

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GABRIELA FARINON VIVAN

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CHAMUSCADOR NA REDUÇÃO
DE ENTEROBACTÉRIAS EM CARÇAÇAS SUÍNAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2019

GABRIELA FARINON VIVAN

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CHAMUSCADOR NA REDUÇÃO
DE ENTEROBACTÉRIAS EM CARÇAÇAS SUÍNAS**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabete Hiromi Hashimoto
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Andréa Cátia Leal Badaró

LONDRINA
2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

V855a Vivan, Gabriela Farinon

Avaliação da eficiência do chamuscador na redução de enterobactérias em carcaças suínas / Gabriela Farinon Vivan. - Londrina : [s.n.], 2019. 55 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^a Dr^a Elisabete Hiromi Hashimoto
Coorientadora: Prof^a Dr^a Andréa Cátia Leal Badaró
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2019. Bibliografia: f. 49-55.

1. Matadouros. 2. Suínos - Carcaças. 3. Enterobactérias. 4. Escherichia coli. I. Hashimoto, Elisabete Hiromi, orient. II. Badaró, Andréa Cátia Leal, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CHAMUSCADOR NA REDUÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS EM CARCAÇAS SUÍNAS

por

GABRIELA FARINON VIVAN

Esta Dissertação de mestrado foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Francisco Beltrão às 14 h de 25 de fevereiro de 2019. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Prof^a. Dr^a. Elisabete Hiromi Hashimoto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Kérley Braga Pereira Bento
Casaril
Membro Examinador Titular

Dr. Jean Carlos Brustolin
Membro Examinador Titular

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos.

Dedico este trabalho à minha família,
queridos amigos e colegas de trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tornar esta conquista possível, por estar presente me protegendo, me dando força e iluminando meu caminho.

À minha família e ao Guilherme pelo amor incondicional e dedicação, por me apoiar, incentivar e sempre acreditar mesmo em momentos mais difíceis. Palavras são insuficientes para demonstrar o quanto sou grata a vocês.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os professores que contribuíram com seus conhecimentos, em especial à minha orientadora, Elisabete Hiromi Hashimoto, e coorientadora Andréa Badaró, pela confiança, auxílio e por todo direcionamento que foi essencial na elaboração desta pesquisa e no meu desenvolvimento enquanto mestranda. À professora Alessandra Machado-Lunkes pelas considerações para melhoria do trabalho e por todas as vezes que me ajudou.

À Cooperativa Central Aurora Alimentos, pela viabilidade e oportunidade de realização deste trabalho. Em especial a Andreia Dal Pissol, Jean Carlos Brustolin, Cristiane Marchesi, Diane Ditz Wanzuit, Sandra Zobot e Roberto Verlindo por todo o suporte técnico prestado, sou muito grata a vocês. À Alessandra Ioris, Juliana Furtado Immich e toda a dedicada equipe pelo auxílio durante a realização dos experimentos. Aos demais amigos e colegas da Aurora pela convivência diária e pelos momentos de incentivo e motivação.

Aos meus amigos pela amizade e compreensão pelos momentos que precisei me ausentar durante o período de estudos.

A todos que de alguma maneira participaram e contribuíram na realização desta pesquisa, muito obrigada.

“Paciência, persistência e transpiração
fazem uma combinação imbatível para o
sucesso.”

(Napoleon Hill)

RESUMO

VIVAN, Gabriela Farinon. **Avaliação da eficiência do chamuscador na redução de enterobactérias em carcaças suínas**. 61 folhas. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

A redução de microrganismos patogênicos na indústria processadora de carne suína depende de rigoroso controle ao longo da produção. Dentre as bactérias, a família Enterobacteriaceae causa preocupação devido ao impacto à saúde pública que pode causar pela ingestão de alimentos contaminados. A principal função do chamuscador na zona suja do abate é a remoção por queima de cerdas remanescentes do processo de depilação. Esta etapa pode também auxiliar na redução de microrganismos com aplicação do calor seco. No entanto, as informações exploratórias sobre a etapa de chamuscagem e a influência na redução de contagens de microrganismos são escassas. Considerando a necessidade de padronizar e avaliar as condições desta operação, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência do chamuscador automático na redução da contagem de enterobactérias, visando melhor controle e segurança na produção de carne suína. As carcaças suínas foram submetidas à quatro tratamentos (T1: 0,6 kgf/cm² por 3,7", T2: 0,6 kgf/cm² por 4,2", T3: 0,8 kgf/cm² por 3,7" e T4: 0,8 kgf/cm² por 4,2"). O efeito do tempo de exposição e da pressão do gás no chamuscador foi avaliado na redução das contagens de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli*, aspecto visual e temperaturas alcançadas nas carcaças. Em geral, tanto a pressão quanto o tempo tiveram resultados positivos, reduzindo a contagem de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli*. Entre os tratamentos aplicados, T2, T3 e T4 apresentaram maior percentual de redução de Enterobacteriaceae (93,33%), e T3 e T4 maior percentual de redução de *E. coli* (100%). Com relação às temperaturas, houve aumento significativo com o aumento da pressão e do tempo de chamuscagem. No que diz respeito ao aspecto visual, T2 apresentou melhor resultado, atingindo 78,88% de carcaças com padrão visual aceitável, seguido dos tratamentos T3 (56,66%), T4 (53,33%) e T1 (45,55%). Quanto ao consumo de gás, observou-se que dependeu do tempo aplicado, sendo que o tempo de 4,2 segundos apresentou um gasto 3 vezes maior que o tempo de 3,7 segundos. O tratamento T2 apresentou-se suficiente para redução das contagens e ainda melhores aspectos visuais. Os resultados obtidos indicam que a chamuscagem reduz as contagens microbianas, além de alcançar aspecto visual aceitável para o mercado consumidor.

Palavras-chave: Abate. *Escherichia coli*. Enterobacteriaceae. Chamuscador. Carcaças suínas.

ABSTRACT

VIVAN, Gabriela Farinon. **Evaluation of the singeing efficiency in the enterobacteria reduction in pork carcasses.** 61 pages. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University Paraná. Londrina, 2019.

The pathogenic microorganisms reduction in the pork processing industry depends on strict control throughout the production. Among the bacteria, the Enterobacteriaceae family causes concern because of the public health impact it can cause by ingestion contaminated food. The singeing main function in the slaughter dirty zone is the removal remaining bristles from the depilation process, by burning. This step can reduce microorganisms applying dry heat. However, the exploratory information of singeing and the influence on the microorganism counts reduction are scarce. Considering the need to standardize and evaluate the conditions of singeing operation, the objective of this research was to evaluate the automatic singeing efficiency in the reduction of enterobacteria count aiming better control and safety in the pork processing industries. The pork carcasses were submitted to four treatments (T1: 0,6 kgf/cm² by 3,7", T2: 0,6 kgf/cm² by 4,2", T3: 0,8 kgf/cm² by 3,7" and T4: 0,8 kgf/cm² by 4.2"). The effect of the exposure time and gas pressure on the singeing was evaluated in the reduction of Enterobacteriaceae and *Escherichia coli* counts, visual aspect and temperatures achieved in the carcasses. In general, the pressure and the time had positive results, reducing the Enterobacteriaceae and *Escherichia coli* count. Among the applied treatments, T2, T3 and T4 presented a greater percentage of Enterobacteriaceae reduction (93,33%), and T3 and T4 greater percentage of *E. coli* reductions (100%). Regarding the temperatures, there was a significant increase with the increase of the pressure and the time. About the visual aspect, T2 a better result, reaching 78,88% of carcasses with acceptable visual aspect, followed by treatments T3 (56,66%), T4 (53,33%) and T1 (45,55%). As for the gas consumption, it was observed that it depends on the time applied, and the time of 4,2 seconds presented an expense 3 times greater than the time of 3,7 seconds. The treatment T2 was sufficient to reduce counts and even better visual aspect. The results indicate that the singeing reduces the microbial counts, besides reaching an acceptable visual aspect for the consumer market.

Keywords: Slaughter. *Escherichia coli*. Enterobacteriaceae. Singeing. Pork carcasses.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Estimativa do Consumo Global de Carne em kg/per capita até o ano de 2024.....	11
Figura 02 – Consumo Per Capita de Carne Suína (kg/habitante).....	12
Figura 03 – Produção Brasileira de Carne Suína (mil toneladas).....	12
Figura 04 – Fluxograma Resumido de Abate de Suínos.....	19
Figura 05 – Chamuscador automático.....	21
Figura 06 – Pontos de coleta dos swabs para contagem microbiológica.....	28
Figura 07 – Método do perfil de linha para avaliação das temperaturas para cada tratamento.....	35
Figura 08 – Contração térmica na região da paleta e pé dianteiro após a passagem pelo chamuscador. a) Carcaça menor. b) Carcaça maior.....	39
Figura 09 – a) Orelha escura corrugada após a passagem pelo chamuscador. b) Orelha padrão após a passagem pelo chamuscador.....	39
Figura 10 – Pés após a passagem pelo chamuscador.....	40
Figura 11 – Pés na embalagem de venda.....	40
Figura 12 – Posição das carcaças saindo do chamuscador.....	41
Figura 13 – a) Carcaça com manchas antes de passar pelo chamuscador. b) Carcaça com manchas depois de passar pelo chamuscador.....	42
Figura 14 – a) Carcaça com queimadura amarela e pelos queimados. b) Carcaça com queimadura escura.....	42
Figura 15 – Aspecto visual das carcaças após o chamuscador. a) Tratamento T1. b) Tratamento T2. c) Tratamento T3. d) Tratamento T4.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas para União Européia	15
Tabela 02 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas para Estados Unidos da América.....	15
Tabela 03 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas no Brasil.....	15
Tabela 04 – Tratamentos tempo e pressão do chamuscador aplicados no experimento para análises microbiológicas.....	26
Tabela 05 – Redução de Enterobacteriaceae e <i>Escherichia coli</i> em carcaças suínas antes e depois do chamuscador.....	31
Tabela 06 – Temperaturas das carcaças após a chamuscagem para cada tratamento.....	36
Tabela 07 – Fatores que afetam o aspecto visual das carcaças durante o chamuscamento.....	38
Tabela 08 – Porcentagem e número de amostras que apresentaram diferentes aspectos visuais após os tratamentos na etapa de chamuscagem..	45
Tabela 09 – Variação do consumo de gás com relação aos tempos testados no chamuscador.....	46

LISTA DE SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ABCS	Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
AFNOR	Association Française de Normalisation
ANP	Agência Nacional do Petróleo
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
EFSA	European Food Safety Authority
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMSF	International Commission on Microbiological Specifications for Foods
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NACMCF	National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods
OIE	Organização Mundial da Saúde Animal
PCC	Ponto Crítico de Controle
SIF	Serviço de Inspeção Federal
UFC	Unidade Formadora de Colônia
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 PRODUÇÃO E MERCADO DA CARNE SUÍNA.....	11
3.2 QUALIDADE SANITÁRIA DA CARNE.....	13
3.2.1 Microrganismos Indicadores de Qualidade.....	15
3.2.2 <i>Salmonella</i> spp. em Suínos.....	17
3.3 OPERAÇÕES DE ABATE DE SUÍNOS.....	18
3.4 OPERAÇÃO DE CHAMUSCAMENTO.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
4.2 MATERIAL.....	26
4.2.1 Carcaças Suínas.....	26
4.2.2 Chamuscador.....	27
4.3 MÉTODOS.....	27
4.3.1 Coleta das amostras para análise microbiológica.....	27
4.3.2 Análises Microbiológicas.....	28
4.3.3 Determinação da temperatura da carcaça após o chamuscador.....	29
4.3.4 Avaliação do aspecto visual de carcaças após o chamuscador.....	29
4.3.5 Cálculo do consumo de gás do chamuscador.....	30
4.4 TRATAMENTO DOS DADOS.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 INFLUÊNCIA DA ETAPA DE CHAMUSCAMENTO SOBRE OS NÍVEIS MICROBIOLÓGICOS.....	31
5.2 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DA CARÇAÇA APÓS O CHAMUSCADOR.....	35
5.3 AVALIAÇÃO DO ASPECTO VISUAL DE CARÇAÇAS APÓS O CHAMUSCADOR.....	37
5.4 CONSUMO DE GÁS DO CHAMUSCADOR.....	46
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Estratégias de intervenção que reduzam a contagem ou eliminem os microrganismos indicadores de qualidade e patogênicos são fundamentais para a indústria de alimentos. A indústria processadora busca assegurar a qualidade e ainda atender às exigências sanitárias restritivas do mercado importador. E desta forma, assegurando a qualidade dos alimentos fornecidos ao consumidor, as indústrias conseguem se destacar economicamente. O processo de abate de suínos envolve uma série de operações ao longo do processo e está sujeito à ocorrência de contaminações microbianas, tanto cruzadas quanto diretas entre as carcaças (BUNCIC; SOFOS, 2012).

O controle da contaminação durante o abate é fundamentado em processos de higiene, com objetivo de minimizar a carga microbiana na carcaça. A principal fonte de contaminação microbiana de carcaças é de origem fecal, assim sendo, contagem de microrganismos indicadores como *Escherichia coli* e Enterobacteriaceae é relatada como método mais adequado para avaliar o estado higiênico do processo de abate (BARCO et al., 2015).

Para obter maior segurança sanitária, faz-se necessário reduzir ao máximo as cargas microbianas ao longo do processo de abate e processamento através de operações de descontaminação. No Brasil e na Comunidade Européia é permitida a aplicação do calor seco para descontaminação, como o uso do chamuscador na zona suja do abate de suínos. O calor seco da chama provoca a destruição de grande parte dos microrganismos na pele do suíno e queima dos resíduos de cerdas remanescentes (ICMSF, 2005).

A etapa de chamuscamento está inserida na toaleta de depilação complementando o processo de remoção dos pelos de carcaças suínas (BRASIL, 1995). Embora não tenha como função principal a descontaminação bacteriana, o calor da chama resulta em altas temperaturas na carcaça e contribui para reduzir a carga microbiana (LORETZ, STEPHAN, ZWEIFEL, 2011). No entanto, estudos sobre o efeito do chamuscador na descontaminação de carcaças são pouco relatados (BRIZIO; PIVOTTO, 2015; SILVA et al., 2012; WHEATLEY; GIOTIS; MCKEVITT, 2014; CORBELLINI et al., 2016).

