

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES**
URI – CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

FERNANDA CAROLINE LINDNER

**REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL DE CARCAÇAS SUÍNAS
COM APLICAÇÃO DE VAPOR NO CHUVEIRO FINAL**

ERECHIM, RS – BRASIL

AGOSTO DE 2018

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES**

URI – CAMPUS DE ERECHIM

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL DE CARCAÇAS SUÍNAS
COM APLICAÇÃO DE VAPOR NO CHUVEIRO FINAL**

FERNANDA CAROLINE LINDNER

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

ERECHIM, RS – BRASIL

AGOSTO DE 2018

REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO SUPERFICIAL DE CARÇAÇAS SUÍNAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE VAPOR NO CHUVEIRO FINAL

Fernanda Caroline Lindner

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Comissão julgadora:

Prof. Rogério Luis Cansian, D.Sc.
Orientador (URI Erechim)

Prof. Alexander Junges, D.Sc.
Orientador (URI Erechim)

Prof^a. Morgana Karin Pierozan, D.Sc.
(IDEAU Getulio Vargas)

Prof^a. Geciane Toniazzo Backes, D.Sc.
(URI Erechim)

Erechim, 2018

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

Dedico ao meu avô Etelvino, a minha avó Irde (*In memoriam*), a minha mãe Sidnéia, ao meu irmão Luiz e ao meu marido Deividi. Por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente e especialmente, a Deus, por me iluminar e me acompanhar em todos os momentos da minha vida.

A minha família e meus amigos por todo o carinho, amor e dedicação. Em especial a minha mãe Sidnéia, que nunca mediu esforços para que eu realizasse os meus sonhos. Ao meu marido Deividi pela compreensão e ajuda sempre que precisei.

Aos professores do Programa de Pós graduação em Engenharia de Alimentos pelos ensinamentos e conhecimentos repassados, que foram de extrema importância para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos membros da banca pela compreensão e colaboração através de correções, sugestões e comentários.

Aos meus orientadores Rogério Cansian e Alexander Junges, pelo incentivo e orientação, para a conquista de bons resultados no desenvolvimento deste estudo.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram e fizeram da minha jornada um caminho leve e prazeroso para a realização deste estudo.

Meus mais sinceros agradecimentos!

Resumo da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Redução da contaminação superficial de carcaças suínas através da aplicação de vapor no chuveiro final

Fernanda Caroline Lindner

Agosto/2018.

Orientadores: Dr. Rogério Luis Cansian

Dr. Alexander Junges

Atualmente, o mercado consumidor busca por produtos com alta qualidade e segurança alimentar. Micro-organismos estão presentes em toda a cadeia de produção da carne desde o animal vivo no campo até o produto final, e cabe aos programas de qualidade identificar tais perigos para garantir um produto seguro para o consumidor. Neste sentido, faz-se necessário o uso de alternativas para descontaminação de carcaças com o intuito de complementar os tratamentos utilizados pela indústria de processamento de alimentos. O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia do uso da lavagem de carcaças suínas com calor úmido em forma de vapor utilizando diferentes pressões e tempo de lavagem. Especificamente, determinar se esse tratamento é eficaz na redução de contagem de bactérias mesófilas na superfície das carcaças, antes e após o chuveiro de lavagem final, antes do resfriamento. Simultaneamente, também foi avaliada a cor da carne após 24 horas de resfriamento. Os dados microbiológicos foram submetidos à análise de variância, seguidas pelo teste de Duncan, para comparar as médias dos resultados com nível de significância de 5%. Os experimentos foram realizados utilizando os valores de 3, 4 e 5 kgf/cm² de pressão de vapor e 10, 15 e 20 segundos de tempo de lavagem. No geral, tanto a pressão do vapor como o tempo de lavagem foram positivos para a redução da contagem microbiana na superfície das carcaças. Com relação à redução de mesófilos, nota-se que a interação entre a pressão e o tempo de lavagem gerou um efeito significativo negativo. Através dos dados obtidos percebe-se que o tempo de lavagem exerce maior influência sobre a redução microbiana do que a pressão do vapor. No que diz respeito à cor da carne nenhum dos tratamentos promoveu alterações da cor.

Palavras-chave: suínos, descontaminação microbiana, tempo, pressão, alternativa tecnológica.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

Reduction of surface contamination of swine casings through the application of steam in the final shower

Fernanda Caroline Lindner

August 2018.

Mentors: Dr. Rogério Luis Cansian

Dr. Alexander Junges

Currently, the consumer market is looking for products with high quality and food safety. Microorganisms are present throughout the meat production chain from the live animal in the field to the final product, and it is up to quality programs to identify such hazards to ensure a safe product for the consumer. In this sense, it is necessary to use decontamination alternatives in order to complement the treatments used by the food processing industry. The objective of this study was to verify the efficacy of the use of swine carcass washing with wet heat in the form of steam using different pressures and washing time. Specifically, determine whether such treatment is effective in reducing counts of mesophilic bacteria on the surface of the carcasses, before and after the final wash shower, before cooling. Simultaneously, the color of the meat was also evaluated after 24 hours of cooling. The microbiological data were submitted to analysis of variance, followed by the Duncan test, to compare the means of the results with significance level of 5%. The test was performed using the values of 3, 4 and 5 kgf / cm² of vapor pressure and 10, 15 and 20 seconds of washing time. In general, both the vapor pressure and the wash time were positive for the reduction of the microbial count on the surface of the carcasses. With regard to the reduction of mesophiles, it is noted that the interaction between pressure and wash time generated a significant negative effect. By means of the obtained data it is noticed that the washing time exerts more influence on the microbial reduction than the vapor pressure. Regarding the meat color, none of the treatments promoted color changes.

Key-words: pigs, microbial decontamination, time, pressure, technological alternative

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. Panoramas da Carne Suína	14
3.2. Qualidade da Carne Suína	16
3.3. Perfil Microbiológico de Carcaças Suínas	17
3.3.1. Micro-organismos Indicadores de Qualidade	18
3.3.2. Micro-organismos Mesófilos	19
3.4. Programas de pré-requisitos para obtenção de qualidade do processo produtivo na indústria	20
3.4.1. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle	20
3.5. Métodos de Descontaminação Microbiológicas	21
3.5.1. Uso de Calor na Descontaminação de Carcaças	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. Fluxograma do processo de abate de suínos e localização do ponto de coleta das amostras	24
4.2. Preparação e coleta de amostras	26
4.2. Delineamento Experimental	29
4.2.1. Efeitos da pressão do aspersor e do tempo de contato com o vapor na redução microbiana	29
4.3. Análises Microbiológicas	30
4.3.1. Contagem de Mesófilos	30
4.4. Cor do Músculo	31
4.5. Análise Estatística	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1. Avaliações da contagem de bactérias mesófilas nas carcaças	32
5.2. Avaliação da coloração da carne	36
6. CONCLUSÃO	39
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	39
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção mundial (mil toneladas) de carne suína	14
Figura 2. Consumo mundial (mil toneladas) de carne suína.	15
Figura 3. Produção brasileira (%) de carne suína.....	15
Figura 4. Fluxograma do processo de abate de suínos onde os experimentos foram realizados e pontos de coleta de amostras.	25
Figura 5. Modelo de swab de carcaça utilizado para coleta de amostras.	26
Figura 6. Pontos de coleta de swabs na carcaça suína.....	27
Figura 7. Procedimento de colheita de amostras em carcaças suínas.	28
Figura 8. Passagem das carcaças pelo chuveiro de lavagem	30
Figura 9. Escala de cor da carne suína	31
Figura 10. Gráfico de Pareto com efeitos estimados das variáveis estudadas no planejamento experimental 2 ² , para contagem de bactérias mesófilas em carcaças suínas.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões Microbiológicos de Carcaças Suínas para União Européia...17	17
Tabela 2 - Padrões Microbiológicos de Carcaças Suínas pela legislação brasileira.	18
Tabela 3 - Planejamento Fatorial 2 ² com os diferentes níveis de pressão de vapor do chuveiro e tempo de lavagem das carcaças suínas	29
Tabela 4 - Matriz do planejamento fatorial 2 ² , respostas das contagens inicial e final de mesófilos e as respostas das reduções de percentuais do logaritmo de contagem de bactérias mesófilas (% log UFC/cm ²) em carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.	32
Tabela 5 - Matriz do planejamento fatorial 2 ² , respostas das contagens inicial e final de mesófilos das reduções de percentuais da contagem de bactérias mesófilas (%UFC/cm ²) em carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.....	34
Tabela 6 - Matriz do planejamento fatorial 2 ² e as respostas das avaliações qualitativas da cor da carne de carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.	37

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é a proteína mais consumida mundialmente. De acordo com as estatísticas mundiais de 2017 o Brasil produziu 3.725 mil toneladas de carne suína, das quais 786 mil toneladas foram exportadas, ocupando o 4º lugar mundial em produção e exportação de carne suína em 2017 (EMBRAPA, 2018).

Santa Catarina ocupa o primeiro lugar no ranking nacional de produção, com 26,86%, seguido do Paraná com 21,65% e Rio Grande do Sul com 19,01%. Além disso, o estado de Santa Catarina exportou em 2017, 281 mil toneladas de carne suína, correspondente a 40,28% das exportações brasileiras (EMBRAPA, 2018).

A segurança alimentar é o requisito básico para prospecção no mercado internacional de carne suína. Existem diversas fontes de contaminação em carcaças, e a probabilidade de acontecer em uma planta de abate se torna muito ampla, seja por bactérias deteriorantes e até mesmo por micro-organismos patogênicos (CATTANI et al., 2013). Isso porque, a composição química da carne favorece o crescimento microbiano, que muitas vezes chega a níveis inaceitáveis no que tange os padrões microbiológicos exigidos, que em consequência contribuem para sua deterioração e comprometem sua segurança alimentar (BOLDRIN, 2012).

