

Comentários:

APÊNDICEG – Análise sensorial da carne suína “in natura” – Teste pareado

- A)** Mesa de análise sensorial com os cortes “*in natura*” carré, pernil, e paleta controle e tratamento;
- B)** Carré tratamento – 720,
Carré controle – 485;
- C)** Pernil tratamento – 540,
Pernil controle - 730;
- D)** Paleta tratamento – 220,
Paleta controle – 320.

APÊNDICE H – Análise sensorial da carne suína “assada” – Teste pareado

- A)** Mesa de análise sensorial dos cortes assados de carré, pernil e paleta controle e tratamento;
- B)** Carré controle – 485,
Carré tratamento – 720;
- C)** Pernel controle – 730,
Pernel tratamento – 540;
- D)** Paleta controle – 320,
Paleta tratamento – 220.

APÊNDICE I – Análise sensorial da carne suína “assada” – Teste triangular



- A)** Mesa de análise sensorial dos cortes pernil, paleta e carré assados e submetidos ao teste triangular de sabor;
- B)** Grupo I – Pernil controle – 479,
 Pernil controle – 928,
 Pernil tratamento – 110;
- C)** Grupo II – Paleta tratamento – 836,
 Paleta controle – 171,
 Paleta controle – 245;
- D)** Grupo III – Carré controle – 684,
 Carré tratamento – 352,
 Carré controle – 563.