A eficácia da descontaminação através do chamuscador depende dos parâmetros do processo, como tempo de exposição (LORETZ, STEPHAN, ZWEIFEL, 2011) e pressão do gás de operação. Em geral, os microrganismos patogênicos são sensíveis a altas temperaturas (JAY, 2005), assim, quanto maior a temperatura da superfície da carcaça promovida pelo uso do chamuscador, maior a possibilidade de descontaminação. No entanto, condições extremas de chama podem resultar em carcaça com um aspecto visualmente queimado e de baixa aceitação comercial. Devido à alta demanda energética desta etapa (MOLANDER, 1986), a padronização da operação de chamuscamento deve envolver o controle do volume gasto de gás na operação, visando economia e sustentabilidade no processo.

Dentro deste contexto, o presente estudo avaliou o funcionamento do chamuscador (calor seco) automático com relação à eficiência na redução das contagens de bactérias Enterobacteriaceae e *Escherichia coli*, sob diferentes tempos de exposição e pressão de gás. Considerando a falta de informações sobre o aspecto visual de carcaças após o chamuscamento, buscou-se complementarmente identificar as variações do aspecto visual apresentados pelas carcaças sob as diferentes condições da operação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência do chamuscador automático na redução da contagem de enterobactérias na superfície de carcaças suínas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

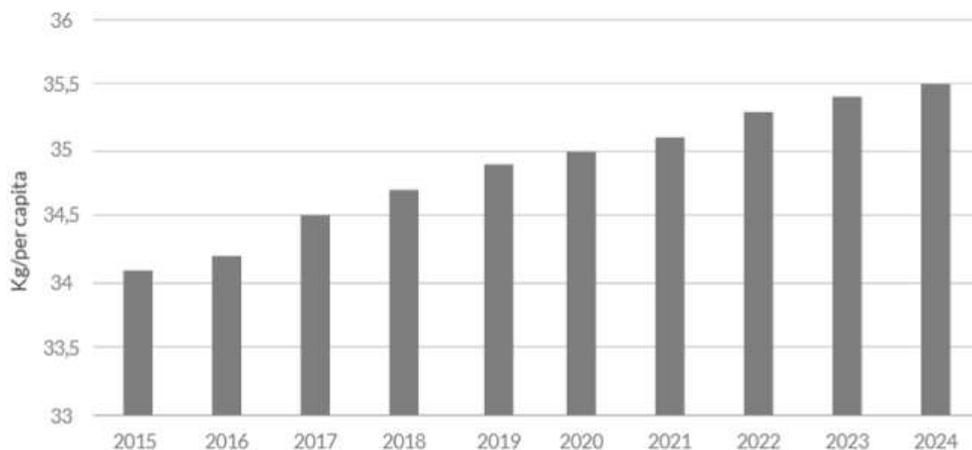
- Aplicar diferentes tempos e pressões de chamuscagem;
- Avaliar o efeito do binômio tempo de exposição e pressão do gás no chamuscador na redução de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* em carcaças suínas;
- Determinar a temperatura das carcaças após os tratamentos com o chamuscador;
- Identificar o aspecto visual de carcaças suínas após os tratamentos com o chamuscador;
- Mensurar o consumo de gás para os tratamentos testados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PRODUÇÃO E MERCADO DA CARNE SUÍNA

A carne suína é uma das principais proteínas animal consumida e disponível no mundo (USDA, 2017). Conforme informação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o consumo mundial de carne suína vai continuar crescendo, sendo que o consumo global anual de carne está estimado para alcançar 35,5 kg / *per capita* até o ano de 2024 (ABCS, 2016), conforme demonstra a Figura 01.

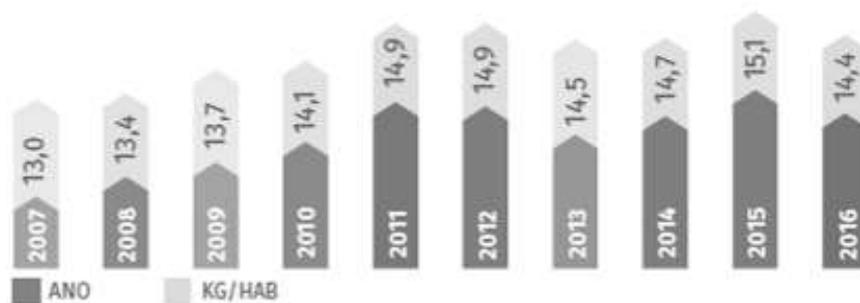
Figura 01 – Estimativa do Consumo Global de Carne em kg/*per capita* até o ano de 2024.



Fonte: ABCS (2016, p. 61).

O levantamento feito pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017), mostra que a produção brasileira de carne suína em 2016, foi de 3.731 mil toneladas, sendo que 80,4% da produção foram destinadas para o mercado nacional e 19,6% foram destinadas a exportações, na qual os cortes suínos possuem 83,42% do total exportado. No cenário do aumento da produção de carne suína, enfatiza-se o aumento do consumo *per capita* nacional (Figura 02). Com relação ao período de 2007 até 2015, o consumo *per capita* nacional apresentou uma elevação de 16,16%, apresentando um leve decréscimo no ano de 2016, justificado pelo aumento da exportação. Com este cenário, destaca-se a importância do cuidado para assegurar a qualidade sanitária da carne suína.

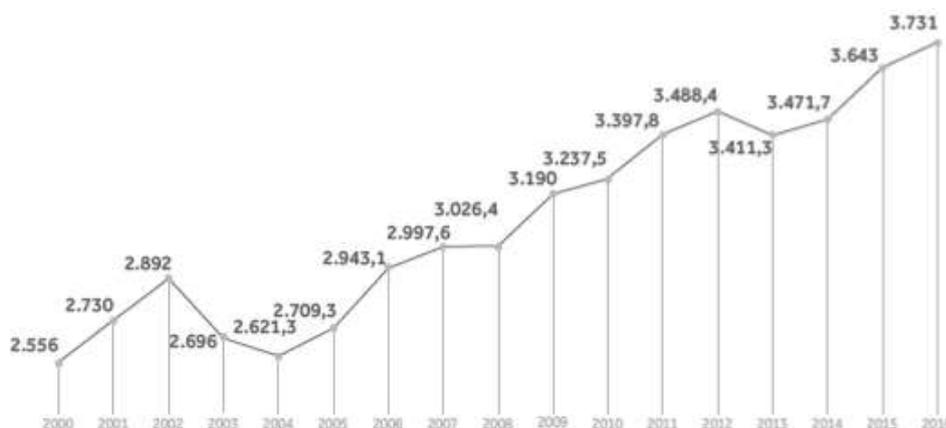
Figura 02 – Consumo *Per Capita* de Carne Suína (kg/habitante).



Fonte: ABPA (2017, p. 49).

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017), a produção brasileira de carne suína está aumentando com o passar dos anos conforme representado na Figura 03, sendo que as exportações brasileiras mantiveram alta de 32% do acumulado de 2016 comparado a 2015, chegando a 732.922 toneladas.

Figura 03 – Produção Brasileira de Carne Suína (mil toneladas).



Fonte: ABPA (2017, p. 47).

Nos últimos anos, o setor do agronegócio em Santa Catarina, respondeu por mais de 60% das exportações do estado, sendo que em 2015 o agronegócio contribuiu com US\$ 4,9 bilhões dos US\$ 7,6 bilhões exportados por Santa Catarina, destacando a carne de frango e de suínos que arrecadaram mais de US\$ 2,2 bilhões (EPAGRI, 2016).

Em 2016 a suinocultura catarinense obteve produção de 969 mil toneladas, sendo que 28,3% foi destinado à exportação e 71,7% ao mercado nacional. De toda a

carne suína exportada pelo Brasil, Santa Catarina respondeu por 38% e faturou US\$ 555,2 milhões, sendo que os principais países de destinos foram Rússia, China e Hong Kong (EPAGRI, 2017).

No quarto trimestre de 2016, as exportações brasileiras de carne suína tiveram a Rússia como seu principal destino, com 35,5% de participação, seguida de Hong-Kong (15,9%) e China (11,7%), sendo que Argentina (5,8%), Uruguai (5,3%) e Cingapura (5,3%) também tiveram participação importante (IBGE, 2017). Mercado esse que pode expandir ainda mais, com melhorias no processo e na qualidade sanitária da carne.

A qualidade sanitária catarinense é diferenciada por ser o único Estado brasileiro livre de febre aftosa sem vacinação e, junto com o Rio Grande do Sul, zona livre de peste suína clássica com certificados da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), devido isto, o Estado tem acesso exclusivo aos mercados mais competitivos do mundo, com habilitação para exportar carne suína para Estados Unidos e Japão (EPAGRI, 2017).

Considerando o crescente consumo de carne suína, atenção especial se deve à qualidade sanitária. Além de impactar na saúde pública, a falta de qualidade pode levar a perdas econômicas. Sendo assim, etapas e melhorias de processo que possam controlar esses microrganismos é de extrema importância.

3.2 QUALIDADE SANITÁRIA DA CARNE

Quando se trata de produção de alimentos, a qualidade sanitária é de extrema importância. A regulamentação, tanto nacional quanto internacional, das exigências para comercialização de alimentos é cada vez mais abrangente. Historicamente, a exigência dos consumidores melhorou a qualidade dos produtos, embora as ações para assegurar alimento de qualidade devam ser uma constante na indústria processadora (VIEIRA, 2008).

O tecido muscular do animal pode, durante as etapas de abate e processamento, ser contaminado através da carga microbiana proveniente da pele,

pés, fezes e vísceras do animal, além de contato com equipamentos, manipuladores e até mesmo do ambiente (ALGINO et al., 2009).

Microrganismos patogênicos como *Salmonella* spp. têm nos animais seu reservatório natural, os quais se comportam como portadores assintomáticos, ou seja, sem apresentar sinais clínicos (ICMSF, 1980; BERENDS et al., 1997). Assim, não seria possível alcançar qualquer padrão microbiológico que estabeleça a ausência de patógenos potenciais em carnes frescas, sem a aplicação de algum tratamento bactericida ao longo do processo. Além disso, o controle ao longo da cadeia produtiva é fundamental para minimizar os riscos de contaminação por estes microrganismos (ICMSF, 1988).

A qualidade microbiológica dos animais que chegam aos abatedouros pode ser assegurada através de três principais itens: boas práticas de fabricação, uso de rações de qualidade microbiológica comprovada e um programa de assistência veterinária aos rebanhos (ICMSF, 1988). Assim, para melhor controle de microrganismos patogênicos, as instalações de processamento de carne devem operar de acordo com os princípios do APPCC, exigido na União Européia, nos Estados Unidos e em outros países (NACMCF, 1997).

Para avaliar o desempenho da higiene do processo deve ser aplicado um programa estatisticamente válido de amostragem de carcaças e seus produtos, uma vez que a União Européia estabeleceu critérios para microrganismos patogênicos (BUNCIC; SOFOS, 2012; EC, 2005), conforme Tabela 01, considerando a coleta das amostras após o término das operações de abate e antes da refrigeração.

Perante este cenário, a indústria brasileira esforça-se para atender os critérios, pois estes são estabelecidos pelos principais países importadores da carne suína, como Rússia, Estados Unidos da América e Cingapura (BRASIL 2004, 2012, 2013). O Brasil definiu padrões microbiológicos para carcaças suínas, através da Circular 130/2007/CGPE/DIPOA (BRASIL, 2007), conforme Tabela 03, na qual objetiva atender a legislação da União Européia. Também, a legislação nacional brasileira preconiza através da RDC nº 12 (BRASIL, 2001) ausência de *Salmonella* spp. em carcaças inteiras ou fracionadas, produtos cárneos de suínos in natura, assim como todos os cortes, miúdos e embutidos in natura.

Tabela 01 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas para União Européia.

Microrganismo	Nível Aceitável	Nível Marginal	Nível Inaceitável
<i>Salmonella</i> spp.	N = 50 c ≤ 5	-	N = 50 c > 5
Aeróbios Mesófilos (log UFC/cm ²)	< 4,0	4,0 a 5,0	> 5,0
Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²)	< 2,0	2,0 a 3,0	> 3,0

Fonte: Regulamento CE 2073/2005.

Tabela 02 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas para Estados Unidos da América.

Microrganismo	Nível Aceitável	Nível Marginal	Nível Inaceitável
<i>Salmonella</i> spp.	N = 55 c ≤ 6	-	N = 55 c > 6
<i>Escherichia coli</i> (log UFC/cm ²)	≤ 1,0	≥ 1,0 e ≤ 4,0	> 4,0

Fonte: Adaptado de Circular 682/2012.

Tabela 03 – Padrões microbiológicos de carcaças suínas no Brasil.

Microrganismo	Nível Aceitável	Nível Marginal	Nível Inaceitável
<i>Salmonella</i> spp.	N = 50 c ≤ 5	-	N = 50 c > 5
Aeróbios Mesófilos (log UFC/cm ²)	< 3,70	≥ 3,70 a < 5,0	≥ 5,0
Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²)	< 2,30	≥ 2,30 a < 3,30	≥ 3,30

Fonte: Adaptado de Circular 130/2007.

Valores indicativos de contaminação acima dos limites máximos requerem ações corretivas para implementação local do sistema de APPCC (BARCO et al., 2015). Além disso, melhorias tecnológicas no abate e no processamento devem ser implementadas, se estas forem disponíveis e contribuirão para o controle microbiológico (BUNCIC; SOFOS, 2012).

3.2.1 Microrganismos Indicadores de Qualidade

Os microrganismos indicadores, quando presentes nas análises microbiológicas, podem fornecer dados sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, por isso, a análise desses microrganismos é uma importante ferramenta para conhecer as condições de higiene em que o alimento foi processado e se trará riscos a saúde do consumidor (CARVALHO, 2010). Assim, podem prover subsídios para qualificar as condições higiênico-sanitárias das carcaças ao longo da linha de

abate, uma vez que são detectados em maior número quando comparados com aos microrganismos patogênicos (MATIAS et al., 2010).