As contaminações provêm na maioria dos casos da higiene dos equipamentos utilizados na planta, dos manipuladores e até mesmo do próprio ambiente de processamento (SOFOS e GEORMNARAS, 2010).

Estudos realizados por Tompkin et al. (2001) e Serraino et al., (2012), demonstram que a contagem microbiana de carcaças recém abatidas é proveniente da própria pele dos animais e até mesmo de contaminações por falhas de processo, como é o caso da contaminação gastrointestinal, e que a maioria das bactérias encontradas são mesófilas

O número de micro-organismos mesófilos (contagem em placa) é o indicador microbiológico mais utilizado pois nos fornece informações de que, limpeza, desinfecção, controle de temperaturas, transporte e armazenamento foram realizados corretamente, prolongando o “*shelf-life*” do produto (ICMSF, 2005). No Brasil a Circular 130/2007 define como padrão microbiológico de carcaças suínas

para contagem de aeróbios Mesófilos (log UFC/cm²) como nível aceitável a contagem de < 3,70 e inaceitável contagem de ≥ 5,00 (BRASIL, 2007)

Neste ponto de vista, o Decreto 9.013 de 29 de março de 2017, estabelece como programas higiênicos sanitários de pré-requisito, BPF (Boas Práticas de Fabricação), PPHO (Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional) e APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), com vistas a assegurar a inocuidade, identidade, qualidade e integridade dos produtos (BRASIL, 2017).

Contudo, sistemas de produção de carnes suínas e derivados ainda enfrentam problemas de contaminação, tanto das carcaças em frigoríficos como dos suínos produzidos a campo (FERRAZ et al., 2004). Um ponto de grande relevância está no fato de que, o processo de abate abrange etapas de controle que podem levar a uma diminuição dos níveis de contaminação microbiana, porém não possui nenhuma etapa de controle capaz de eliminar completamente a carga microbiana presente (LIMA et al., 2004).

Neste sentido a validação de resultados positivos em linhas de abate através do uso de métodos alternativos que contribuam para redução microbiana de carcaças, como deste estudo, podem se tornar viáveis e contribuir para a segurança dos alimentos produzidos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi estudar a redução da contaminação microbiológica de carcaças de suínos através de descontaminação física com aplicação de vapor.

2.2. Objetivos específicos

- Mensurar os níveis de micro-organismos indicadores de qualidade e higiene (contagem de mesófilos) nas amostras de carcaças suínas antes e após a aplicação de calor úmido através do uso de um chuveiro a vapor;
- Avaliar a influência da tecnologia aplicada na coloração das carcaças.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

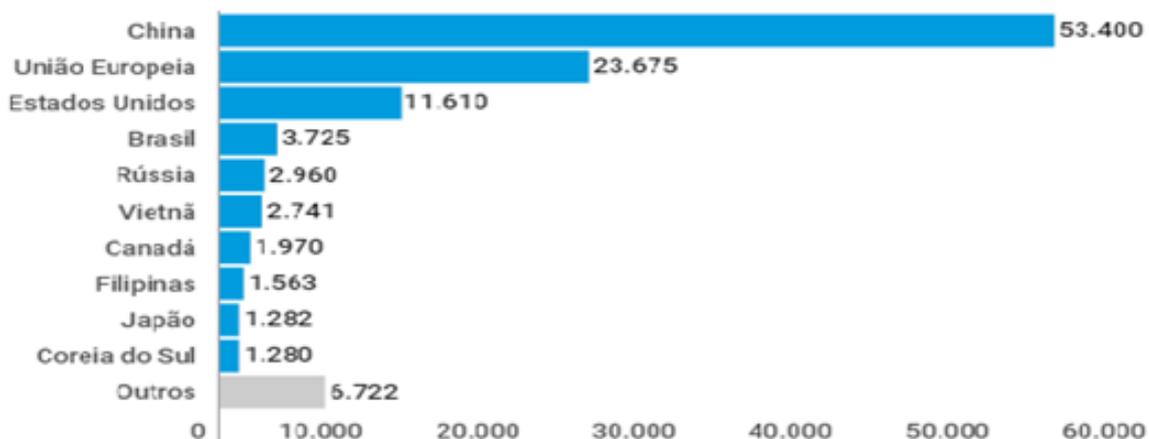
Neste item será abordada a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento deste trabalho, apresentando tópicos sobre o panorama da carne suína, qualidade da carne suína, perfil microbiológicos de carcaças suínas, programas de pré-requisitos e métodos de descontaminação microbiológicas.

3.1. Panoramas da Carne Suína

A carne suína é uma proteína animal utilizada em diversos produtos processados com agregação de valor, movimentando uma longa cadeia produtiva (ODA, 2004).

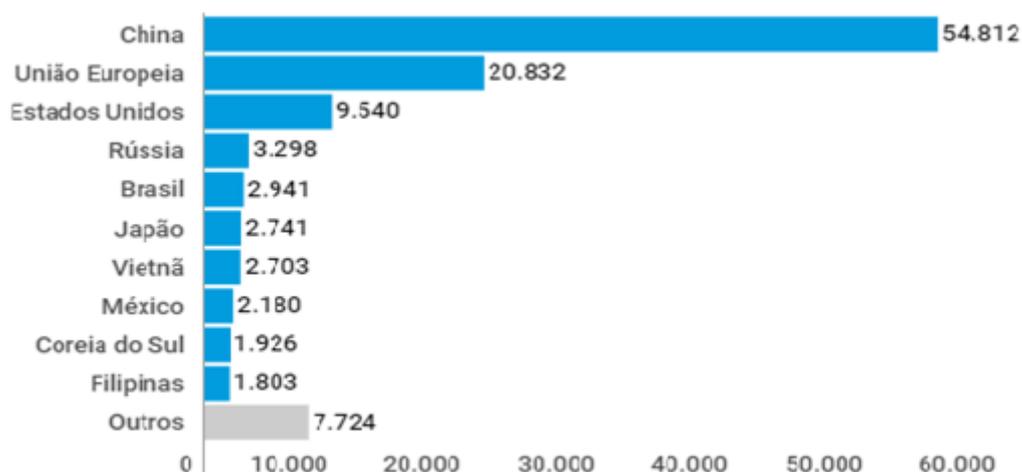
Os cinco maiores produtores de carne suína são China (53.400 mil toneladas), União Europeia (23.675 mil toneladas), Estados Unidos (11.610 mil toneladas) e Brasil (3.725 mil toneladas), sendo que os três maiores produtores são também os maiores consumidores, seguidos pela Rússia, conforme demonstrado através das Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1. Produção mundial (mil toneladas) de carne suína



Fonte: EMBRAPA (2018)

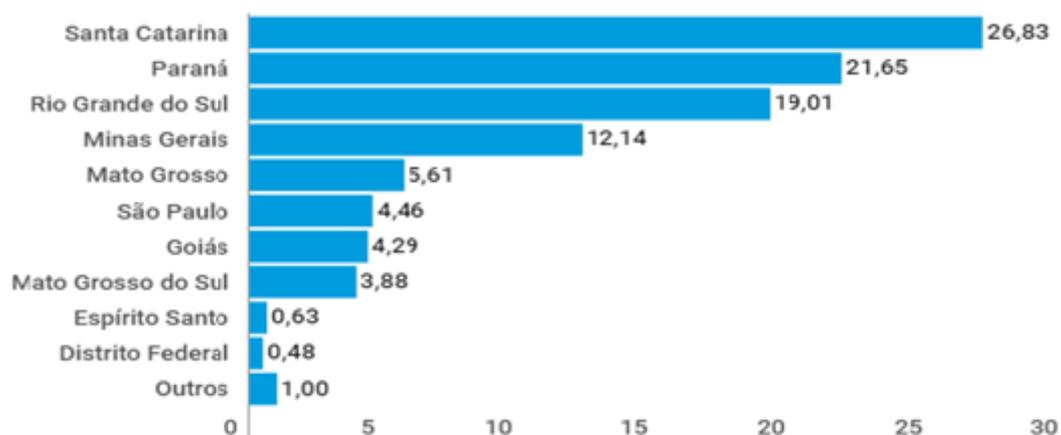
Figura 2. Consumo mundial (mil toneladas) de carne suína.



Fonte: EMBRAPA (2018)

A indústria de carnes no Brasil vem se desenvolvendo aceleradamente nos últimos anos. Através da Figura de 3 nota-se que a concentração regional da produção de carne suína está no Sul, responsável, em 2017, por 67,49% dos abates com algum tipo de fiscalização (EMBRAPA, 2018).

Figura 3. Produção brasileira (%) de carne suína.



Fonte: EMBRAPA (2018)

Quanto ao consumo interno, a carne suína é a terceira mais consumida no país, sendo o mercado interno o principal destino da produção do setor,

respondendo por cerca de 85% da demanda. A média de consumo nacional é semelhante à mundial, em torno de 15 kg/per capita/ano, e tem crescido nos últimos dez anos, quando saiu de 11,6 para os atuais 15,1 (EMBRAPA, 2018).

O Brasil tem exportado, nos últimos anos, aproximadamente 15% de sua produção, dos quais cerca de 80%, em volume, em cortes resfriados ou congelados para os cinco continentes e mais de setenta países, sendo Rússia (45%) e Hong Kong (23%) os principais destinos em 2015 (USDA, 2016).

Diante de tais estatísticas e da abertura de mercados entre 2015 e 2017 as perspectivas de produção de carne suína no Brasil são positivas.