Considerando que a distribuição na superfície da carcaça ocorre de forma heterogênea e que os resultados dos métodos de detecção dos patógenos são qualitativos (presença ou ausência), o caráter qualitativo destas análises dificulta avaliar se o processo tem condições de reduzir contaminantes ou não. Neste sentido, a análise de microrganismos indicadores é mais adequada para avaliar o processo de abate de suínos (KICH; SOUZA, 2015).

A presença de bactérias Gram-negativas, aeróbias ou anaeróbias facultativas nos alimentos, como a família Enterobacteriaceae, é uma indicação de que houve condições favoráveis para a multiplicação de microrganismos patogênicos (FRANCO; LANDGRAF, 2008). A contaminação de alimentos por microrganismos da família Enterobacteriaceae é considerada problema de saúde pública, dentre estes, destacam-se os tipicamente enteropatogênicos ao homem (*Salmonella* e *Shigella* spp.) e outros que apresentam apenas alguns sorotipos enteropatogênicos como é o caso do gênero *Escherichia*, *Edwardsiella*, *Klebsiella*, *Proteus* e *Yersinia* spp. (HOLT; BERGEY, 1994). As determinações das contagens de *Escherichia coli* e de Enterobacteriaceae são recomendadas para serem empregadas como um indicador de contaminação de origem fecal e por agentes patogênicos durante o processo de abate (DELHALLE et al., 2008; MILIOS; DROSINOS; ZOIPOULOS, 2014).

Considerando que as enterobactérias são amplamente distribuídas no ambiente, estão presentes também no trato digestório de animais, e podem ser inativadas através do emprego de sanitizantes, estas podem ser utilizadas como microrganismos indicadores de higiene dos processos de fabricação (KICH; SOUZA, 2015). A análise destes microrganismos, como por exemplo, a contagem de *E. coli*, pode indicar o contato da carcaça com superfícies ou material mal higienizado ou contaminado (KICH; SOUZA, 2015).

A pesquisa realizada por Delhalle et al. (2008) indicou uma correlação positiva entre a quantificação de Enterobacteriaceae, *E. coli* e presença de *Salmonella* em carcaças de suínos. Foi evidenciado por Bollerslev et al. (2017) que níveis mais altos de *E. coli* estão associados a maior probabilidade de contaminação por *Salmonella*. Visto que *E. coli* possibilita demonstrar prováveis contaminações do conteúdo

intestinal dos animais, onde tem-se *Salmonella* spp. uma das principais fontes de contaminação (KICH; SOUZA, 2015).

Ainda, os dados microbiológicos obtidos nos resultados das análises dos indicadores devem ser avaliados para realizar correção de problemas e prevenção de desvios futuros (MILIOS; DROSINOS; ZOIOPOULOS, 2014).

3.2.2 *Salmonella* spp. em Suínos

Em termos de saúde pública, dentre as enterobactérias, *Salmonella* spp. é uma das principais causas de doença gastrointestinal bacteriana em humanos, com 56,8% dos casos de salmonelose relatados através do consumo da carne suína (EFSA, 2012). Segundo dados epidemiológicos, as aves, os ovos, os ovinos e os suínos são os principais veículos de salmoneloses para os humanos (SILVA et al., 2010).

O gênero é caracterizado por bacilos Gram-negativos não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, produtores de gás a partir de glicose e são capazes de usar o citrato como única fonte de carbono. A maioria das espécies são móveis, com exceção da *S. Pullorum* e *S. Gallinarum*, que são imóveis (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Baptista, Dahl e Nielsen (2010) afirmam que os dados provenientes de testes sorológicos das granjas informam o contato dos animais com *Salmonella* spp., e por consequência a possibilidade de haver animais portadores e excretores desta bactéria. Para tanto, animais suscetíveis, livres de *Salmonella* spp., que ficam em contato com animais excretores podem acabar se contaminando antes do início do abate, assim, o transporte dos animais tem sido um dos pontos críticos dentre os diferentes fatores de estresse em etapas pré-abate para a contaminação das carcaças por *Salmonella* spp. (HERNÁNDEZ et al., 2013; MANNION et al., 2012).

Durante o período de criação dos suínos não é possível o controle total deste patógeno, existindo a possibilidade da chegada de animais contaminados nos matadouros frigoríficos. Com isso, a entrada no abate de suínos contaminados, aliados ao número expressivo de animais em uma mesma linha de abate, contribui para a ocorrência de contaminações cruzadas durante as operações de abate (BUNCIC; SOFOS, 2012). A avaliação desde o transporte dos suínos para o

matadouro frigorífico até a desossa dos cortes revelou uma correlação entre a contaminação no pré-abate com as etapas posteriores, com a identificação dos mesmos sorotipos *Salmonella* em praticamente todas as etapas (HERNÁNDEZ et al., 2013).

Na produção de suínos, a contaminação por *Salmonella* spp. é distinguida pela presença de sorovares patogênicos, adaptados ao animal e que provocam doenças em humanos, e a presença de sorovares que não causam doença nos animais, mas que é uma das principais fontes de contaminação das carcaças nos matadouros frigoríficos (SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 2012). Devido a estas peculiaridades, no processo de criação de suínos, *Salmonella* spp. tem os animais como um importante vetor de contaminação (KICH; SOUZA, 2015).

3.3 OPERAÇÕES DE ABATE DE SUÍNOS

Antes do abate, o transporte dos suínos até o frigorífico, o período de espera para o abate e o jejum geram estresse nos animais, o que intensifica a excreção fecal, contaminando o ambiente e os próprios animais que entram em contato com a contaminação e permanecem no local. Devido isto, são tomadas ações mecânicas para remoção da contaminação aparente. Exemplos destas ações são o emprego de jatos de água sob pressão, raspagem das fezes e aplicação de vapor quente. Porém, somente esta remoção não é o suficiente para eliminar algumas contaminações microbiológicas (KICH; SOUZA, 2015).

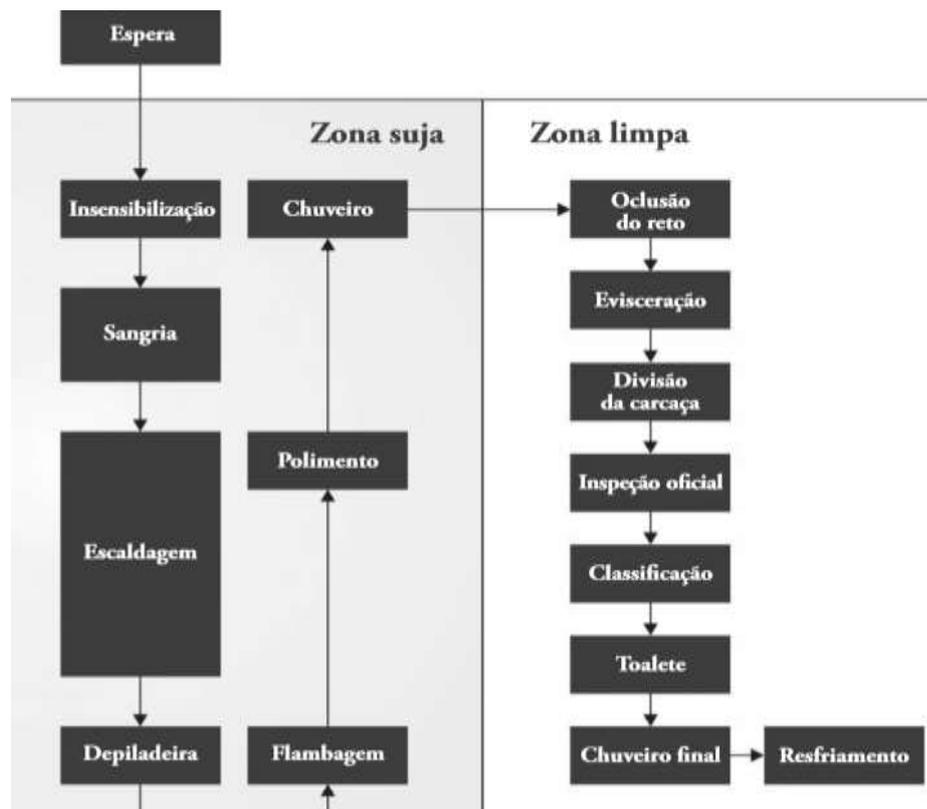
O processo de abate de suínos envolve uma sequência de operações, que são separadas em duas etapas: “zona suja” e “zona limpa”. Segundo a Portaria do MAPA nº 711 de 01 de novembro de 1995, tem-se a definição de:

Zona suja: compreende as operações de sangria, chuveiro após sangria, escaldagem, depilação, chameamento, toailete (retirada de casquinhos, ouvido médio, pálpebras). Zona limpa: compreende as operações de abertura abdominal-torácica, corte da sínfise pubiana, oclusão do reto, abertura da "papada", inspeção de cabeça e "papada", evisceração, inspeção de vísceras, divisão longitudinal da carcaça e cabeça, inspeção de carcaça e rins, inspeção de cérebro, desvio da entrada e saída para a Inspeção Final, retirada do "unto" e chuveiro para carcaças (BRASIL, 1995).

A separação física das zonas “suja” e “limpa” é uma medida de controle para reduzir a contaminação cruzada, assim como se tem o controle de microrganismos para prevenir ou minimizar a contaminação e reduzir ou eliminar (quando esta estiver presente) (SOFOS; GEORNARAS, 2010).

As operações resumidas do processo de abate de suínos contemplam o apresentado na Figura 04.

Figura 04 – Fluxograma Resumido de Abate de Suínos.



Fonte: KICH; SOUZA (2015, p. 118).

Várias etapas caracterizam o processo de abate de suínos num matadouro frigorífico, dentre elas destaca-se a aplicação de calor seco (flambagem/chamuscamento). Na etapa de depilação não são removidas todas as cerdas, devido à dificuldade de alcance da máquina em todas as partes da carcaça suína, desta forma, o chamuscamento/flambagem por combustão de gás, complementa esta etapa através da queima de cerdas remanescentes (BUNCIC; SOFOS, 2012). A etapa de chamuscagem é obrigatória na legislação brasileira, e juntamente com as etapas posteriores (toaleta e lavagem da carcaça) define a

finalização das operações da zona “suja” do abate de suínos (BRASIL, 1995). Estas últimas operações contribuem para remover o restante dos resíduos derivados do processo de chamuscagem (KICH; SOUZA, 2015).

Intervenções para reduzir os níveis de contaminação de carcaças suínas faz-se necessário devido aos vários tipos e número de microrganismos contaminantes na superfície da carcaça (SOFOS, 2008; CHOI et al., 2013), também possuem estudos realizados na etapa de depilação que demonstraram que esta etapa consiste numa fonte importante de disseminação da contaminação fecal principalmente (BORCH; NESBAKKEN; CHRISTENSEN, 1996; RIVAS; VIZCAÍNO; HERRERA, 2000; SPESCHA; STEPHAN; ZWEIFEL, 2006). O contato entre a parte interna do suíno e o ambiente é limitado pela pele, a qual age como uma barreira contra a entrada de patógenos para o interior da carne. Por isso, enfatiza-se a importância do tratamento de descontaminação na superfície da carcaça, evitando a contaminação cruzada e desenvolvimento de microrganismos.

Estudos vêm sendo realizados com o objetivo de verificar a eficiência do uso de metodologias alternativas de aplicação de substâncias químicas para descontaminação de carcaças (CARPENTER; SMITH; BROADBENT, 2011; CARRANZA et al., 2013; BRUSTOLIN et al., 2014). Todavia, verifica-se que estas estratégias são bem estabelecidas para matadouros de bovinos e frangos, sendo pouco utilizadas para suínos (HUGAS; EIRINI, 2008). Além disso, existem restrições legais sobre o uso de produtos químicos, assim, devido a constante necessidade de melhoria nas condições microbianas de carcaça no final do processo, a descontaminação física ganha destaque (HUGAS; EIRINI, 2008; BARCO et al., 2015).

Além das condições de operação de cada etapa do abate, o modelo de equipamento utilizado, as boas práticas de fabricação e os procedimentos de higienização dos equipamentos e utensílios são os principais fatores para a obtenção de bons resultados microbiológicos (DELHALLE et al., 2008). Sendo que ações que possibilitam melhorar as operações já existentes para que seja possível melhorar a qualidade microbiológica das carcaças são de fundamental importância perante as presentes exigências.

Neste sentido, o chamuscamento, além de queimar as cerdas remanescentes, auxilia na redução dos microrganismos superficiais (ICMSF, 2005). No entanto, o uso

adequado da chama com o intuito de redução da contaminação microbiológica, requer estudos aprofundados para garantir a eficácia desta etapa.

3.4 OPERAÇÃO DE CHAMUSCAMENTO

Embora o uso do chamuscamento não tenha parâmetros estabelecidos na legislação, esta etapa está inserida na toailete de depilação conforme previsto no item 8, alínea a) da Portaria 711 de 1995, que possibilita um complemento do processo para remoção dos pelos, aprovado pelo DIPOA (BRASIL, 1995; KICH; SOUZA, 2015).

O processo é realizado pela aplicação de calor por chama de gás na superfície da carcaça. A chama pode ser aplicada manualmente com auxílio de um maçarico, ou em equipamento semelhante a um túnel, que enquanto a carcaça passa pelo interior, ocorre a emissão da chama controlada automaticamente, por meio de quatro colunas de bicos queimadores (KICH; SOUZA, 2015).

Figura 05 – Chamuscador automático.



Fonte: A autora.

Existem modelos de chamuscador que possuem sensor que detectam o suíno na entrada do chamuscador, e assim, a aplicação da chama é cronometrada do início

ao fim da chamuscagem do suíno. Através do acionamento da válvula de gás, as chamas são transferidas do queimador piloto para os queimadores principais, até que o tempo máximo de chamuscagem seja atingido, fazendo com que as chamas dos queimadores principais se apaguem (SULMAQ, 2017).

A eficácia desta etapa está diretamente relacionada com a intensidade da chama de gás, a qual vai influenciar na temperatura gerada, e também tem relação com o posicionamento dos bicos queimadores, os quais garantem a homogeneidade da chama em toda superfície da carcaça. Por isso, nesta etapa, o monitoramento da pressão de gás e da integridade dos bicos é fundamental (KICH; SOUZA, 2015).

A combustão no chamuscador depende da composição do combustível, fração relativa do combustível e do oxigênio, temperatura e pressão (GRACETTO; HIOKA; SANTIN, 2017). A combustão incompleta produz menor energia, por isso existe a diferença entre as cores das chamas, sendo a chama amarela, característica da combustão incompleta, já a chama azul é característica de uma combustão completa, com maior energia e maior temperatura (GRACETTO; HIOKA; SANTIN, 2017).

O controle da mistura de ar com gás combustível faz-se necessário para atingir a combustão requerida. A regulagem desta mistura tem como referencial a cor da chama. A exemplo, a chama amarela, além de apresentar temperaturas mais baixas, gera fuligem, afetando os bicos queimadores. Por outro lado, a chama azul, com temperatura muito alta, pode provocar queimaduras nas carcaças, afetando o seu aspecto visual (SULMAQ, 2017).

O chamuscador pode apresentar diferenças operacionais de acordo com o modelo do fabricante. Os chamuscadores automáticos da empresa BANSS podem trabalhar com gás natural ou gás propano, e possuem diferentes modelos que permitem operar com pressão de gás de aproximadamente 0,051 a 0,51 kgf/cm², e de aproximadamente 0,51 a 1,02 kgf/cm², dependendo da capacidade do equipamento, que está relacionada com a produção diária de abate (BANSS, 2017).

Por outro lado, a empresa Sulmaq[®] produz chamuscadores automáticos com capacidade de 300 a 600 suínos por hora, os quais trabalham com o gás liquefeito de petróleo (GLP), sugerem uma pressão de entrada da central de gás de 1,1 a 1,5 kgf/cm² com tubulação de 3" para evitar a falta de gás devido ao consumo durante o tempo de chamuscagem, e o equipamento queimador possui uma válvula que reduz para a pressão de trabalho sugerida de 0,2 a 0,5 kgf/cm² (SULMAQ, 2017). Assim, o

modelo de equipamento utilizado tem suas particularidades que pode interferir no desempenho da chama aplicada.

A Instrução Normativa IN 001/DAT/CBMSC (CBMSC, 2015) estabelece pressão máxima para abrigos de GLP na área externa a edificação, baseado em segurança contra incêndio para os imóveis fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, sendo o padrão de no máximo de 1,5 kgf/cm² (MOCELLIN, 2015).

Apesar da principal função do chamuscamento não ser a redução da contaminação bacteriana, essa operação da zona suja do processo de abate pode contribuir para a descontaminação de carcaças de suínos (LORETZ; STEPHAN; ZWEIFEL, 2011), podendo controlar o nível de bactérias e reduzir a quantidade presente nas carcaças (YU et al., 1999), sendo considerada a etapa mais efetiva para a inativação microbiana (EFSA, 2010).

O chamuscamento tem-se demonstrado uma medida de intervenção interessante e com relação custo/benefício favorável, por se tratar de uma etapa obrigatória no processo (BRASIL, 1995), sendo necessárias pesquisas com intuito de estabelecer padrões para obter melhores resultados microbiológicos, visto que o efeito da chamuscagem é dependente do tempo de exposição no equipamento e da temperatura a qual a carcaça é submetida (EFSA, 2010).

Caso a chama de gás não atinja regiões protegidas como dobras de pele, Enterobacteriaceae como *Salmonella* spp. permanece viável (BUNCIC; SOFOS, 2012). Assim sendo, deve-se realizar ajuste na estrutura do chamuscador para que todas as regiões da carcaça sejam atingidas, como tempo e temperatura de operação (BUNCIC; SOFOS, 2012; LORETZ; STEPHAN,; ZWEIFEL, 2011). Deste modo, a passagem da carcaça pela chama do chamuscador pode ser incluída como ponto crítico de controle (PCC) do programa de APPCC, desde que seja estabelecido um limite crítico (tempo e temperatura) e um sistema de monitoramento (PEARCE et al., 2004; KICH; SOUZA, 2015).

Algumas pesquisas realizadas no processo de abate comprovam a redução da contagem microbiana na etapa de chamuscagem. Silva et al. (2012) avaliaram a presença de *Salmonella* spp. na superfície de carcaças em 3 diferentes frigoríficos e demonstraram efeito positivo na etapa de chamuscagem para o controle da contaminação através das amostras coletadas após esta etapa, as quais

apresentaram redução dos grupos clonais em todos os frigoríficos do estudo. Wheatley, Giotis e Mckevitt (2014) pesquisaram os níveis de contaminação no abate de suínos e evidenciaram reduções significativas após escaldagem e chamuscamento. Na pesquisa realizada por Corbellini et al. (2016) sobre a contagem de Enterobacteriaceae associados com presença de *Salmonella* spp. em etapas do abate de suínos, foi possível evidenciar redução drástica na contagem na etapa de chamuscamento. Com estas pesquisas já realizadas, pode-se visualizar que são necessários estudos mais específicos sobre os efeitos dos parâmetros do chamuscador como tempo e pressão do gás na descontaminação, visto que os parâmetros de tempo e temperatura desta etapa são raramente relatados (PEARCE et al., 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A influência da pressão de gás e do tempo de chama do chamuscador sobre a redução de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* foi avaliada por um delineamento inteiramente casualizado com dois fatores, cada qual com dois níveis, resultando em quatro tratamentos e três repetições por tratamento.

Um total de 4 tratamentos foram aplicados nas carcaças através do chamuscador. As amostras foram analisadas quanto à contagem de enterobactérias e *E. coli* (itens 4.3.1 e 4.3.2), temperatura de carcaça (item 4.3.3), aspecto visual (item 4.3.4) e consumo de gás (item 4.3.5).

Cada tratamento consistiu em um binômio tempo de exposição e pressão de gás do chamuscador, que foram determinados baseados nas condições de operações mínimas e máximas do chamuscador no matadouro frigorífico de estudo, com foco na qualidade da chama e aspecto visual da carcaça que é importante comercialmente. Desta forma, para as pressões foram considerados a capacidade do equipamento e intensidade e cor de chama gerada, sendo a pressão mínima a ser utilizada de 0,6 kgf/cm² e a máxima de 0,8 kgf/cm². Já para os tempos, foi considerado o aspecto visual da carcaça (ineficiente e intensa), sendo o tempo mínimo a ser utilizado de 3,7 segundos e o máximo de 4,2 segundos.

As amostras de cada tratamento (T1, T2, T3 e T4) foram coletadas em três repetições, sendo uma em cada dia, em dias alternados, no período de junho e julho de 2018. A cada dia foram coletadas amostras de 5 carcaças aleatórias antes do chamuscador, e as mesmas 5 carcaças depois de passar pelo chamuscador, para cada tratamento, coletando-se 40 amostras por dia, totalizando 120 amostras para as três repetições (Tabela 04).

O número de amostras foi baseado em trabalhos realizados no abate de suínos (PEARCE et al., 2004; CATTANI, 2012; BRUSTOLIN et al., 2014) e no histórico de coletas do matadouro neste ponto do abate. Também, os lotes de suínos foram selecionados dentro do sistema integrado de produção, os quais tiveram similares

condições de tratamento, visto que neste sistema, os animais e a ração provem da mesma origem e as condições de manejo dos lotes são padronizadas (ABCS, 2014).

Tabela 04 – Tratamentos tempo e pressão do chamuscador aplicados no experimento para análises microbiológicas.

Tratamento	Variáveis		Número de amostras coletadas		
	Tempo (s)	Pressão (kgf/cm ²)	Antes do chamuscador	Depois do chamuscador	Total
T1	3,7	0,6	15	15	30
T2	4,2	0,6	15	15	30
T3	3,7	0,8	15	15	30
T4	4,2	0,8	15	15	30
TOTAL			60	60	120

4.2 MATERIAL

4.2.1 Carcaças Suínas

Para avaliar os binômios tempo e pressão relacionados às análises microbiológicas foram amostradas 60 carcaças de suínos de um matadouro frigorífico localizado na região sul do Brasil, com capacidade diária de abate de 230 suínos por hora, o qual opera com SIF e sistema de APPCC implantado.

Os lotes de suínos, para cada repetição, foram de cruzamento das raças Duroc e Landrace, de produtores com capacidade máxima de alojamento de 1000 animais, com peso médio na propriedade de 125 ± 8 kg e idade média de 128 dias. Os lotes para as coletas de análises microbiológicas foram abatidos antes da higienização operacional, visando aplicar o experimento em uma condição de maior carga microbiana.

Para avaliação do aspecto visual e temperatura das carcaças submetidas ao chamuscador, foram realizadas amostragens aleatórias na linha de abate, totalizando 30 carcaças e 5 carcaças, respectivamente, para cada tratamento e repetição.

4.2.2 Chamuscador

O experimento no matadouro frigorífico foi realizado através do equipamento que chamusca (chamuscador) com modelo automático adaptado da marca Sulmaq[®], que opera com GLP, com 38 bicos queimadores que abrangem toda a carcaça, com distância dos bicos até a carcaça ideal para o comprimento da chama, e condições de operações de tempo de queima e pressão de gás reguláveis, pressão do ar de 7,0 kgf/cm², com capacidade aproximada de 400 suínos por hora.

4.3 MÉTODOS

4.3.1 Coleta das amostras para análise microbiológica

O procedimento das coletas das amostras foi realizado de acordo com a Circular nº 130/2007/CGPE/DIPOA (BRASIL, 2007), método não destrutivo, pela aplicação de *swabs* tipo esponja abrasiva e descartável, previamente hidratadas com 10 mL de água peptonada tamponada (3MTM), utilizando um delimitador de aço inox de 10x10 cm previamente esterilizado. As esponjas com área de amostragem de 100 cm² foram coletadas de forma asséptica, em quatro pontos, totalizando 400 cm² de área coletada, sendo: pernil, lombo, barriga e papada da carcaça suína (Figura 06). Em cada ponto, esfregou-se a esponja por 10 vezes no sentido vertical e 10 vezes no sentido horizontal, sobre a área delimitada, repetindo os movimentos com o outro lado da esponja, para posteriormente recolocar a esponja na embalagem original. A embalagem da esponja foi fechada e refrigerada à temperatura de 7 °C para encaminhar imediatamente para o laboratório realizar as análises.

Este procedimento foi realizado com a mesma carcaça nos dois pontos de coleta (antes e depois da etapa de chamuscagem), no mesmo lado da carcaça.

Figura 06 – Pontos de coleta dos swabs para contagem microbiológica.



Fonte: A autora.

4.3.2 Análises Microbiológicas

Em cada amostra de esponja foram realizadas análises em duplicata de contagem de Enterobacteriaceae e contagem de *Escherichia coli*, as quais foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da empresa, acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO.

A contagem de *Escherichia coli* foi realizada em placas Petrifilm (3M™ Petrifilm™) para contagem de *E. coli* / coliformes (EC). A técnica segue a referência dos métodos oficiais da AOAC 991.14 (AOAC, 2016a) e 998.08 (AOAC, 2016b).

A contagem de Enterobactérias foi realizada em placas Petrifilm (3M™ Petrifilm™) para contagem de Enterobacteriaceae (EB). A técnica segue o método oficial de referência da AFNOR (AFNOR, 1997).

Os resultados foram expressos em UFC/cm².

4.3.3 Determinação da temperatura da carcaça após o chamuscador

A temperatura das carcaças foi medida após 12 segundos da aplicação da chama no chamuscador, tempo este necessário para que a carcaça saia de dentro do chamuscador e a temperatura não seja influenciada pela próxima chama provinda da próxima carcaça. Foram medidas com auxílio de uma câmera termográfica, marca Fluke[®], modelo Termovisor FLUKE-TI25, que mensura de -20 °C até +350 °C (-4 °F a +662 °F), com exatidão de ± 2 °C.

Para avaliar a temperatura durante o processo para cada tratamento, foram obtidas imagens térmicas de 5 carcaças após 15 minutos de chamuscagem no mesmo tratamento e analisadas através do método por perfil de linha no *software* livre Fluke SmartView[®], metodologia descrita por Le Roux et al. (2015), em que foi evidenciado que existiu um atraso médio de 15 minutos para equalizar a temperatura de referência devido existência de pausas no processo, e os resultados mostraram que o método por perfil de linha foi validado como simples e preciso, sendo que um conjunto de 5 carcaças foram suficientes para a análise do tratamento térmico em quatro matadouros de suínos analisados.

As imagens térmicas foram capturadas para cada tratamento, com a distância de 1,80 m e o ângulo da câmera de 90°. A emissividade foi tomada como 0,97.

4.3.4 Avaliação do aspecto visual de carcaças após o chamuscador

As avaliações de aspecto visual foram realizadas para cada tratamento, através da análise visual das carcaças de suíno em linha, antes e depois da chamuscagem. Foram consideradas queimaduras superficiais de qualquer tamanho, em qualquer ponto da carcaça (indicativa de chamuscagem intensa ou concentrada), assim como aspecto avermelhado (indicativo de chamuscagem ineficiente). As carcaças que apresentaram um padrão visual intermediário a estes dois foram consideradas como padrão aceitável e foram contabilizadas para fazer um comparativo entre os tratamentos.

4.3.5 Cálculo do consumo de gás do chamuscador

O gasto energético de cada tratamento foi calculado pela variação do volume do gás no tanque da central de fornecimento, que varia de acordo com o tempo que o gás fica liberado para ser consumido no chamuscador.

O cálculo foi realizado para cada tratamento, conforme equação:

$$\text{Gasto energético (g/suíno)} = \frac{(V_i * Q_{\text{gás}}) - (V_f * Q_{\text{gás}})}{\text{Total de suínos chamuscados}} \quad (1)$$

Em que:

V_i = Volume inicial do gás (%).

V_f = Volume final do gás (%).

$Q_{\text{gás}}$ = Quantidade de gás em 1% do volume.

O resultado da equação aponta o consumo de gás em gramas por suíno chamuscado, e este resultado foi convertido em moeda brasileira, em real (R\$).

4.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados das análises microbiológicas de *E. coli* e Enterobacteriaceae foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para avaliação da normalidade, ao nível de 95% de significância.