3.2. Qualidade da Carne Suína

A carne suína é rica em nutrientes e proteínas, tornando-a umas das principais fontes proteicas e nutricionais na cadeia alimentar. O aumento na produção gera uma preocupação com a segurança alimentar, visto que, os alimentos são veiculadores a doenças que representam riscos à saúde pública. Dentre as doenças transmitidas por alimentos (DTA's) de origem animal, as carnes ocupam o segundo lugar (OMS, 2002).

Tompkin et al. (2001), relatam que a contagem microbiana das carcaças recém abatidas variam entre 10^2 e 10^3 UFC/cm², dependendo do local onde é realizada a amostragem essa contaminação pode variar entre 10^4 a 10^9 UFC/cm², sendo encontradas principalmente bactérias mesófilas, que são originárias do trato gastrointestinal do animal e da própria pele (SERRAINO et al., 2012).

Na tentativa de melhorar a qualidade da carne e reduzir a contagem microbiana, indústrias têm aprimorado cada vez mais o seu processo tecnológico no que diz respeito aos fatores extrínsecos que tem influência sobre a qualidade, tais como, o bem estar animal, as condições higiênico-sanitárias do abate e produção, o acondicionamento dos produtos e o transporte (SARCINELLI et al., 2007).

As propriedades da carne fresca, citando características importantes como, retenção de água, cor, textura, sabor e aroma determinam sua utilidade para o comerciante, a atração para o consumidor e a adequação para processamento (ROÇA, 2000). É essencial que esta aparência se mantenha próxima dos níveis

ótimos que são desejáveis para cada produto (BELL et al., 1986; DUBAL et al., 2004).

3.3. Perfil Microbiológico de Carcaças Suínas

O comércio internacional de alimentos é regulamentado por legislações que asseguram a qualidade e segurança alimentar. Tais regulamentações implicam na necessidade de implementação, revisão e monitoramento dos planos de APPCC por parte dos abatedouros em seus processos (BRASIL, 2003).

Com o intuito de verificar e avaliar os critérios de higiene no processo, a União Europeia, através do regulamento EC 2073/2005 define os padrões microbiológicos para carcaças suínas. O programa de monitoramento consiste em coletar amostras da superfície das carcaças, após o término das operações de abate e antes da etapa de resfriamento. Dentre os micro-organismos avaliados, pode-se citar: *Salmonella* spp., Aeróbios Mesófilos e Enterobacteriaceae. São coletados dois ciclos de amostragem por ano, compostos por 50 amostras (EC, 2005). Os padrões são listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Padrões Microbiológicos de Carcaças Suínas estabelecidos pela União Europeia.

Parâmetro Avaliado	Aceitável	Marginal	Inaceitável
<i>Salmonella</i> spp.	n=50 c ≤ 5	-	n=50 c > 5
Aeróbios Mesófilos (log UFC/cm ²)	< 4,00	4,00 a 5,00	> 5,00
Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²)	< 2,00	2,00 a 3,00	> 3,00

Fonte: REGULAMENTO EC 2073/2005.

Os resultados devem ficar dentro dos parâmetros aceitáveis. No caso de resultados situados na região entre aceitável e marginal, indica que o processo apresenta tendências a desvios, já para resultados inaceitáveis admite-se o descontrole do processo (EC, 2005).

No Brasil a Resolução RDC 12/2001, estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), define como padrão microbiológico para carcaças ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de amostra (BRASIL, 2001). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), também definiu padrões microbiológicos para carcaças suínas através da Circular 130/2007/CGPE/DIPOA.

Esta circular visa padronizar os procedimentos adotados para atender os requisitos microbiológicos da União Europeia. A circular traz como padrões para avaliação presença de *Salmonella*, contagem de mesófilos e enterobacteriaceae e estipula um plano de amostragem semestral, composto por 50 amostras (BRASIL, 2007). Tais padrões e parâmetros estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Padrões Microbiológicos de Carcaças Suínas pela legislação brasileira.

Parâmetro Avaliado	Aceitável	Marginal	Inaceitável
<i>Salmonella</i> spp.	n=50 c ≤ 5	-	n=50 c > 5
Aeróbios Mesófilos (log UFC/cm ²) *	< 3,70	≥ 3,70 < 5,00	≥ 5,00
Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²) *	< 2,30	≥ 2,30 < 3,30	≥ 3,30

* Padrões foram convertidos para log UFC/cm²

Fonte: Circular 130/2007/CGPE/DIPOA

Da mesma forma como prevê a EC (2005), os resultados devem ficar dentro dos parâmetros aceitáveis, entre aceitável e a marginal cabe intensificar o monitoramento, pois indica uma tendência a desvios e padrões dentro de limites inaceitáveis indicam a perda de controle do processo (BRASIL,2007).

3.3.1. Micro-organismos Indicadores de Qualidade

A utilização de indicadores higiênicos sanitários visa a avaliar a qualidade do alimento. Micro-organismos indicadores, de acordo com Franco e Landgraf (2005), são grupos ou espécies de micro-organismos que podem fornecer informações sobre contaminação de origem fecal, presença de patógenos ou deteriorantes, indicando também condições sanitárias durante processamento, produção ou armazenamento do produto alimentício.

De acordo com a International Commission on Microbiological Specification for foods, micro-organismos indicadores de qualidade podem ser divididos em dois grupos, tais quais, micro-organismos que não oferecem riscos diretos à saúde, a saber: contagem de mesófilos, contagem de psicotróficos e termófilos, contagem de bolores e leveduras, e micro-organismos de baixo risco ou indireto a saúde, a saber: coliformes totais, coliformes fecais, enterococcus, enterobactérias totais e *Escherichia coli* (ICMFS, 2005).

Para Forsythe (2002), um micro-organismo indicador de qualidade deve apresentar algumas características, como ser detectado de forma rápida e prática, possuir um histórico de associação com patógeno, se apresentar em concentrações relacionáveis com a quantidade do patógeno de interesse, possuir características e taxas de crescimento equivalentes às do patógeno e taxa de mortalidade similar à do patógeno.

3.3.2. Micro-organismos Mesófilos

A contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos é utilizada como indicador da população bacteriana em uma amostra. Trata-se de uma análise genérica, utilizando Agar com nutrientes apropriados para o crescimento de micro-organismos mesófilos, formando colônias (APHA, 2001).

Existem muitos métodos que podem ser utilizados para detecção quantitativa e qualitativa de micro-organismos em alimentos. A escolha de qual método depende do tipo de alimento, do propósito específico da análise e tipo de micro-organismo. Vale salientar que estes métodos sejam preferencialmente reconhecidos por órgãos regulatórios (FRANCO e LANGRAF, 1996).

Segundo Franco e Landgraf (2005) os micro-organismos aeróbios mesófilos representam a qualidade microbiológica dos alimentos, pois sua presença proporciona uma ideia sobre o tempo de vida útil, apontando matérias-primas contaminadas ou processamento insatisfatório do ponto de vista sanitário, bem como, tempo e temperatura inadequados durante produção ou armazenamento. Além do que, grande número de bactérias patogênicas de origem alimentar é mesófilo e uma contagem elevada de mesófilos indica que existem condições favoráveis para o aparecimento e multiplicação desses patógenos.

O monitoramento de aeróbios mesófilos pode ser usado com sucesso para monitorar a qualidade sanitária, aceitabilidade organoléptica, aplicação de boas práticas de fabricação e, em menor extensão, como indicador de segurança alimentar. No que tange a utilização como indicador de segurança alimentar, a contagem de aeróbios mesófilos torna-se limitada, uma vez que o método não fornece evidências da presença de patógenos ou toxinas (APHA, 2001).

3.4. Programas de pré-requisitos para obtenção de qualidade do processo produtivo na indústria

De acordo com a NBR ISSO 22000:2006, programas de pré-requisitos são condições básicas e atividades necessárias para se manter um ambiente higiênico sanitário ao longo do processo e garantir a inocuidade dos produtos. Esses programas incluem elementos descritos como Boas Práticas de Fabricação (BPF), que são obtidos através de programas de autocontrole, a saber: manutenção das instalações e equipamentos, águas de abastecimento, águas residuais, controle integrado de pragas, procedimentos padronizados de higiene pré-operacional e operacional, higiene e saúde dos colaboradores, procedimentos sanitários das operações entre outros (ABNT, 2006).

Programas de pré-requisitos (PPRs) são a primeira etapa para obtenção de qualidade em estabelecimentos que processam e manipulam alimentos, pois eles proporcionam a criação de um ambiente favorável para produção de alimentos seguros e são necessários para implementação do programa de APPCC (WALLACE & WILLIAMS, 2001).

3.4.1. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

No Brasil o programa de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) foi instituído pela Circular nº 369/DIC/DIPOA de 02 de junho de 2003. É um sistema de análise que identifica perigos específicos, sejam eles químicos físicos ou biológicos e descreve as medidas preventivas e corretivas para seu controle, com o objetivo de assegurar a inocuidade dos alimentos (BRASIL, 2003).

É considerado PCC mínimos de abate a contaminação da carcaça por fezes, ingesta ou leite, e que “não há limite de tolerância para a presença de fezes, ingesta ou leite nas carcaças”, descrevendo com o limite a ausência de contaminação gastrointestinal e biliar nas carcaças, citando como ação corretiva a retirada da parte contaminada através do corte (BRASIL, 2003).

Para Delhalle et al. (2008), a evisceração constitui uma das principais fontes de contaminação microbiana durante o processo de abate. Esta contaminação provém das bactérias presentes no trato gastrointestinal dos animais. Em vários

estudos o aumento dos níveis de *Salmonella* e *E. coli* estão associados com esta etapa do processo. Buncic e Sofos (2012) citam como pontos críticos de controle genéricos no processo de abate de suínos a escaldagem, evisceração, resfriamento e a expedição.