Os dados das análises de microrganismos indicadores de qualidade e das temperaturas das carcaças foram submetidos à análise de variância, seguidos pelo Teste de Tukey, para comparação entre as médias dos resultados, ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$), utilizando o software STATISTICA[®] versão 12.0 (Statsoft Inc., USA). Já os dados qualitativos da avaliação visual do aspecto da carcaça e do consumo do gás foram expressos de forma descritiva e em porcentagem da frequência dos defeitos e conformidades observadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INFLUÊNCIA DA ETAPA DE CHAMUSCAMENTO SOBRE OS NÍVEIS MICROBIOLÓGICOS

A eficiência da descontaminação do chamuscador foi avaliada através da diferença entre as cargas microbianas antes e depois do tratamento em cada condição de pressão e tempo de exposição, e também através do percentual de redução das contagens de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli*, em que, foi analisado o número de amostras que atingiram o máximo de redução da carga microbiana. Considerando não detectado resultados $<0,0625$ UFC/cm², devido ao limite de detecção do método. A Tabela 05 apresenta os níveis médios de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* antes e depois do tratamento com o chamuscador e o percentual de redução.

Tabela 05 – Redução de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* em carcaças suínas antes e depois do chamuscador.

Tratamentos	Enterobacteriaceae			<i>Escherichia coli</i>		
	Média ± desvio padrão (UFC/cm ²)		% de redução	Média ± desvio padrão (UFC/cm ²)		% de redução
	Antes	Depois		Antes	Depois	
T1	1,1063 ^{Aa} ± 0,3096	0,0083 ^{Ab} ± 0,0095	80 ^A	0,3727 ^{Aa} ± 0,2804	0,0021 ^{Aa} ± 0,0036	93,33 ^A
T2	1,1354 ^{Aa} ± 0,5948	0,0333 ^{Ab} ± 0,0577	93,33 ^A	0,3042 ^{Aa} ± 0,1751	0,0042 ^{Ab} ± 0,0072	93,33 ^A
T3	0,6125 ^{Aa} ± 0,3023	0,0062 ^{Ab} ± 0,0108	93,33 ^A	0,2646 ^{Aa} ± 0,2707	Nd ^{Aa}	100 ^A
T4	1,1542 ^{Aa} ± 0,7313	0,0042 ^{Aa} ± 0,0072	93,33 ^A	0,3000 ^{Aa} ± 0,0797	Nd ^{Ab}	100 ^A

Tratamentos: T1 (0,6 kgf/cm² por 3,7 s); T2 (0,6 kgf/cm² por 4,2 s); T3 (0,8 kgf/cm² por 3,7 s) e T4 (0,8 kgf/cm² por 4,2 s).

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Antes da etapa de chamuscagem os valores médios de contagem de Enterobacteriaceae variaram de 0,6125 a 1,1542 UFC/cm², para os tratamentos T3 e T4, com pressão de 0,8 kgf/cm² e tempos de 3,7 e 4,2 segundos, respectivamente. Após a chamuscagem as carcaças apresentaram uma redução significativa nas

contagens, exceto pelo tratamento T4, cuja, contagens iniciais, teve uma amostra pontual que ficou com a contagem um pouco maior que a maioria da amostragem analisada interferindo diretamente na comparação. Os valores médios de Enterobacteriaceae após a chamuscagem variaram de 0,0042 a 0,0333 UFC/cm², para os tratamentos T4 e T2, com tempo de 4,2 segundos e pressão de 0,8 e 0,6 kgf/cm², respectivamente.

Em relação à contagem de *E. coli* somente os tratamentos com tempo de 4,2 s (T2 e T4) apresentaram diferença ($p < 0,05$) antes e depois do chamuscador. As médias de contagem reduziram de 0,3042 para 0,0042 UFC/cm² na pressão de 0,6 kgf/cm² (T2) e de 0,3000 para 0,0001 UFC/cm² na pressão de 0,8 kgf/cm² (T4), embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos em suas contagens iniciais e finais (antes e depois do chamuscador).

As contagens de Enterobacteriaceae e *E. coli* nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não apresentaram diferença estatística entre si, antes ou depois do chamuscador. Destaca-se que os binômios foram estabelecidos levando em consideração as limitações do chamuscador com relação às condições aplicáveis ao matadouro, pois uma pressão menor que 0,6 kgf/cm² comprometeu a qualidade da chama emanada, resultando em uma chamuscagem ineficiente, assim como o tempo menor que 3,7 segundos. Já a pressão maior que 0,8 kgf/cm² ou tempo maior que 4,2 segundos foram condições mais próximas do excessivo. Para ambas as limitações avaliadas foi considerada a qualidade visual do produto perante a sua comercialização e aceitação no mercado.

Todos os tratamentos proporcionaram redução maior que 93,33% de Enterobacteriaceae, exceto o tratamento T1 com menor tempo de chamuscamento (3,7 segundos) e pressão (0,6 kgf/cm²) que atingiu redução de 80%. Os tratamentos com pressão de 0,8 kgf/cm² (T3 e T4) obtiveram destaque por proporcionar uma redução de 100% nas contagens de *E. coli*, já os tratamentos com pressão de 0,6 kgf/cm² (T1 e T2) alcançaram redução maior que 93,33%.

Para o matadouro de suínos no estudo de Pearce et. al. (2004), o chamuscador apresentou condições de trabalhar com temperatura aproximada de 1200 °C por 15 segundos, o qual proporcionou redução de contagem microbiana de 2.5 log₁₀ UFC/cm².

Um estudo realizado em matadouros de suínos no Reino Unido possibilitou estimar a média do tempo de chamuscagem de 7,61 segundos, variando de 0 a 20 segundos, também, os autores observaram que o aumento do tempo de chamuscagem resultou em menor probabilidade de análises positivas de *Salmonella* spp. nas coletas de swab de carcaça (MARIER et al., 2014).

Através do contato direto com as chamas, as carcaças ficam expostas a altas temperaturas, o que proporciona uma rápida eliminação ou redução dos microrganismos presentes. A efetividade das reduções bacterianas em carcaças de suínos após a chamuscagem foram relatadas em vários estudos (RAHKIO et al., 1992; YU et al., 1999; RIVAS; VIZCAÍNO; HERRERA, 2000; BOLTON et al., 2002; PEARCE et al., 2004; ALBAN et al., 2005; SPESCHA et al., 2006; LE ROUX et al., 2015), sendo que relacionado às Enterobacteriaceae foram principalmente na faixa de 1,8 a 2,8 ordens de magnitude (RAHKIO et al., 1992; YU et al., 1999; BOLTON et al., 2002; PEARCE et al., 2004; SPESCHA et al., 2006). Já relacionado à *Salmonella*, dados coletados por Yu et al. (1999) mostraram uma redução na incidência de 7% para 0% com o uso do chamuscador.

Ghafir et al. (2008) relataram que as carcaças de suínos que apresentaram amostras positivas para *Salmonella* spp. também apresentaram maiores níveis de *E. coli* e Enterobacteriaceae, demonstrando uma correlação entre os níveis destes indicadores com a prevalência de *Salmonella* spp., sendo esta, uma das principais enterobactérias em termos de saúde pública.

É reconhecido que etapas que permitem aquecimento da superfície da carcaça, como escaldagem e chamuscamento, reduzem os níveis de contaminação microbiana (PEARCE et al., 2004; BUNCIC; SOFOS, 2012). Alban et al. (2005) estabeleceram um modelo de risco para simular a prevalência da infecção por *Salmonella* durante a produção do suíno no produtor até a carcaça no matadouro, e concluíram que a etapa de chamuscagem é a única em todo processo de abate de suínos que pode eliminar a contaminação por *Salmonella* spp., sendo ainda evidenciado que a probabilidade de *Salmonella* spp. sobreviver aumenta, caso a eficácia do chamuscador seja reduzida.

A possível presença de bactérias após a escaldagem pode ser justificada pelo excesso de sujidades no suíno podendo permanecer aderida na pele mesmo após o tratamento, derivadas de processos pré-abate, como bem estar animal no campo,

transporte, jejum e espera, assim como, a temperatura da água ou o tempo de escaldagem estarem abaixo do ideal (KICH; SOUZA, 2015).

Outra etapa que impacta na carga microbiana antes do chamuscador é a depilação, feita por uma máquina que pode aumentar os níveis de microrganismos nas carcaças, pois o reto do suíno se encontra aberto e pode ocorrer extravasamento do conteúdo fecal, contaminando a carcaça e o equipamento, podendo acarretar em contaminação cruzada posterior (KICH; SOUZA, 2015).

Depois de chamuscada, a carcaça passa pela etapa de polimento, e as bactérias que sobreviveram podem ser disseminadas mecanicamente pelos raspadores, os quais podem ser de difícil acesso prejudicando a higienização (BORCH; NESBAKKEN; CHRISTENSEN, 1996). Para este caso, foi evidenciado por Yu et al. (1999) a eficácia de duas etapas de chamuscagem, uma delas após o primeiro polimento, depois da depilação, e a outra após o segundo polimento, o primeiro chamuscador reduziu as bactérias aeróbias e coliformes em 1,2 e 2,1 log UFC/cm², enquanto o segundo chamuscador reduziu entre 0,5 e 1,6 log UFC/cm².

Segundo Bolton et al. (2002) melhorias realizadas na etapa de chamuscagem poderiam eliminar a necessidade de polimento posterior na carcaça, evitando a contaminação que esta etapa propicia, ainda os autores sugerem que a etapa de polimento poderia ser substituída por uma etapa de lavagem da carcaça com água quente, a qual proporcionaria descontaminação da carcaça.

A evisceração na zona limpa do abate é a principal etapa que pode aumentar a contagem microbiana após a chamuscagem (BERENDS et al., 1997), fato este relatado em alguns estudos (RIVAS; VIZCAÍNO; HERRERA, 2000; PEARCE, et al., 2004; ALBAN et al., 2005; SILVA et al., 2012; CORBELLINI et al., 2016). Além disso, foi relatado por Busser et al. (2011) que na zona limpa do abate nenhuma etapa possibilita a redução da contaminação das carcaças, o que faz com que, conseqüentemente, as etapas posteriores ampliem a contaminação (DELHALLE et al., 2008).

Portanto, ao se obter maior redução da contagem microbiana durante a etapa de chamuscagem, menor será a probabilidade de contaminação cruzada entre os equipamentos e demais carcaças nas próximas etapas do processo, demonstrando a importância desta etapa no ponto de vista microbiológico.

5.2 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DA CARÇA APÓS O CHAMUSCADOR

Kich e Souza (2015) relatam que a temperatura que a carcaça é exposta nesta etapa pode ultrapassar 700 °C. Neste experimento, o termômetro utilizado apresentava limite máximo de calibração 370 °C. Em todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) o termômetro indicou que a chama estava acima deste limite.

O GLP pode chegar a altas temperaturas, pois possui alto poder calorífico, o que proporciona alta capacidade de calor na chama (PETROBRAS, 2018), entretanto, considerando o tratamento térmico para inativação microbiana, a temperatura que a carcaça atinge é um referencial mais apropriado para avaliar diferenças entre os tratamentos testados, uma vez que a variação desta pesquisa está no tempo de exposição da carcaça à chama e da pressão do gás gerada.

Para aplicação do método do perfil de linha, uma linha foi traçada na imagem entre as extremidades da carcaça (do pernil até a papada), e as temperaturas da superfície dessa região foram analisadas (Figura 07).

Figura 07 – Método do perfil de linha para avaliação das temperaturas para cada tratamento.



Fonte: A autora.

A linha gerada pelo *software* Fluke SmartView[®] do equipamento Termovisor[®] FLUKE-TI25 apresentou o gradiente de temperatura que permitiu calcular a temperatura mínima, intermediária e máxima. Com o registro destes valores foi possível avaliar a variação de temperatura nas superfícies da carcaça. Em todos os

tratamentos a parte superior da carcaça (pernil) apresentou as temperaturas mais elevadas, visto que o calor tende a subir, ao contrário da parte inferior (papada), que apresentou as temperaturas mínimas. Já a área entre estes dois pontos (barriga e lombo), apresentaram as temperaturas intermediárias. Assim, foi possível realizar comparação entre as temperaturas encontradas para cada tratamento, conforme Tabela 06.

Tabela 06 – Temperaturas das carcaças após a chamuscagem para cada tratamento.

Tratamento	Temperatura média \pm desvio padrão ($^{\circ}$ C)		
	Mínima	Intermediária	Máxima
T1	53,90 ^d \pm 0,55	57,51 ^d \pm 0,25	61,00 ^d \pm 0,69
T2	56,31 ^c \pm 0,18	60,21 ^c \pm 0,29	64,94 ^c \pm 0,56
T3	58,94 ^b \pm 0,37	65,16 ^b \pm 0,18	71,35 ^b \pm 0,38
T4	60,75 ^a \pm 0,39	67,96 ^a \pm 0,18	75,36 ^a \pm 0,32

Tratamentos: T1 (0,6 kgf/cm² por 3,7 s); T2 (0,6 kgf/cm² por 4,2 s); T3 (0,8 kgf/cm² por 3,7 s) e T4 (0,8 kgf/cm² por 4,2 s).

*Média das contagens nas colunas, seguidas de letras iguais indicam não haver diferença significativa à nível de 5% (Teste de Tukey).

Com a regulagem do chamuscador foi possível variação de tempo de 0,5 segundos e de pressão de 0,2 kgf/cm², entre os tratamentos. As variações de tempo e pressão interferiram diretamente na temperatura das carcaças durante o chamuscamento. Observou-se um aumento significativo ($p < 0,05$) das temperaturas mínima, intermediária e máxima das carcaças com o aumento do tempo e da pressão de chamuscamento.

As temperaturas mínimas das carcaças variaram de 53,90 a 60,75 $^{\circ}$ C, a intermediária de 57,51 a 67,96 $^{\circ}$ C e as máximas de 61 a 75,36 $^{\circ}$ C para os tratamentos T1 e T4, respectivamente. Comparando os tratamentos que atingiram menor e maior temperatura, T1 e T4, respectivamente, tem-se a diferença de 6,85 $^{\circ}$ C na temperatura mínima, 10,45 $^{\circ}$ C na temperatura intermediária e 14,36 $^{\circ}$ C na temperatura máxima.