De acordo com Zweifel, Fisher e Stephan (2008), dados provenientes de análises microbiológicas são necessários para o funcionamento de um plano de APPCC, tanto para a sua implementação como para sua manutenção. Assim, os dados microbiológicos servem para embasar medidas apropriadas na avaliação dos riscos do processo. Para avaliação das condições higiênicas do processo no geral a contagem de bactérias aeróbias pode ser realizada (GHAFIR et al., 2008).

3.5. Métodos de Descontaminação Microbiológicas

Para Cattani (2012), melhorar a qualidade microbiológica dos alimentos através de constantes melhorias no processo tecnológico torna-se insuficiente se for usada tão somente para garantir que doenças de cunho alimentar cheguem ao consumidor, tendo em vista que, nem sempre tais melhorias são capazes de garantir a ausência de patógenos. É preciso garantir a efetividade das boas práticas de higiene e fabricação além de manter rigorosamente implementada a Análise de Pontos Críticos de Controle (APPCC), para que tais melhorias alcancem seu objetivo de garantir a segurança biológica dos alimentos e complementar os programas de autocontrole das indústrias.

De acordo com Yalçın et al. (2001), a importância e preocupação de indústrias que manipulam carnes, quanto a contaminação das carcaças por micro-organismos, vem instigando a procura por métodos que minimizem ou previnam essa contaminação, tendo em vista um produto seguro, com qualidade e que não ofereça riscos à saúde pública.

Diversas são as alternativas propostas que visam à descontaminação de carcaças no abate, tais como: imersão, lavagem e/ou aspersão em soluções químicas e aplicação de meio físico de controle (calor úmido ou seco) na carcaça (CATTANI et al., 2012).

No Brasil, tratamentos químicos em processos de descontaminação microbiana de carcaças foram suspensos no ano de 2004, quando houve a possibilidade de exportação de carcaças suínas para União Europeia (UE). A União

Europeia, através da sua legislação (regulamento CE nº 853/2004), veta esta prática e estabelece regras específicas de higiene a gêneros alimentícios de origem animal, no artigo 3º sobre as obrigações gerais, menciona que “os operadores das empresas do setor alimentício não podem utilizar nenhuma substância além de água potável para remover qualquer eventual contaminação da superfície dos produtos de origem animal” (BRASIL, 2007; EC, 2004).

No Canadá, o toailete é realizado após a ducha de lavagem e antes do sistema de resfriamento, mas em diversos outros países o procedimento padrão é a lavagem da carcaça antes do resfriamento. Enquanto na Europa o uso de tratamentos químicos é vetado em países como Estados Unidos da América tais métodos são aprovados (KEMP et al., 2001; BOLDER, 1997).

Diante das legislações brasileiras, a portaria 711 de 1995 determina que existam três chuveiros na sala de matança de suínos, o primeiro localizado logo após a sangria, o segundo na saída da chamada zona suja e o terceiro após a plataforma da retirada do “unto” antes do resfriamento. Estes chuveiros devem ser construídos na forma de Box metálico em aço inoxidável e seu comprimento deve variar de acordo com a velocidade de abate por hora. Devem ter água em forma de jatos em volumes suficientes e pressão de 3 atm, provindo de instalações hidráulicas tubulares localizadas nas partes superior, mediana e inferior do box (BRASIL, 1995).

A água clorada é usada em vários países para controle do crescimento bacteriano, os níveis de cloro não devem exceder 50 ppm (BOLDER, 1997). No Brasil e nos países que compõe a União Europeia apenas são permitidos os métodos de descontaminação física a seco, ou seja, aplicação de calor seco através de flambagem ou chuscamento (ICMFS, 2005). Em vista disto, diversos países vêm realizando estudos de metodologias alternativas que aperfeiçoem e complementem esse método tradicional de aplicação de calor, que segundo a legislação brasileira é obrigatório no abate de suínos (BRASIL, 1995).

3.5.1. Uso de Calor na Descontaminação de Carcaças

De acordo com Tortora et al. (2008) o calor é um dos métodos mais importantes e eficientes para o controle de crescimento e redução da carga

microbiana, pois sua ação na superfície de carcaças promove desnaturação de proteínas estruturais e enzimas, o que acarreta na perda da integridade celular, conseqüentemente levando a morte dos micro-organismos.

A cada ano que passa as autoridades responsáveis pela fiscalização e qualidade de carnes vem introduzindo requisitos como o objetivo de melhorar e controlar a contaminação de produtos e matérias primas com bactérias patogênicas (USDA, 1996).

Para atender tais requisitos várias plantas frigoríficas vêm instalando equipamentos, como alternativa para descontaminação superficial de carcaças, entre eles estão os equipamentos que utilizam água quente ou vapor em superfícies de carcaças onde a contaminação é visível e relativamente frequente (GILL e BRYANT, 1997).

Métodos que utilizam o emprego da descontaminação física através de calor seco (chamuscamento), também vêm sendo estudados como uma alternativa viável e demonstra bons resultados quando utilizados de forma complementar no abate de suínos (PIVOTTO et al., 2015)

4. MATERIAL E MÉTODOS

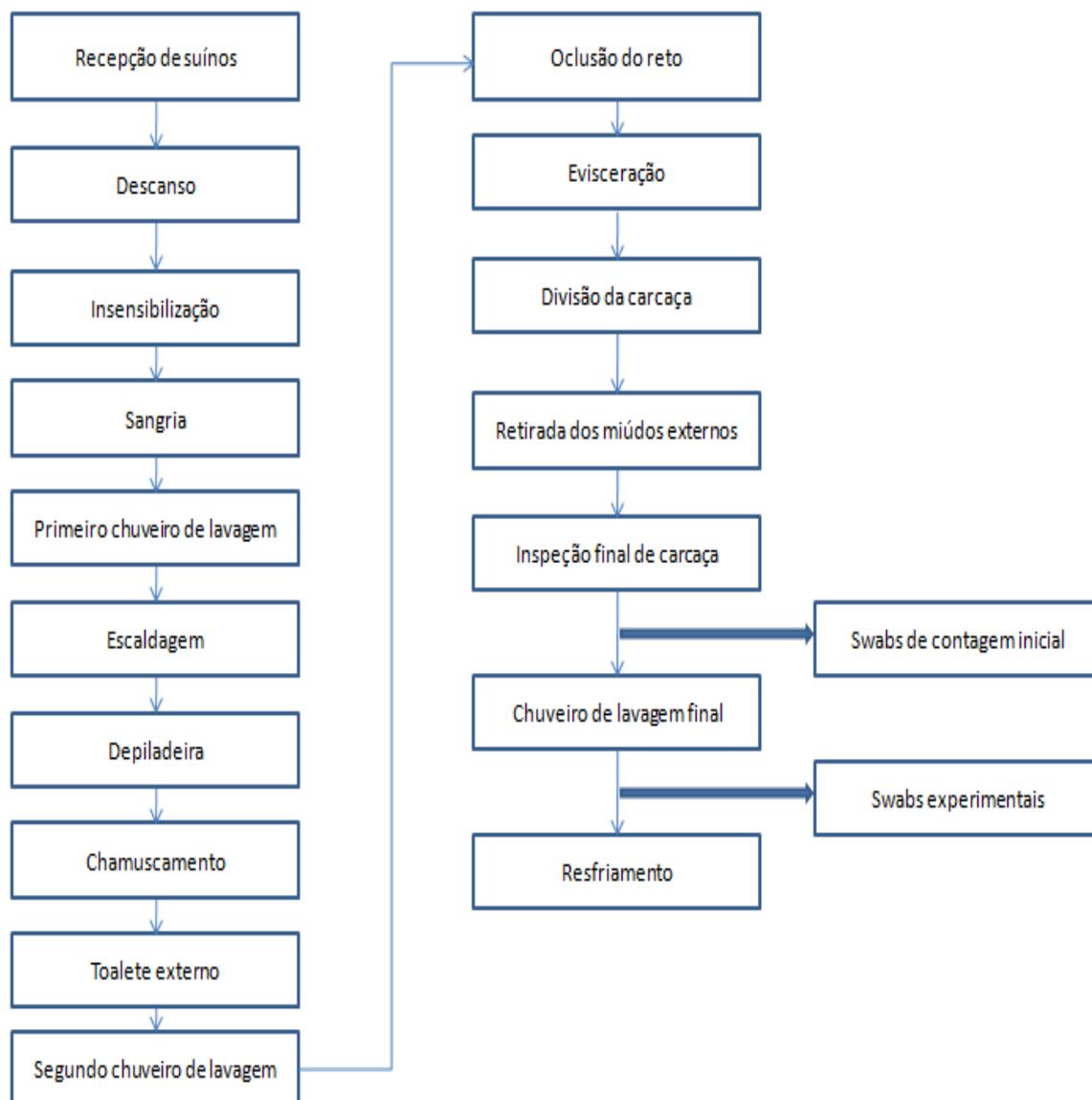
Nesta seção estão apresentados o material e métodos utilizados nas análises das carcaças de suínos. Os experimentos foram desenvolvidos em um estabelecimento classificado como abatedouro-frigorífico de suínos, sob Inspeção Federal, situado no estado de Santa Catarina. A indústria possui capacidade diária de abate por turno de 2.400 suínos operando em uma velocidade de 300 suínos/hora, totalizando uma produção média diária de 150 toneladas.

A planta está habilitada para exportar para seis países, a saber: Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile, União Europeia e Hong Kong. Buscando diariamente a prospecção de novos mercados através da produção e comercialização de alimentos seguros e de qualidade, através da melhoria contínua de seus processos, atendimento a legislações e capacitação de funcionários.

4.1. Fluxograma do processo de abate de suínos e localização do ponto de coleta das amostras

O abate de suínos é realizado por diversas fases. Todas as etapas devem ser feitas de forma que preserve a qualidade final da carne, adotando medidas higiênicas e preventivas. Para isso, as instalações e equipamentos devem estar organizados de forma que facilite as operações e garanta a higiene do processo, passando por banhos de aspersões. De acordo com a legislação brasileira, é obrigatório o uso de três chuveiros de aspersão em uma planta de abate, o primeiro localizado após a sangria, o segundo na saída da zona suja e o terceiro logo após a plataforma de inspeção final de carcaça, ambos com o objetivo de eliminar sujidades e contaminações nas carcaças. A seguir é apresentado através da Figura 4, o fluxograma que contempla todas as etapas do abate de suínos e acordo com a Portaria 711/1995 e os pontos de coleta de amostras para a realização deste estudo (BRASIL, 1995).

Figura 4. Fluxograma do processo de abate de suínos onde os experimentos foram realizados e pontos de coleta de amostras.



Fonte: O AUTOR

Os chuveiros de lavagem utilizados no processo de abate, descritos na Figura 4 devem seguir os padrões descritos na Portaria 711/1995, ou seja, devem ser construídos em box metálico, de aço inoxidável, com comprimento compatível a velocidade de abate. A água em forma de jatos deve ser em volume suficiente e com pressão de 3 atm (atmosferas), provindo de instalações hidráulicas tubulares localizadas na parte superior, mediana e inferior do box (BRASIL, 1995).

Diante do exposto, o chuveiro final de carcaças em operação na planta de abate onde os experimentos foram realizados é construído em box metálico, de aço inoxidável, possui 3,6 m de comprimento, utiliza pressão de 3 atm (atmosferas) nos

jetos de água e possui 36 bicos de aspersão, 18 de cada lado do chuveiro divididos igualmente na parte superior, mediana e inferior do box. Para a realização dos experimentos, o chuveiro final de carcaças foi adaptado com uma tubulação para o acesso do vapor aos bicos de aspersão e um manômetro em escala kgf/cm².

4.2. Preparação e coleta de amostras

Neste estudo, avaliou-se o efeito de diferentes pressões e tempo de contato com o calor úmido (vapor) na redução da contagem microbiana (contagem de mesófilos) das carcaças suínas.

Para isso foram coletadas amostras antes do chuveiro final de carcaças de suínos para contagem inicial de mesófilos e após o chuveiro final de carcaças para contagem final de mesófilos em carcaças de suínos, conforme descrito na Figura 4.

A coleta das amostras foi realizada com a aplicação do uso de esponjas estéreis (swabs de carcaça) da marca 3M (Figura 5), utilizando um delimitador de aço inox de 10x10cm, totalizando uma área de 100 cm².

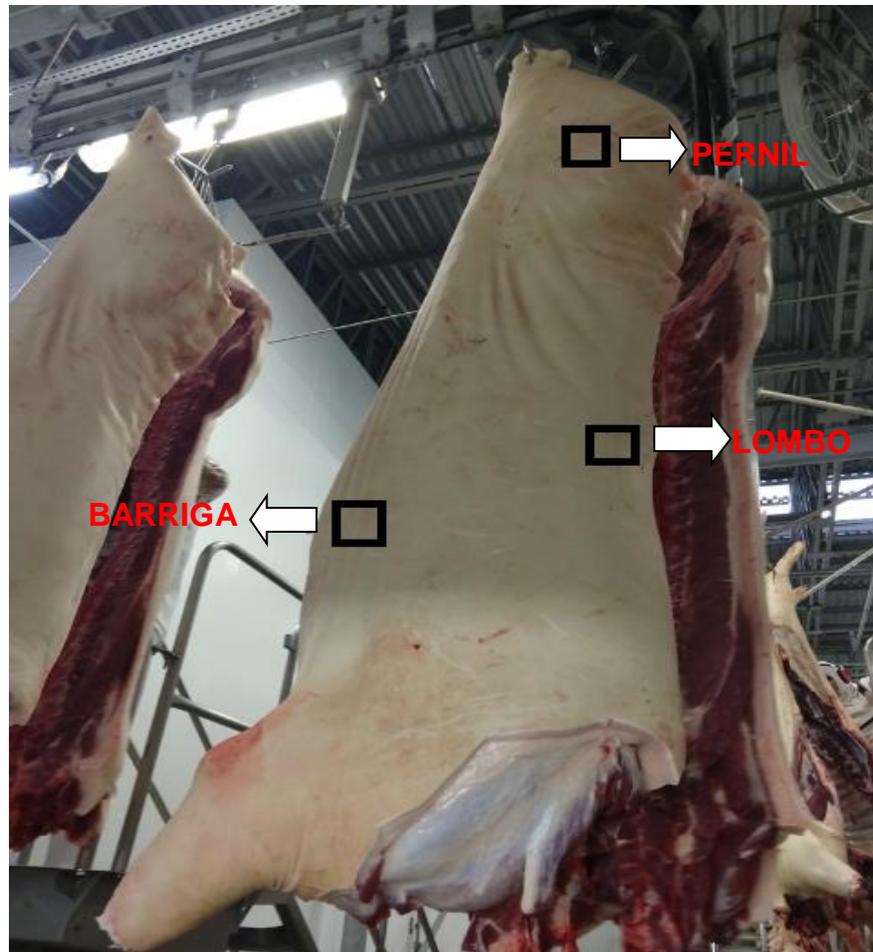
Figura 5. Modelo de swab de carcaça utilizado para coleta de amostras.



Fonte: HEXIS CIENTÍFICA,2018.

Estes swabs foram coletados em três pontos da carcaça pernil, barriga e lombo, de forma asséptica (Figura 6), totalizando uma área de 300 cm², antes e após a passagem das carcaças pelo chuveiro final de lavagem de carcaças.

Figura 6. Pontos de coleta de swabs na carcaça suína.



Fonte: O AUTOR.

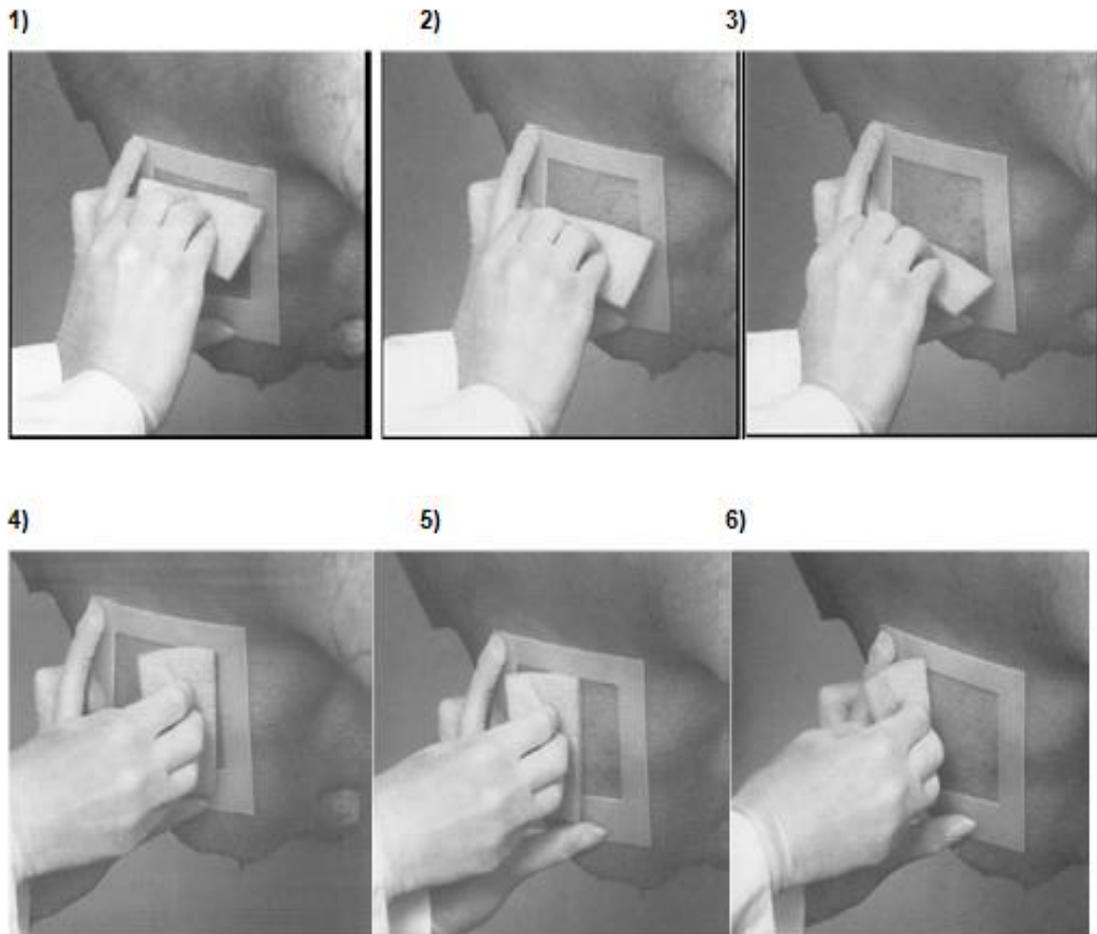
O procedimento de coleta dos swabs de carcaça deu-se da seguinte maneira (Figura 7):

1. Posicionou-se o molde metálico nos pontos de coleta: pernil, barriga e lombo (Figura 5).
2. Esfregou-se o swab de carcaça (posicionada no sentido horizontal) sobre a área delimitada por 10 vezes no sentido vertical;
3. Logo após, esfregou-se o swab de carcaça (posicionada no sentido vertical) sobre a área delimitada por 10 vezes no sentido horizontal;

4. Utilizando o outro lado do swab de carcaça, esfregou-se realizando o mesmo procedimento acima descrito.

Este procedimento foi feito igualmente para todos os pontos de coleta: pernil, barriga e lombo, e posteriormente os swabs de carcaças foram acondicionados em suas embalagens originais (BRASIL, 2007).