Considerando que a temperatura das carcaças antes da chamuscagem é de 32 $^{\circ}$ C, os tratamentos alcançaram incremento de temperatura intermediária de 25,51 $^{\circ}$ C (T1), 28,21 $^{\circ}$ C (T2), 33,16 $^{\circ}$ C (T3) e 35,96 $^{\circ}$ C (T4), em rápido período de tempo (3,7 e 4,2 s). Nesta condição, tem-se mais dificuldade de termo resistência dos microrganismos, pelo fato de que o tempo em que a bactéria fica exposta à alta temperatura é em poucos segundos, e existem estudos que demonstram que a condição de tornar-se termo resistente deve-se à maior tempo exposto a determinada

temperatura (HUMPHREY, 1981; PEÑA-MELÉNDEZ; PERRY; YOUSEF; 2014). Também, sabe-se que as bactérias são mais resistentes ao calor em ambientes com mais água do que secos (JAY, 2005).

Apesar de terem sido registradas variações de temperatura em diferentes pontos da carcaça durante o chamuscamento, para contagem microbiana foram realizadas amostragens representativas de toda carcaça através de esponjas com áreas totais de 400 cm² a partir de quatro pontos: pernil, lombo, barriga e papada da carcaça suína. Caso a temperatura do tratamento não for suficientemente alta, ocorre a inativação incompleta do microrganismo, podendo gerar a recuperação e o crescimento posteriormente (TURNER, 2002). No estudo realizado por Richards et al. (2009), foi sugerido que a presença de pontos frios na operação de chamuscagem influencia na sobrevivência das bactérias na superfície da carcaça, e como posteriormente ocorre a etapa de polimento, estas bactérias remanescentes podem causar uma redistribuição da contaminação.

Borch et al. (1996) afirmam que a temperatura da superfície da carcaça suína pode atingir 100 °C durante a operação de chamuscamento, em poucos segundos de chamuscagem. Considerando a baixa carga microbiana inicial (Tabela 05) as temperaturas atingidas pelas carcaças foram suficientes para eliminação de Enterobacteriaceae e *E. coli*.

Embora tratamentos com maior temperatura proporcionem uma maior inativação microbiana, outra questão a se considerar é o aspecto visual do produto, que tem grande importância comercial.

5.3 AVALIAÇÃO DO ASPECTO VISUAL DE CARÇAÇAS APÓS O CHAMUSCADOR

Naturalmente, o aspecto visual das carcaças apresenta diferenças de acordo com a sua variabilidade genética. Neste experimento foi avaliado o cruzamento das raças Duroc e Landrace, as quais tem pelagem, vermelho dourado e rosada, respectivamente, podendo ter manchas escuras. Nesta condição, é necessário avaliar a carcaça antes e depois do tratamento com o chamuscador, pois alguns aspectos podem ser derivados da carcaça e outras da chamuscagem.

Considerando a escassez de informação na literatura referente a alterações visuais da carcaça devido o processo de chamuscamento, foi realizada uma avaliação deste quesito, a fim de tentar melhorar os aspectos sensoriais desta etapa do abate de suínos, pois a avaliação visual das carcaças faz-se necessário devido às características de comercialização dos produtos que serão derivados. Durante o chamuscamento, o aspecto visual das carcaças pode ser afetado por diversos fatores, tais como: a variação de tamanho da carcaça, a posição da carcaça no momento do acionamento do gás, possíveis manchas e arranhões na pele, o direcionamento dos bicos queimadores, a qualidade do gás e a intensidade e cor da chama gerada (Tabela 07).

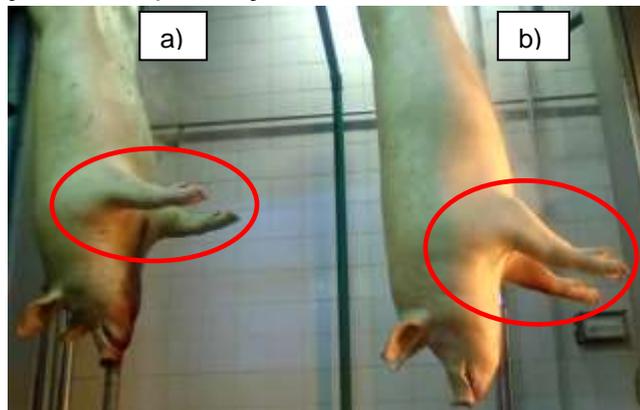
Tabela 07 – Fatores que afetam o aspecto visual das carcaças durante o chamuscamento.

Fatores que afetam o aspecto visual das carcaças	Principais características das carcaças após o chamuscamento
1. Tamanho da carcaça	Carcaças maiores: Tendência em ter queimaduras pontuais no corpo da carcaça e chamuscagem ineficiente nas extremidades. Carcaças menores: Tendência em ter chamuscagem ineficiente no focinho e extremidades mais escuras.
2. Posição da carcaça no momento do acionamento do gás	Regiões com queimaduras ou avermelhadas devido à distribuição irregular da chama.
3. Manchas e arranhões na pele provocados por etapas anteriores	Coloração escura e aspecto de queimado nas regiões afetadas.
4. Direcionamento dos bicos queimadores	Bicos mal direcionados podem causar queimaduras pontuais ou pontos avermelhados.
5. Qualidade do gás	A composição do gás e os cuidados nas operações até a sua utilização, estão diretamente relacionados na qualidade da chama (intensidade, coloração e temperatura), e por consequência, na eficiência da chamuscagem.

Quando as carcaças diferem de peso e tamanho, a chamuscagem pode resultar num aspecto diferente. As carcaças maiores ficam mais próximas aos bicos queimadores, podendo gerar queimaduras pontuais no corpo da carcaça, também tendem a ter menos contato com as chamas direcionadas à região da paleta e pé dianteiro dependendo do tempo de chamuscagem. Já as carcaças menores tendem a ter menos contato com a chama do bico central, direcionado para o focinho.

Quando a chama alcança a região da paleta e pé dianteiro por tempo maior, esta região contrai devido ao calor, conforme evidenciado na Figura 08, com diferença no tamanho das carcaças. Nesta mesma condição, com tempo maior exposto a chama, a orelha fica escura e corrugada (Figura 09).

Figura 08 – Contração térmica na região da paleta e pé dianteiro após a passagem pelo chamuscador. a) Carcaça menor. b) Carcaça maior.



Fonte: A autora.

Figura 09 – a) Orelha escura corrugada após a passagem pelo chamuscador. b) Orelha padrão após a passagem pelo chamuscador.



Fonte: A autora.

Nestas situações, podem-se obter pés com vermelhidão ou escuro. A Figura 10 demonstra um comparativo de pés após a passagem pelo chamuscador, com aspecto de vermelhidão, aspecto escuro e aspecto branco (padrão – especificação do cliente).

Figura 10 – Pés após a passagem pelo chamuscador.



Fonte: A autora.

Figura 11 – Pés na embalagem de venda.



Fonte: A autora.

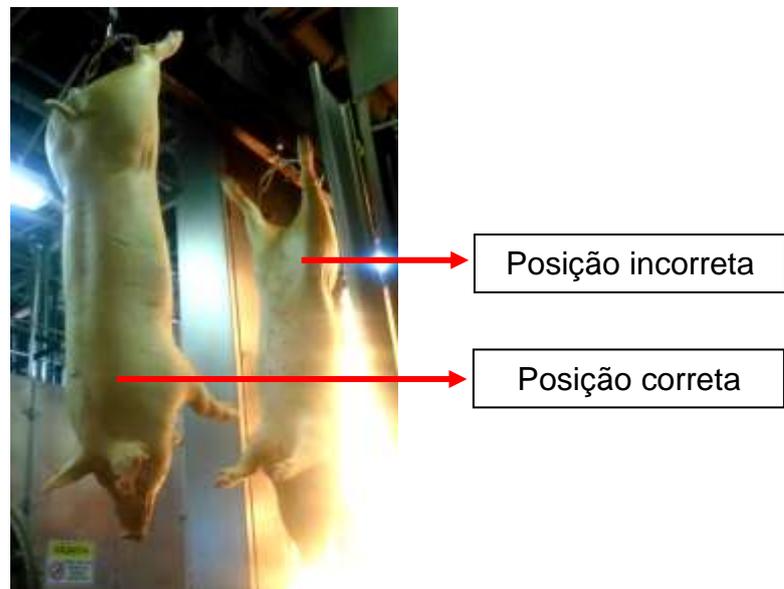
O aspecto visual destes produtos tem grande impacto comercial. Visto que, os clientes do mercado brasileiro requerem um produto com tonalidade branca, não comprando produtos com aspecto repugnante. Como estes produtos tendem a oxidar com o tempo por mais que sejam embalados e armazenados adequadamente, para evitar esta condição, estes cortes passam pelo processo de branqueamento com produto químico (dióxido de cloro) e posterior salga, para ser vendido como produto salgado ou em pacotes como ingredientes para feijoada. Quando o corte possui característica avermelhada ou escura após a chamuscagem, o resultado do

branqueamento é influenciado, pois não atinge a tonalidade branca requerida, comprometendo a venda do produto, podendo gerar refugo.

Já os clientes do mercado externo requerem um produto *in natura*, ou seja, não pode ser realizado o processo de branqueamento, necessitando maiores cuidados com o aspecto visual e criticidade na seleção, pois os pés avermelhados ou escuros não serão destinados para exportação, acarretando em menor lucratividade e posicionamento comercial para a empresa.

Os bicos queimadores são ajustados para ter uma chamuscagem homogênea em toda a carcaça, considerando a posição em que a carcaça entra no chamuscador para receber a chama de gás. Nos casos em que a carcaça entrar balançando ou virada no chamuscador, a chamuscagem fica comprometida, nestas situações, a distribuição da chama torna-se irregular, podendo resultar em regiões avermelhadas e/ou queimadas. Foi evidenciado que o que impactou foram os balancins que prendem a carcaça na nórea, os quais devem estar em bom estado de conservação e lubrificação.

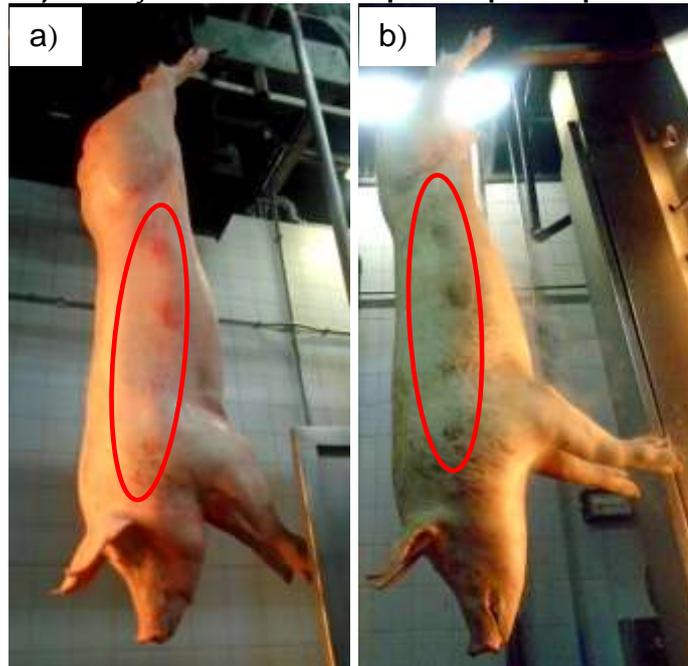
Figura 12 – Posição das carcaças saindo do chamuscador.



Fonte: A autora.

Quando as carcaças apresentam manchas e/ou arranhões na pele, provocadas por etapas anteriores, como escaldagem e depilação. Após a passagem pelo chamuscador, estas regiões adquirem coloração escura e aspecto de queimado (Figura 13).

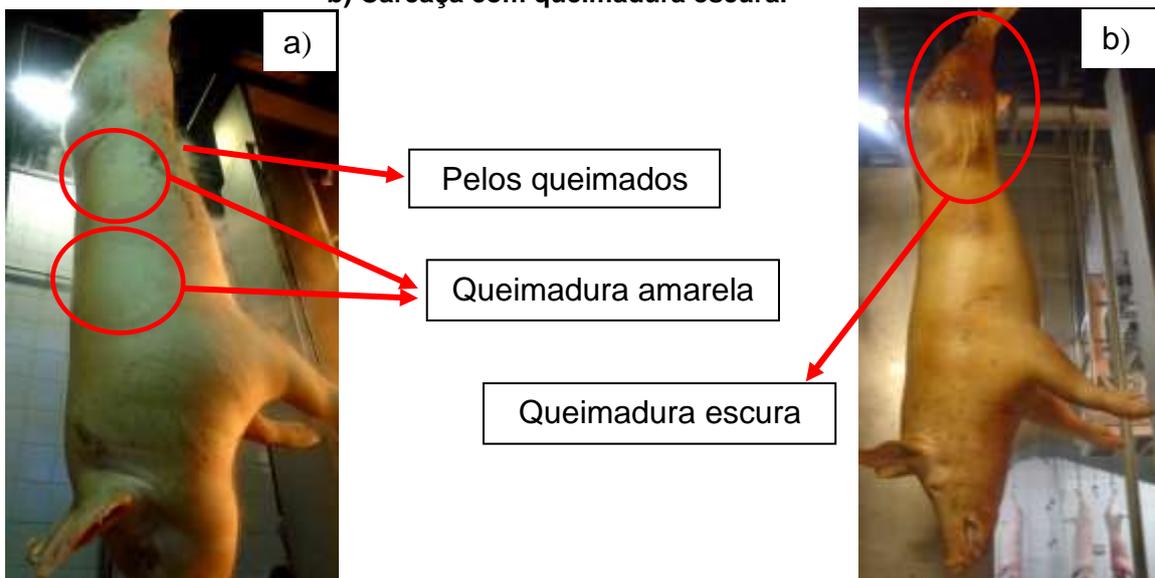
**Figura 13 – a) Carcaça com manchas antes de passar pelo chamuscador.
b) Carcaça com manchas depois de passar pelo chamuscador.**



Fonte: A autora.

Este aspecto é diferente de quando a carcaça aparece queimada devido à intensidade ou direcionamento da chama (Figura 14). Os pelos remanescentes da depiladeira que são queimados no chamuscador, posteriormente serão removidos com auxílio de faca, no processo de toailete.

**Figura 14 – a) Carcaça com queimadura amarela e pelos queimados.
b) Carcaça com queimadura escura.**



Fonte: A autora.

Quando ocorre um processo de desidratação rápida da pele, provocada pela queima ou excesso de calor, compromete a utilização da pele pelos clientes que produzem derivados fritos, pois esta anomalia forma manchas brancas no produto final, e pelo aspecto ficar diferente do padrão, os consumidores rejeitam por entenderem que é um defeito no produto. Também, pode ocorrer a desintegração das fibras de colágeno, caso o tempo for longo ou temperatura alta o suficiente (MOLANDER, 1986), o que pode impactar na qualidade dos produtos dos clientes que utilizam a pele para produção de gelatina.

A composição do GLP possui proporção variável de propano / propeno e butanos / butenos e sua especificação e classificação é estabelecida pela Resolução ANP Nº 18, de 2 de setembro de 2004. A classificação dos gases liquefeitos de petróleo possui misturas de hidrocarbonetos contendo predominâncias químicas, o que faz com que o GLP apresente composições variadas, mesmo dentro de uma especificação padrão (PETROBRAS, 2018).

Devido às composições, pode-se originar gás com diferente pressão de vapor Reid (PVR), a qual representa a facilidade de condensação do gás a uma dada temperatura, e pode ser influenciada pelos componentes mais voláteis (etano), representando elevação quando a quantidade desse hidrocarboneto cresce. Como também, pode acarretar em gás com diferente intemperismo, que representa a facilidade de vaporização do gás à pressão atmosférica, e pode ser influenciado pela presença de componentes pesados (pentanos), representando elevação quando a quantidade desse hidrocarboneto cresce (PETROBRAS, 2018). Além das composições químicas, outros cuidados são necessários para que o GLP seja comercializado com qualidade, e estão relacionados às operações de transporte, armazenamento e utilização (PETROBRAS, 2018).

Diante do exposto, a composição do gás e os cuidados nas operações até a sua utilização estão diretamente relacionados na qualidade da chama a ser gerada na sua combustão, interferindo na intensidade, coloração e temperatura da chama, e por consequência, na eficiência da chamuscagem.

Bem como avaliado pelo estudo realizado por Le Roux et al. (2015), as diferenças de temperaturas observadas ao longo do tempo de produção estão

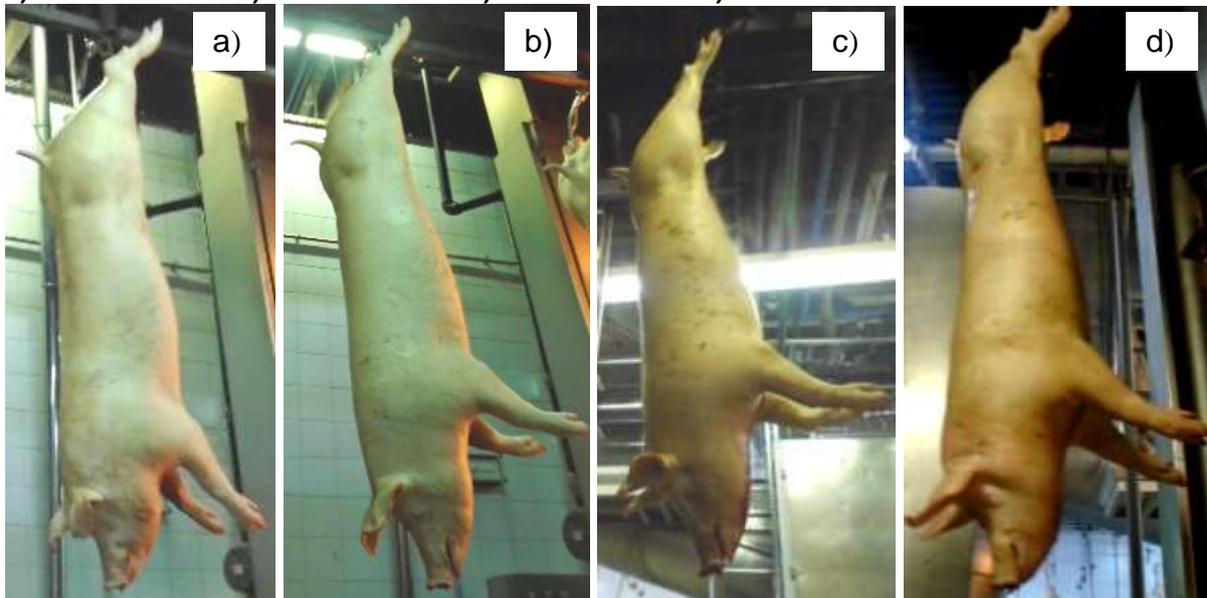
associadas à qualidade do gás, à variabilidade do funcionamento do sistema, aos minutos de parada de produção, à forma física das carcaças, dentre outros fatores.

A avaliação do aspecto visual entre os tratamentos testados no chamuscador, variando pressão e tempo de chama de gás, possibilitou fazer um comparativo conforme Figura 15. Em que, quando a chama de gás estava com tempo de 3,7 segundos, as extremidades do suíno que são regiões mais críticas em termos de contato com a chama, como cabeça (orelha e focinho) e os pés, se destacaram por conter vermelhidões. Este resultado difere quando utilizado o tempo de 4,2 segundos, em que as carcaças apresentaram cor mais branca à escura nestas regiões, com algumas presenças de orelhas corrugadas.

Com relação às pressões utilizadas, as carcaças apresentaram maior intensidade de cor escura na pressão de 0,8 kgf/cm² com algumas queimaduras pontuais, também, a percepção sensorial da temperatura do ambiente próxima ao chamuscador é que emanou mais calor em função do aumento da pressão, quando comparada com a pressão de 0,6 kgf/cm², assim como o aumento do tempo de 3,7 segundos para 4,2 segundos.

Figura 15 – Aspecto visual das carcaças após o chamuscador.

a) Tratamento T1. b) Tratamento T2. c) Tratamento T3. d) Tratamento T4.



Fonte: A autora.

Através da análise visual, foi possível contabilizar as carcaças avaliadas considerando o percentual de carcaças que ficaram dentro do padrão aceitável

(intermediário a chamuscagem intensa ou concentrada e chamuscagem ineficiente) e que apresentaram queimaduras ou vermelhidões, para cada tratamento (Tabela 08).

Tabela 08 – Porcentagem e número de amostras que apresentaram diferentes aspectos visuais após os tratamentos na etapa de chamuscagem.

Aspecto visual das Carcaças	Número de amostra por Tratamentos (%)			
	T1	T2	T3	T4
Extremidades com vermelhidões	49 (54,45)	0 (0)	20 (22,22)	0 (0)
Coloração mais clara e com manchas de vermelhidão	49 (54,45)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Coloração mais escura e com algumas queimaduras pontuais	0 (0)	19 (21,12)	0 (0)	0 (0)
Coloração escura mais intensa e com pés traseiros queimados	0 (0)	0 (0)	19 (21,11)	27 (30)
Coloração escura mais intensa e com queimaduras	0 (0)	0 (0)	0 (0)	42 (46,66)
Padrão aceitável	41 (45,55)	71 (78,88)	51 (56,66)	48 (53,33)

Tratamentos: T1 (0,6 kgf/cm² por 3,7 s); T2 (0,6 kgf/cm² por 4,2 s); T3 (0,8 kgf/cm² por 3,7 s) e T4 (0,8 kgf/cm² por 4,2 s).

N por tratamento = 90.

Com o aumento da pressão e do tempo, obteve-se um aumento significativo de temperatura das carcaças, o que interferiu no aspecto visual, resultando em carcaças com coloração mais escura e queimaduras. Sendo que no tratamento com maior pressão e maior tempo (T4), das 42 carcaças que apresentaram coloração escura mais intensa e com queimaduras, 27 apresentaram pés traseiros queimados. Já no tratamento com menor pressão e menor tempo (T1) as 49 carcaças que apresentaram extremidades com vermelhidão, também apresentaram coloração mais clara e com manchas de vermelhidão.

Estes parâmetros visuais são importantes para comercialização do produto, uma vez que são estabelecidos padrões a serem seguidos pelo matadouro, exigidos pelos mercados consumidores, visando à máxima qualidade no modo de preparo no consumidor ou até mesmo industrialização do produto por outros clientes. Também, estes cortes que apresentam maior variabilidade de aspecto visual, já foram considerados com menor valor agregado, porém, com a crescente demanda devido interesse de países em desenvolvimento, como a China, tem-se tornado valorizados

(IATP, 2014). A média do volume mensal destes miúdos exportados para a China, pelo matadouro de estudo, é de 111.000 unidades, sendo um valor expressivo de grande impacto econômico.

Considerando-se a variabilidade do funcionamento do sistema, o tratamento T2, no geral, obteve melhor aspecto visual, mais homogêneo e menos comprometedor com relação aos padrões formados pelos mercados consumidores e clientes.

Destaca-se que, de acordo com a legislação vigente, não existem padrões visuais estabelecidos aos produtos, pois a Portaria nº 711/1995 estabelece como a função da etapa de chamuscagem somente como complemento para remoção de pelos (BRASIL, 1995).

5.4 CONSUMO DE GÁS DO CHAMUSCADOR

O cálculo foi realizado conforme Equação 1 durante um dia de produção para cada tratamento. O resultado representou o consumo de gás em gramas por suíno chamuscado, sendo convertido em real conforme o valor médio do GLP nos últimos 12 meses (R\$ 3,20).

Além da realização da Equação 1, foram simulados cálculos teóricos buscando identificar possíveis variações na vazão com a oscilação da pressão, porém, como o GLP é compressível, com a variação de pressão dos tratamentos (0,2 kgf/cm²), não foi identificado variações na vazão, com isso, não foi possível mensurar variação do consumo relacionado à oscilação da pressão, somente com relação aos tempos.

Conforme a capacidade de abate do matadouro e horas trabalhadas, foi estimada a média de suínos que podem ser abatidos diariamente (3.170 unidades) (Tabela 09).

Tabela 09 – Variação do consumo de gás com relação aos tempos testados no chamuscador.

Tempo (s)	Consumo de gás			
	Valor por suíno		Valor estimado por dia	
	(g)	(R\$)	(g)	(R\$)
3,7	545	1,744	1.727,65	5.528,48
4,2	565	1,808	1.791,05	5.731,36

Atualmente o matadouro possui indicador de consumo mensal de 550 g/suíno operando com pressão de 0,6 kgf/cm² e tempo de 4,0 segundos. Os tratamentos com tempo de 3,7 segundos (T1 e T3) ficaram aproximadamente 0,909% abaixo do usual, caso utilizá-los, a empresa terá redução de R\$ 0,016 por suíno e R\$ 50,72 diário. Já os tratamentos com tempo de 4,2 segundos (T2 e T4) ficaram aproximadamente 2,727% acima do usual, caso utilizá-los, a empresa terá aumento de R\$ 0,048 por suíno e R\$ 152,16 diário.

Há de se considerar que na avaliação do aspecto visual, os tratamentos com tempo de 3,7 segundos apresentaram prevalência de vermelhidão nas extremidades (Tabela 08), ficando fora do padrão comercial para mercado externo, sendo estes produtos desviados para mercado interno, em decorrência disto há uma redução da margem líquida de 25% para produto orelha e 53% para produto pé, por exemplo.

Alguns matadouros dinamarqueses reduziram o potencial do chamuscador visando reduzir energia, porém, estimou-se que custariam US \$ 0,07 por suíno para aumentar a eficácia, o que o torna um investimento relativamente baixo visto que esta etapa reduz a prevalência de *Salmonella* spp. (ALBAN et al., 2005).

6 CONCLUSÃO

Em geral, os estudos de contaminação da carcaça de suíno relacionados à etapa de chamuscagem concentram-se na avaliação das operações na linha de abate. Através deste trabalho, foi possível avaliar o efeito do tempo de exposição e pressão do chamuscador automático na redução de contagens microbianas e o aspecto visual de carcaças suínas. A pressão e o tempo de exposição apresentaram resultados positivos, reduzindo a contagem de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* na superfície das carcaças suínas, proporcionando um ganho sanitário nas etapas posteriores.

O tratamento T2, em que a pressão foi de 0,6 kgf/cm² com o tempo de 4,2 segundos, apresentou-se suficiente para redução da contagem de Enterobacteriaceae e *Escherichia coli* e ainda melhor aspecto visual das carcaças após o chamuscamento, atingindo 78,88% de carcaças com padrão visual aceitável. Embora este tratamento apresente maior consumo de gás, o custo é compensado economicamente com a melhora da qualidade sanitária e comercial exigida pelo mercado consumidor.

Este trabalho pode servir de respaldo para a aplicação da melhoria contínua nos processos, validando a eficácia de uma etapa importante no abate de suínos que é a etapa de chamuscamento. Sugere-se, portanto, que sejam realizados estudos adicionais baseados em metodologias semelhantes, para complementar a avaliação dos parâmetros do chamuscador com outros equipamentos e em outros estabelecimentos de abate de suínos.

REFERÊNCIAS

ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Coordenação Técnica da Integral Soluções em Produção Animal. **Produção de suínos: Teoria e prática**. Brasília, DF, 2014.

ABCS. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. **Mapeamento da Suínocultura Brasileira**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf. Acesso em: 25 out. 2017.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2017**. Disponível em: http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf. Acesso em: 25 out. 2017.

AFNOR. Association Française de Normalisation. **Validation, Certificate Number 3M 01/6-09/97**, 3M™ Petrifilm™ *Enterobacteriaceae* Count (EB) Plate.

ALBAN, L., STÄRK, K. D. C. Where should the effort be put to reduce the *Salmonella* prevalence in the slaughtered swine carcass effectively. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 68, p. 63-79, 2005.

ALGINO, R.J.; et al. Factors associated with *Salmonella* Prevalence on pork carcasses in very small abattoirs in Wisconsin. **Journal of Food Protection**, v. 72, n. 4, p. 714-721, 2009.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Method 991.14**. Coliform and *Escherichia coli* Counts in Foods Dry Rehydratable Film (Petrifilm™ *E. coli*/Coliform Count Plate and Petrifilm™ Coliform Count Plate) Methods. 20 ed. 2016a.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Method 998.08** Confirmed *Escherichia coli* Counts in Poultry, Meats and Seafood Dry Rehydratable Film Method (Petrifilm™ *E. coli*/Coliform Count Plate). 20 ed. 2016b.