Figura 7. Procedimento de colheita de amostras em carcaças suínas.



Fonte: BRASIL, 2007.

Inicialmente foi avaliada a contagem microbiológica em carcaças antes de entrarem no chuveiro final de carcaças (aspersão). Para isso, foram separadas 14 carcaças de suínos do tipo matrizes no final do dia de abate, considerando que teoricamente é neste momento que se tem uma maior contaminação em uma planta de abate, ou seja, uma maior contagem microbiana.

4.2. Delineamento Experimental

4.2.1. Efeitos da pressão do aspersor e do tempo de contato com o vapor na redução microbiana

A influência da pressão e do tempo de contato com o vapor na redução microbiana foi avaliada por um delineamento experimental composto central – Planejamento Fatorial 2², conforme Tabela 3. Os testes foram conduzidos em um chuveiro higiênico de lavagem de carcaças, localizado após a plataforma do de inspeção final de carcaças e antes do sistema de resfriamento. As variáveis, temperatura da carcaça (45° C), temperatura do vapor (100° C) e posicionamento dos bicos de aspersão do chuveiro final de carcaças (18 bicos de cada lado) foram fixadas. As variáveis independentes e seus respectivos níveis encontram-se descritos na Tabela 3 e foram admitidas com base em estudos semelhantes e limites de segurança do chuveiro higiênico de carcaças. As variáveis dependentes analisadas nas carcaças foram: análise de mesófilos e cor do músculo.

Tabela 3 - Planejamento Fatorial 2² com os diferentes níveis de pressão de vapor do chuveiro e tempo de lavagem das carcaças suínas.

Variáveis Independentes	Níveis		
	-1	0	+1
Pressão do vapor (kgf/cm ²)	3	4	5
Tempo de lavagem das carcaças (segundos)	10	15	20

* Variáveis fixas: Temperatura das carcaças (45°C), Temperatura do vapor (100°C), Posicionamento dos bicos de aspersão do chuveiro final de carcaças (18 de cada lado do equipamento).

Fonte: O AUTOR.

Após a passagem das carcaças pelo chuveiro final de carcaças (Figura 8), foi avaliada o aumento da pressão do vapor do chuveiro e o tempo de lavagem das carcaças. Neste caso, também foram separadas 14 carcaças de suínos do tipo matrizes. Nas carcaças foi analisada a contagem de mesófilos e cor do músculo.

Figura 8. Passagem das carcaças pelo chuveiro de lavagem



Fonte: O AUTOR.

4.3. Análises Microbiológicas

Para a coleta das amostras de análise microbiológica utilizou-se swabs do tipo esponjas estéreis da marca 3M, previamente hidratados em água peptonada 0,1%. Os resultados foram expressos em UFC/cm².

4.3.1. Contagem de Mesófilos

A contagem de mesófilos foi realizada em placa Petrifilm para contagem de aeróbios (3M, Sumaré, Brazil). A análise seguiu a Instrução Normativa nº 62, de 26/08/03 – Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água – Ministério da Agricultura e do Abastecimento – MAPA, Brasil. Ofício Circular nº 02 Micro/CGAL/2010, de 26/04/2010 – Métodos Alternativos Aprovados – MAPA, Brasil. Instruções de uso

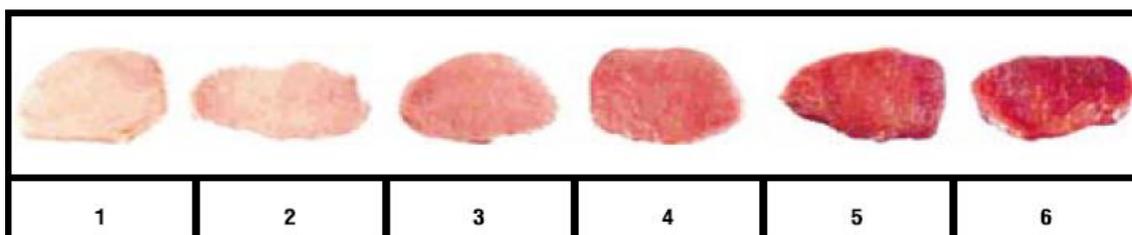
das placas de contagem de aeróbios – Petrifilm – 3M Método validado AOAC nº 990.12.

4.4. Cor do Músculo

Após o experimento realizado no chuveiro final de carcaças, as mesmas foram submetidas ao resfriamento em câmaras específicas para este fim. Após o resfriamento de 0°C a 2°C, de aproximadamente 24 horas, foi determinada a cor da carne. Foram coletadas 14 amostras de aproximadamente dois centímetros do músculo lombo (*Longissimus dorsi*) para cada nível experimental, totalizando 45 amostras. As amostras foram cortadas com dois centímetros de espessura para evitar que a avaliação fosse prejudicada pela cor que estava no fundo da amostra.

Após o corte, as amostras ficaram expostas ao ar por um período de 20 minutos para permitir a oxigenação do músculo. A cor foi determinada subjetivamente por meio de um painel de cores (Figura 9), que utiliza a comparação dos padrões de cor onde o valor 1 significa muito claro e o valor 6 muito escuro (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, 1989).

Figura 9. Escala de cor da carne suína



Fonte: NPCC, (1989).

4.5. Análise Estatística

Os resultados obtidos através das análises microbiológicas foram submetidos à análise de variância, seguida de teste de Duncan para comparação entre as médias dos resultados ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para o tratamento dos dados do planejamento fatorial e dos experimentos utilizou-se Software STATISTICA 5.0, como forma de verificar a eficiência do uso de vapor como redutor da contaminação microbiológica de carcaças de suínos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos ao longo do estudo referente à redução microbiana de contagem de mesófilos em carcaças de suínos e os efeitos dos tratamentos na cor da carne.

5.1. Avaliações da contagem de bactérias mesófilas nas carcaças

A Tabela 4 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2² e as respostas das reduções de percentuais da contagem de bactérias mesófilas (% log UFC/cm²) em carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.

Tabela 4 - Matriz do planejamento fatorial 2², respostas das contagem inicial e final de mesófilos e as respostas das reduções de percentuais do logaritmo de contagem de bactérias mesófilas (% log UFC/cm²) em carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.

Experimento	Variáveis Independentes		Contagem inicial (log UFC/cm ²)	Contagem final (log UFC/cm ²)	Redução (% log UFC/cm ²)
	Pressão do vapor (kgf/cm ²)	Tempo de contato (segundos)			
1	- 1 (3.0)	- 1 (10)	4,20	3,50	15,69 ^c ± 11.32
2	- 1 (3.0)	+ 1 (20)	3,75	1,85	51,37 ^{ab} ± 23.17
3	+ 1 (5.0)	- 1 (10)	3,68	2,36	35,85 ^b ± 13.64
4	+ 1 (5.0)	+ 1 (20)	3,85	1,85	52,77 ^a ± 28.74
5	0 (4.0)	0 (15)	3,67	1,63	53,79 ^a ± 21.25

* Médias ± desvios padrão seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

Fonte: O AUTOR.

Com base nos dados apresentados na Tabela 4, observa-se que os tratamentos 2, 4 e 5 obtiveram reduções mais significativas e não possuem diferenças estatísticas entre si.

De acordo com a Circular 130/2007 que define os padrões microbiológicos de carcaças suínas brasileiras, os resultados obtidos para contagem de mesófilos dentro dos parâmetros aceitáveis devem ser menores que 3,70 log (UFC/cm²), diante disso, nota-se que as contagens iniciais que não passaram por nenhum tipo de tratamento, dos experimentos 2, 3 e 5 encontram-se dentro dos padrões

estabelecidos pela legislação, e que, as contagens finais que passaram pelos tratamentos de pressão e tempo de lavagem de todos os experimentos realizados permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Demonstrando a eficiência deste método de descontaminação superficial de carcaças.

Da mesma forma, os resultados obtidos nas contagens iniciais e finais da contagem de mesófilos atendem os padrões preconizados pela EC 2013/2005, que define os padrões microbiológicos de carcaças suínas para a União Europeia. A mesma define como resultados dentro dos parâmetros aceitáveis para contagem de mesófilos menores que 4,00 logs (UFC/cm²).

James et al. (2000), em seu estudo sobre o efeito da condensação de vapor, água quente ou imersão em água quente clorada sobre o número de bactérias observou que todos os tratamentos reduziam significativamente as contagens microbianas. O tratamento que combinou água quente com cloro obteve maiores reduções de até 1,6 log₁₀ (UFC/cm²) e que os tratamentos de vapor e água quente não demonstraram diferença entre si, reduzindo as contagens em aproximadamente 1 log₁₀ (UFC/cm²), semelhante aos resultados obtidos nesse estudo.

Corroborando os dados obtidos no estudo desenvolvido por James et al. (2000), os resultados obtidos por Machado et al. (2013) que comparou o antes e depois da aplicação de métodos distintos, observou que a maior redução obtida foi de aproximadamente um ciclo logaritmo após a utilização de vapor e ácidos orgânicos na carne suína.

Visando avaliar os efeitos das variáveis e da interação entre elas, os resultados foram também expressos em redução percentual de contagem de micro-organismos (% UFC/cm²) conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 - Matriz do planejamento fatorial 2², respostas da contagem inicial e final de mesófilos e das reduções de percentuais da contagem de bactérias mesófilas (%UFC/cm²) em carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.

Experimento	<u>Variáveis Independentes</u>				
	Pressão do vapor (kgf/cm ²)	Tempo de contato (segundos)	Contagem inicial (UFC/cm ²)	Contagem final (UFC/cm ²)	Redução (% UFC/cm ²) *
1	- 1 (3.0)	- 1 (10)	4,3 x 10 ⁴	3,1 x 10 ³	64.47 ^b ± 31.72
2	- 1 (3.0)	+ 1 (20)	8,1 x 10 ³	1,5 x 10 ²	97.16 ^a ± 2.65
3	+ 1 (5.0)	- 1 (10)	4,0 x 10 ⁴	8,6 x 10 ²	91.33 ^a ± 9.10
4	+ 1 (5.0)	+ 1 (20)	1,5 x 10 ⁴	4,3 x 10 ²	95.99 ^a ± 4.62
5	0 (4.0)	0 (15)	7,6 x 10 ³	1,2 x 10 ²	97.81 ^a ± 1.77

* Médias ± desvios padrão seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

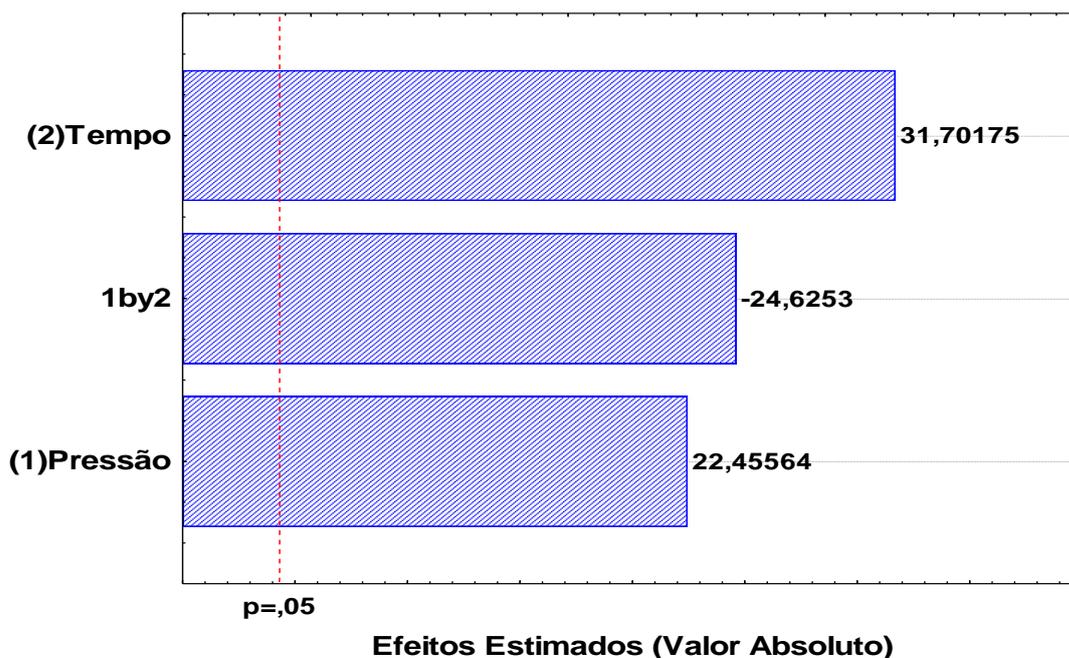
Fonte: O AUTOR.

Observa-se através dos dados obtidos para a redução de percentual da contagem de bactérias mesófilas (% UFC/cm²) demonstrados na Tabela 5 que, os experimentos 2, 3, 4 e 5 obtiveram os melhores resultados e não diferem entre si.

Analisando as médias aritméticas da população de mesófilos antes das carcaças serem submetidas aos tratamentos de pressão e tempo de lavagem, percebe-se que as contagens dos experimentos 1, 3 e 4 são maiores, demonstrando a dessemelhança entre os lotes.

Para facilitar a interpretação dos resultados a Figura 10 apresenta o gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial 2², tempo de lavagem e pressão do vapor (kg/cm²) sobre o percentual de contagem de bactérias mesófilas de carcaças (Tabela 5).

Figura 10. Gráfico de Pareto com efeitos estimados das variáveis estudadas no planejamento experimental 2^2 , para contagem de bactérias mesófilas em carcaças suínas.



Fonte: O AUTOR.

Observa-se pelo gráfico de Pareto que as variáveis, pressão do vapor (kg/cm^2) e tempo de lavagem das carcaças (segundos) exerceu um efeito positivo significativo ($p < 0,05$) na redução de percentual da contagem de bactérias mesófilas (UFC), ou seja, o aumento da pressão ou o aumento do tempo de lavagem provocam reduções significativas sobre a redução de contagem de bactérias mesófilas. Indicando, também, um maior efeito do tempo de lavagem em relação ao aumento de pressão. Entretanto, quando se avalia a interação entre as duas variáveis, percebe-se que as mesmas exerceram um efeito significativo negativo ($p < 0,05$) na redução de percentual da contagem de bactérias mesófilas (UFC).

Embora a maioria das contagens seja semelhante, eventualmente alguns lotes podem apresentar contaminações mais elevadas, o que pode explicar os resultados encontrados.

Sofos e Geornaras (2010) salientam em seu trabalho que a presença de micro-organismos acontece não somente nas próprias plantas de abate e processamento, mas sim, dos próprios animais vivos no campo, o que pode contribuir negativamente ou positivamente na redução através de tratamentos de descontaminação. Segundo Li e Mclandsborough (1999), quando o número de bactérias é relativamente elevado, muitas das bactérias podem estar associadas a

partículas que são lavadas da carne pelos altos volumes de água aplicados nos chuveiros de lavagem, já quando o número é relativamente baixo a maioria das bactérias está associada aos tecidos, dificultando a remoção física por lavagem.

Gill e Landres (2003) avaliaram os efeitos sobre as condições microbiológicas de carcaças através do uso de tratamentos de descontaminação com a pulverização com ácido láctico 2% e limpeza com água quente a vácuo, e concluíram que, quando os números de bactérias eram relativamente altos a lavagem tornava-se eficiente na redução do número de bactérias, mas não quando os números de bactérias eram relativamente baixos. Porém quando utilizaram a pasteurização com vapor ou água quente os resultados sugeriram uma redução máxima.

Para Machado et al., (2013), ao escolher métodos de descontaminação, aspectos como tempo de exposição, concentração de substâncias e pressão dos bicos aspersão devem ser considerados, pois possuem um grande impacto sobre a redução microbiana. No seu estudo eles utilizaram ácidos orgânicos e/ou vapor para controle de contaminação superficial por *Salmonella typhimurium*, e seus resultados demonstram que altas temperaturas e a pressão de aspersão do vapor associado ao tratamento químico, apresentaram o melhor desempenho. Seguindo a mesma linha, Brustolin (2014) observou que a interação de pressão e ácido láctico causou maior redução na contagem de mesófilos na superfície de carcaças suínas.

Um estudo proposto por Pivotto et al., (2015), evidenciou uma redução significativa de aproximadamente dois ciclos logarítmicos quando aplicada a remoção física de micro-organismos através do calor (chamuscador, 300° C por 2s), tornando o método mais expressivo quando comparado com o uso de ácido láctico 1% na superfície de carcaças bovinas que reduziu a contagem de micro-organismos mesófilos em 0,8 log₁₀ (ICMSF, 2005).

5.2. Avaliação da coloração da carne

A Tabela 6 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2² e as respostas das avaliações qualitativas da cor da carne de carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.

Tabela 6 - Matriz do planejamento fatorial 2² e as respostas das avaliações qualitativas da cor da carne de carcaças suínas após os diferentes tratamentos de pressão e tempo de lavagem.

Tratamento	Variáveis Independentes		n	Avaliação qualitativa da cor da carne *
	Pressão do vapor (kgf/cm ²)	Tempo de contato (segundos)		
1	- 1 (3.0)	- 1 (10)	14	3
2	- 1 (3.0)	+ 1 (20)	14	3
3	+ 1 (5.0)	- 1 (10)	14	3
4	+ 1 (5.0)	+ 1 (20)	14	3
5	0 (4.0)	0 (15)	14	3

*A cor foi determinada subjetivamente por meio de um painel de cores, que utiliza a comparação dos padrões de cor onde o valor 1 significa muito claro e o valor 6 muito escuro.

Fonte: O AUTOR.

De acordo com a determinação subjetiva de cor apresentada na Tabela 6, observa-se que nenhum dos tratamentos aplicados nas carcaças suínas teve efeito negativo sobre a cor da carne, ou seja, dentro da escala considerada normal para carne suína, que, de acordo com Bridi et al. (2003) é igual a três, o que corresponde à cor rosa acinzentado (NPPC, 1989).

Os resultados obtidos nesse estudo, vem de encontro com estudos realizados por Gill et al. (1999) e James et al. (2000) que testaram água quente em carcaças bovinas e de cordeiro, respectivamente, e observaram que esse tratamento não alterou a aparência da carne.

Dados obtidos por Machado et al. (2013), no seu estudo sobre a avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella typhimurium*, corroboram os dados obtidos nesse estudo e dos demais autores citados acima, de que, os tratamentos utilizados não interferiram nos atributos aspecto, cor, odor e consistência dos pernis tratados.

Smigic et al., (2009) salienta que tratamentos que utilizam calor úmido na forma de vapor e uso de ácidos orgânicos em concentrações elevadas podem promover alterações na cor do músculo suíno. Em oposição, alguns autores como Goldbach e Alban (2006), que estudaram o uso de água quente como tratamento para redução microbiana em carcaças suínas, afirmam que mudanças de cores na

carne podem acontecer, porém são transitórias e costumam desaparecer depois do resfriamento.

Levando em consideração que a aparência visual é um dos principais critérios avaliados pelo mercado consumidor é de extrema importância que, os tratamentos utilizados visando à redução microbiana superficial de carcaças de qualquer espécie não alterem a cor e propriedades organolépticas.