BANSS. Germany Meat Technologies. **Final Treatment**. Disponível em: <http://www.banss.de/en/#slaughtering-technology-pig-final-treatment/>. Acesso em: 09 nov. 2017.

BAPTISTA, F. M.; DAHL, J.; NIELSEN, L. R. Factors influencing *Salmonella* carcass prevalence in Danish pig abattoirs. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 95, n. 3-4, p. 231-238, 2010.

BARCO, L.; BELLUCO, S.; ROCCATO, A.; RICCI, A. A systematic review of studies on *Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* on beef carcasses at the slaughterhouse. **International Journal of Food Microbiology**, v. 207, p. 30-39, 2015.

BERENDS, B.R.; KNAPEN, V. F.; SNIJDERS, J. M. A; MOSSEL, D. A. A. Identification and quantification of risk factors regarding Salmonella spp. on pork carcasses. **International Journal of Food Microbiology**, v.36, n. 2-3, p. 199-206, 1997.

BOLTON, D.J.; PEARCE, R.A.; SHERIDAN, J.J.; BLAIR, I.S.; MCDOWELL, D. A.; HARRINGTON, D. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. **Journal of Applied Microbiology**, v. 92, p. 893-902, 2002.

BOLLERSLEV, A. M.; NAUTA, M.; HALD, T.; HANSEN, T. B.; AABO, S. A risk-based approach for evaluation of hygiene performance at pig slaughter. **Food Control**, v. 75, p. 116-125, 2017.

BORCH, E.; T. NESBAKKEN; H. CHRISTENSEN. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. **International Journal Food Microbiology**, v. 30, p. 9-25, 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12/2001, de 2 janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para Alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b. Acesso em: 28 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 711, de 01 novembro de 1995**. Aprovar as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 370, de 4 de setembro de 1997**. Regulamento técnico de identidade e Qualidade do leite UHT (UAT). Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício nº 263/04/DCI/DIPOA de 08 de março de 2004**. Especificações Microbiológicas para Importação de carne por Cingapura. Brasília: 2004. 6 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular nº130 de 13 de fevereiro de 2007**. Exportações de Carne Suína para os Estados-Membros da União Europeia. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular nº 682 /2012 CGPE/DIPOA de 26 de outubro de 2012**. Requisitos para Inspeção Veterinária de Carnes Suínas a Serem Exportadas para os Estados Unidos da América. Brasília: 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Memo nº 381 CGI/DIPOA/2013 de 29 de agosto de 2013**. Diretrizes para atendimento da legislação da União Aduaneira. Brasília: 2013.

BRIZIO, A.P.D.R.; PIVOTTO, M. **Redução da Contaminação Superficial de Carcaças Suínas: Um Processo Alternativo**. 5º Simpósio de Segurança Alimentar – Alimentação e Saúde. Bento Gonçalves (RS) 26 a 29 mai. 2015.

BRUSTOLIN, J. C.; PISOL, A. D.; STEFFENS, J.; TONIAZZO, G.; VALDUGA, E.; LUCCIO, M.; CANSIAN, R. L. Decontamination of Pig Carcasses Using Water Pressure and Lactic Acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 57, n. 6, p. 954-961, 2014.

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.

BUSSER, E. V. De; MAES, D.; HOUF, K.; DEWULF, J.; IMBERECHTS, H.; BERTRAND, S.; ZUTTER, L. De. Detection and characterization of *Salmonella* in lairage, on pig carcasses and intestines in five slaughterhouses. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, p. 279–286, 2011.

CARRANZA, L.; LOZANO, M. S. R.; MEDINA, R. D. M.; RODARTE, M. C. W.; ESPINOSA, J. F. N.; CAMACHO, B. L. V.; MACEDO, R. E. F. Acetic acid as an intervention strategy to decontaminate beef carcasses in mexican commercial slaughterhouse. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 446-450, 2013.

CARPENTER, C.E.; SMITH, J.V.; BROADBENT, J.R. Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition. **Meat Science**, v. 88, p. 256-260, 2011.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia dos Alimentos**. Recife: EDUFRPE, 2010.

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

CBMSC. Comando do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Instrução Normativa (IN 001/DAT/CBMSC) de 28 de março de 2014**. Normas de Segurança contra Incêndios. Atualizada em 17 abril 2015. Disponível em: https://dat.cbm.sc.gov.br/images/arquivo_pdf/IN/IN_01_17-04-2015.pdf. Acesso em: 04 dez. 2018.

CHOI, Y. M.; PARK, H. J.; JANG, H. I.; KIM, S. A.; IMMB, J. Y.; HWANG, I. G.; RHEE, M. S. Changes in microbial contamination levels of porcine carcasses and fresh pork in slaughterhouses, processing lines, retail outlets, and local markets by commercial distribution. **Research in Veterinary Science**. v. 94, n.3, p. 413-418, 2013.

CORBELLINI, L.; BIANCO, A. J.; COSTA, E. F.; DUARTE, A. S. R.; ALBUQUERQUE, E. R.; KICH, J. D.; CARDOSO, M.; NAUTA, M. Effect of slaughterhouse and day of sample on the probability of a pig carcass being *Salmonella*-positive according to the Enterobacteriaceae count in the largest Brazilian pork production region. **International Journal of Food Microbiology**, v. 228, p. 58-66, 2016.

DELHALLE, L.; DE SADELEER, L.; BOLLAERTS, K.; FARNIR, F.; SAEGERMAN, C.; KORSÁK, N.; DEWULF, J.; DE ZUTTER, L.; DAUBE, G. Risk Factors for Salmonella and Hygiene Indicators in the 10 Largest Belgian Pig Slaughterhouses. **Journal Food Protection**, v. 71, p. 1320-1329, 2008.

EFSA. European Food Safety Authority. Quantitative Microbiological Risk Assessment on Salmonella in slaughter and Breeder pigs: Final Report. **EFSA Journal**, 12 abril 2010.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific opinion on an estimation of the public health impact of setting a new target for the reduction of Salmonella in turkeys. **EFSA Journal**, 13 abril 2012.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2015-2016**. Florianópolis, SC, 2016.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Boletim Agropecuário: Edição Especial “Operação Carne Fraca”**. Florianópolis, SC, 2017.

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.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. 182 p. São Paulo: Atheneu, 2008.

GHAFFIR, Y.; CHINA, B.; DIERICK, K.; ZUTTER, L. De; DAUBE, G. 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.

GRACETTO, A. C.; HIOKA, N.; SANTIN O. F. **Combustão, chamas e testes de chama para cátions: proposta de experimento**. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/>. Acesso em: 25 jun. 2017.

HERNÁNDEZ, M.; GÓMEZ-LAGUNA, J.; LUQUE, I.; HERRERA-LEÓN, S.; MALDONADO, A.; REGUILLO, L.; ARTORGA, R. J. *Salmonella* prevalence and characterization in a free-range pig processing plant: tracking in trucks, lairage, slaughter line and quartering. **International Journal of Food Microbiology**, v. 162, n. 1, p. 48-54, 2013.

HOLT, J. G.; BERGEY, D. H. **Facultatively anaerobic Gram-negative rods**. In: Bergey's manual of determinative bacteriology. 9 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.

HUGAS, M., EIRINI, T. Pros e cons of carcass decontamination: The role of the European Food Safety Authority. **Meat Science**, v. 78, p. 43-52, 2008.

HUMPHREY, T. J. The Effects of pH and Levels of Organic Matter on the Death Rates of *Salmonellas* in Chicken Scald-tank Water. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 51, p. 27–39, 1981.

IATP. Institute for Agriculture & Trade Policy. China's Pork Miracle? Agribusiness and Development in China's Pork Industry. **Global Meat Complex: The China Series**. 2014. Disponível em: https://www.iatp.org/sites/default/files/2017-05/2017_05_03_PorkReport_f_web.pdf. Acesso em: 23 jun. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária**. Março 2017. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201604caderno.pdf. Acesso em: 19 jun. 2017.

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microbial ecology of foods**. Academic Press, New York, v. 2, p. 333-997, 1980.

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods 4: application of the hazard analysis critical control point – HACCP to ensure microbiological safety and quality**. Oxford: Blackwell Scientific, Hardcover, 1988.

ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in food 6: Microbial ecology of food commodities**. 2. ed. Nova York, 2005.

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

KICH, J.D.; SOUZA, J.C.P.V.B. **Salmonella na suinocultura brasileira: do problema ao controle**. 1 ed. EMBRAPA, Brasília - DF, 2015.

LE ROUX, A.; LHOMMEAU, T.; PÉRAN, T.; MONZIOL, M.; MINVIELLE, B. Decontamination on pork carcasses: qualification of thermic treatment by thermal image. **Safepork 2015 Conference: Meat Inspection, quality, hygiene, safety and preservation**. IFIP – French institute for pig and pork industry La Motte au Vicomte, France, p. 75-79. 2015.

LORETZ, M.; STEPHAN, R.; ZWEIFEL, C. Antibacterial activity of decontamination treatments for pig carcasses. **Food Control**, v. 22, p. 1121-1125, 2011.

MARIER, E. A.; SNOW, L. C.; FLOYD, T.; MCLAREN, I. M.; BIANCHINI, J.; COOK, A. J. C.; DAVIES, R. H. Abattoir based survey of *Salmonella* in finishing pigs in the United Kingdom 2006–2007. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 117, p. 542-553, 2014.

MATIAS, B. G.; PINTO, P. S.; COSSI, M. V.; NERO, L. A. *Salmonella* spp. and hygiene indicator microorganisms in chicken carcasses obtained at different processing stages in two slaughterhouses. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 7(3), p. 313-318, 2010.

MILIOS, K. T.; DROSINOS, E. H.; ZOIPOULOS, P. E. Food Safety Management System validation and verification in meat industry: Carcass sampling methods for microbiological hygiene criteria – A review. **Food Control**, v.43, p. 74-81, 2014.

MANNION, C. et al. The role of transport, lairage and slaughter processes in the dissemination of *Salmonella* spp. in pigs in Ireland. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 871-879, 2012.

MOCELLIN, O. **Normas de Segurança Contra Incêndios: Instrução Normativa IN 001/DAT/CBMSC**. Florianópolis, abril 2015. Disponível em: http://www.cbm.sc.gov.br/dat/images/arquivo_pdf/IN/IN_01_17-04-2015.pdf. Acesso em: 15 abr. 2018.

MOLANDER, E. Effect of singeing on the texture and histological appearance of pig skin. **Meat Science**, v. 16, p. 225-235, 1986.

NACMCF. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. Generic HACCP application in broiler slaughter and processing. **Journal of Food Protection**, v. 60, p. 579–604, 1997.

PEARCE, R. A.; BOLTON, D. J.; SHERIDAN, D. A.; MCDOWELL, D. A.; BLAIR, I. S.; HARRINGTON, D. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems. **International Journal of Food Microbiology**, v. 90, p. 331-339, 2004.

PEÑA-MELÉNDEZ, M.; PERRY, J. J.; YOUSEF, A. E. Changes in Thermal Resistance of Three *Salmonella* Serovars in Response to Osmotic Shock and Adaptation at Water Activities Reduced by Different Humectants. **Journal of Food Protection**, v. 77, n. 6, p. 914-918, 2014.

PETROBRAS. Comissão de Assistência Técnica Petrobras. **Gás Liquefeito de Petróleo: Informações Técnicas**. Versão 1.2. Disponível em: <http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/manual-tecnico-gas-liquefeito-petrobras-assistencia-tecnica-petrobras.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2018.

RAHKIO, M., KORKEALA, H., SIPPOLA, I., & PELTONEN, M. Effect of préscalding brushing on contamination level of pork carcasses during the slaughtering process. **Meat Science**, v. 32, p. 173-183, 1992.

RICHARDS, P.J.; TINKER, D.B.; WEI, S.; NOVA, R.J.; HOWELL, M.; DODD, C.E.R. **How can current slaughter and dressing procedures in UK pig slaughterhouses be improved to reduce contamination of pig meat with pathogenic bacteria?**. Safe pork 2009 – 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork. Quebec, Canada, p. 228-230, 2009.

RIVAS, T.; VIZCAÍNO, J. A.; HERRERA, F. J. Microbial contamination of carcasses and equipment from an Iberian pig slaughterhouse. **Journal of Food Protection**, v. 63, 1670-1675, 2000.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológicas de Alimentos**. 4.ed. 624 p. São Paulo: Varela, 2010.

SILVA, L. E. da; DIAS, V.; FERRONATTO, A.; GUERRA, P.; BERNO, L.; TRICHES, N.; KICH, J. D.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Longitudinal Dissemination of *Salmonella* enterica Clonal groups through the slaughter process of *Salmonella*-Positive pig batches. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 9, p. 1580–1588, 2012.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos Suínos**. 2. ed. Goiânia: Cãnone Editorial, 2012.

SOFOS, J. N. Challenges to meat safety in the 21st century. **Meat Science**, v. 78, p. 114-129, 2008.

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

SPESSCHA, C.; STEPHAN, R.; ZWEIFEL, C. Microbiological contamination of pig carcasses at different stages of slaughter in two European Union-approved abattoirs. **Journal of Food Protection**, v. 69, p. 2568-2575, 2006.

STATISTICA versão 12.0 (Statsoft Inc., USA).

SULMAQ. **Manual de Instruções: Sistemas, Projetos e Serviços para a Indústria da Carne Vermelha - Chamuscador Automático**. 2017.

TURNER, C. The thermal inactivation of *E. coli* in straw and pig manure. *Bioresource Technology*, V. 84, p. 57–61, 2002.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Livestock and Poultry: World Markets and trade**. Disponível em: http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 16 jun. 2017.

VIEIRA, S. L. **Qualidade visual de carcaças de frango de corte: uma abordagem a partir do ambiente de produção**. Campinas, SP: E. Color, 2008.

WHEATLEY, P.; GIOTIS, E. S.; MCKEVITT, A. I. Effects of slaughtering operations on carcass contamination in an Irish pork production plant. **Irish Veterinary Journal**, v. 67, n. 1, p. 1-6, 2014.

YU, S-L; BOLTON, D.; LAUBACH, C.; KLINE, P.; OSER, A.; PALUMBO, S. A. Effect of deharing operations on microbiological quality of swine carcasses. **Journal of Food Protection**, v. 62, p. 1478-1481, 1999.