6. CONCLUSÃO

De modo geral, tanto a pressão do vapor quanto o tempo de lavagem tiveram efeitos positivos, reduzindo a contagem microbiana na superfície das carcaças, o que demonstra que o uso de vapor em descontaminações superficiais de carcaças é eficiente.

Nota-se que a variável mais importante foi o tempo de lavagem para a redução da contagem de mesófilos e que os tratamentos 2, 4 e 5 obtiveram as melhores reduções e não demonstraram diferenças estatísticas entre si.

O uso de 3 kgf/cm² de pressão por 20 segundos comparado com os outros tratamentos que utilizaram pressões maiores não obtiveram diferenças estatísticas entre si, o que demonstra que do ponto de vista econômico seria o mais viável e não menos eficiente.

Os tratamentos propostos não provocaram alterações na cor da carne, o que do ponto de vista comercial e de qualidade é muito significativo.

Estes resultados demonstram que o uso de pressão de vapor é uma alternativa viável para complementar os procedimentos higiênicos sanitários e reduzir a contagem microbiana em plantas de abate.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar o efeito de pressões superiores no chuveiro de lavagem, aumentar o tempo de exposição no chuveiro e o número de amostragem;
- Avaliar a redução de outras bactérias, tais como, Enterobactérias, E. coli e Salmonella;
- Testar outros coadjuvantes tecnológicos, tais como, ácidos orgânicos e luz ultravioleta, comumente utilizados em outros países;
- Realizar contaminação prévia de carcaças e/ou padronizar o lote coletado;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 22000: Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos – Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos.** Rio de Janeiro, 2006 b.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 4. ed. Washington, DC, 2001.

BELL, M. F., MARSHALL, R. T., ANDERSON, M. E. Microbiological and sensory tests of beef treated with acetic and formic acids. **Journal of Food Protection**, v.49, n. 3, p. 207-210, 1986.

BOLDER, N. M. Decontamination of meat and poultry carcasses. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, 1997.

BOLDRIN, M. S. F. **Uso de ácidos orgânicos na descontaminação de carcaças bovinas.** 2012. 41f. Seminário (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

BRASIL. 2007. **Exportação de carne suína para os Estados Membros da União Europeia.** Circular nº 130, de 13 de fevereiro de 2007- MAPA. 2007.

BRASIL. Decreto n. 9.013, de 29 de mar. de 2017. Decreto Número 9.013 de 29 de março de 2017. **Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.** Brasília, DF, p. 01-108, mar. 2017.

BRASIL. **Instruções para elaboração e implantação dos sistemas PPHO e APPCC nos estabelecimentos habilitados à exportação de carnes.** CIRCULAR Nº 369/2003/DCI/DIPOA. 2003a.

BRASIL. **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 - MAPA. 2003b.

BRASIL. **Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para abate e Industrialização de Suínos.** Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995 - MAPA. 1995.

BRASIL. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para Alimentos.** Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 – ANVISA, 2001.

BRIDI A. M. et al. Efeito do genótipo halotano e de diferentes sistemas de produção na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.

BRUSTOLIN, J. C. **Avaliação da eficiência da descontaminação de carcaças suínas utilizando água sob pressão e ácido láctico**. 2014. 69f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, RS.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control Salmonella contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p.641-655, 2012.

CATTANI, C. S. O. **Influência do ácido láctico e da água quente como método de descontaminação em carcaças suínas**. 2012. 113f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

CATTANI, C. S. O. et al. Métodos alternativos para contagem de microrganismos em carcaças suínas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.6, p. 1031-1036, 2013.

DELHALLE, L. et al. Risk factors for *Salmonella* and hygiene indicators in the 10 largest Belgian pig slaughterhouses. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 7, p. 1320-1329, 2008.

DUBAL, Z. B. et al. Effect of food grade organic acids on inoculated *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* and *S. Typhimurium* in sheep/goat meat stored at refrigeration temperature. **Meat Science**, v. 66, n. 4, p. 817–821, 2004.

EC. EUROPEAN COMMISSION. Regulamento (CE) nº 853/2004, de 29 de abril de 2004. Estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos gêneros alimentícios de origem animal. Jornal Oficial da União Europeia, 2009.

EC. EUROPEAN COMMISSION. Regulamento (CE) nº 2073/2005 da Comissão, de 15 de novembro de 2005. Relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos gêneros alimentícios. Jornal Oficial da União Europeia, 2007.

EMBRAPA, Central de inteligência de aves e suínos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

FERRAZ, S. M.; SCHWARZ, P; CANAL, C. W; CARDOSO, M. R. I. Prevalência de suínos portadores de *Salmonella* sp. ao abate e contaminação de embutidos tipo frescal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, n.2, p. 141-147, 2004.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

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

FRANCO, B.D.G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, SP. p 43-45, 1996.

GHAFFIR, Y. et al. Hygiene Indicator Microorganisms for Selected Pathogens on Beef, Pork, and Poultry Meats in Belgium. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 1, p. 35-45, 2008.

GILL C. O.; BRYANT, J. Decontamination of carcasses by vacuum hot water cleaning and steam pasteurizing during routine operations at a beef packing plant. **Meat Science**, Amsterdã, Holanda, v. 47, n. 3-4, p. 267-276, 1997.

GILL, C. O., BRYANT, J., BEDARD, D. The effects of hot water pasteurizing treatments on the appearances and microbiological conditions of beef carcass sides. **Food Microbiology**, v. 16, p. 281- 289, 1999.

GILL, C. O.; LANDERS, C. Microbiological effects of carcass decontaminating treatments at four beef packing plants. **Meat Science**, Amsterdã, Holanda, n. 65, p.1005-1011, 2003.

GOLDBACH, S. G., ALBAN, L. A cost-benefit analysis of *Salmonella*-control strategies in Danish pork production. **Preventive Veterinary Medicine**, n 77, p 1-14, 2006.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). **Microorganisms in food: Microbial ecology of food commodities**. 2. ed. Nova York, 2005.

JAMES, C. et al. Effect of steam condensation, hot water or chlorinated hot water immersion on bacterial numbers and quality of lamb carcasses. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 219-225, 2000.

KEMP, K. G. et al. Continuous online processing of fecal and ingesta contaminated poultry carcasses using an acidified sodium chlorite antimicrobial intervention. **Journal Food Protection**, v. 64, n. 6, p. 807-812, 2001.

LI, J.; MCLANDSBOROUGH, L. A. The effects of the surface charge and hydrophobicity of *Escherichia coli* on its adhesion to beef muscle. **International Journal of Food Microbiology**, v. 53, p. 185-193, 1999.

LIMA, E. S. C. et al. Isolamento de *Salmonella sp.* e *Staphylococcus aureus* no processo do abate de suíno como subsidio ao sistema de Analise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.24, n.4, p. 185-190, 2004.

MACHADO, A. R. et al. Avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella* Typhimurium. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.3, p. 345-351, 2013.

NPPC (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL). **Pork quality standards**. National Pork Producers Council in cooperation with National Pork Board 4/99.04037. Des Moines, USA, 1989. 1 p.

ODA, E. I. Carnes PSE e DFD em aves e suínos: diferenças e semelhanças. **Revista Nacional da Carne**, n.325, p. 108-113, 2004.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Emerging foodborne disease**. Fact Sheet, n.124, revised January 2002. Disponível em: < <http://www.who.int/infss/in/fact124.htm>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PIVOTTO, M. et al. **Redução na contaminação superficial de carcaças suínas: um processo alternativo**. 2013. 54-62 p. Artigo (Tecnologia de Alimentos) - Centro Universitário Univates, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: < <http://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/94> >. Acesso em: 02 ago. 2017.

ROÇA, O. R. **Propriedades da carne**. Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Boletim Técnico – PIE-UFES: processamento da carne de frango**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

SERRAINO, A. et al. Visual evaluation of cattle cleanliness and correlation to carcass microbial contamination during slaughtering. **Meat Science**, Essex, v. 90, n. 2, p. 502-506, 2012.

SERRAINO, A. et al. **Manual de controle higiênico-sanitário de alimentos**. São Paulo, Varela, 475 p., 2002.

SMIGIC, N. et al. Intracellular pH as an indicator of viability and resuscitation of *Campylobacter jejuni* after decontamination with lactic acid. **International Journal of Food Microbiology**, n. 135, p. 136-143, 2009.

SOFOS J. N.; GEORNARAS I. Overview of current meat hygiene and safety risks and summary of recent studies on biofilms, and control of *Escherichia coli* O157:H7 in nonintact, and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat, meat products. **Meat Science**, Oxford, v.86, n.1, p.2-14, 2010.

TOMPKIN, R. B.; MCNAMARA, A. M.; ACUFF, G. R. **Meat and poultry products**. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4. ed. Washington: APHA, cap. 45, p. 463-471, 2001.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia de alimentos**. 6 ed. Artemed, Porto Alegre, 2008.

USDA. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. **Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; final rule**. Federal Register, Washington, DC, v.61, n.144, p. 38805-38989, jul.25, 1996

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. **Foreign Agricultural Service**, 12 out. 2016. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf >. Acesso em: 5 mai. 2017.

WALLACE, C.; WILLIAMS, T. Prerequisites: a help or a hindrance to HACCP. **Food Control**, v. 12, n. 12, p. 235-240, 2001.

YALÇIN, S. et al. Fecal coliform contamination of beef carcasses during the slaughtering process. **Journal of Food Safety**, Malden, v.21, n.4, p.225-231, 2001.

ZWEIFEL, C.; FISCHER, R.; STEPHAN, R. Microbiological contamination of pig and cattle carcasses in different small-scale Swiss abattoirs. **Meat Science**, 78(3): 225-231, 2008.