

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos



Dissertação

**Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a
contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um
frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul**

Graziely Amorim Weiland Stadtlober

Bióloga

Pelotas, 2021

Graziely Amorim Weiland Stadtlober

**Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a
contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um
frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Mestrado Profissional da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Fiorentini

Co-orientadora: Profa. Dra. Joseana Severo

Co-orientador: Prof. Dr. Ivan Ricardo Carvalho

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S776a Stadtlober, Graziely Amorim Weiand

Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul / Graziely Amorim Weiand Stadtlober ; Angela Maria Fiorentini, orientadora ; Joseana Severo, Ivan Ricardo Carvalho, coorientadores. — Pelotas, 2021.

57 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Faca. 2. Microrganismos indicadores. 3. Esterilização. 4. Higiene. 5. Frigorífico. I. Fiorentini, Angela Maria, orient. II. Severo, Joseana, coorient. III. Carvalho, Ivan Ricardo, coorient. IV. Título.

CDD : 664

Graziely Amorim Weiland Stadtlober

Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Mestrado Profissional da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Data da Defesa: 11 de março de 2021

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ângela Maria Fiorentini (Presidente)
Doutora em Ciência de Alimentos pela UFSC

Profa. Dra. Joseana Severo
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFPEL

Prof. Dr. Ivan Ricardo Carvalho
Doutor em Agronomia pela UFPel

Profa. Dra. Graciela Volz Lopes Doutora em Ciências Veterinárias pela UFRGS

Dr. Cláudio Eduardo dos Santos Cruxen
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFPEL

Dedico este trabalho ao meu marido Matheus
Gaier Stadtlober e aos meus pais Genivalda Amorim
de Oliveira e Amilcar Dirson Weiand

Agradecimentos

Quero iniciar agradecendo ao meu marido Matheus Gaier Stadtklober pela paciência, compreensão, estímulo e ajuda durante todo o processo de estudo.

Agradeço a minha mãe Genivalda Amorim de Oliveira e ao meu pai Amilcar Dirson Weiland pelo amor incondicional.

A minha professora orientadora Dra. Ângela Maria Fiorentini e aos professores Co-orientadores Dra. Joseana Severo e Dr. Ivan Ricardo Carvalho por compartilhar seus conhecimentos, tempo e paciência para comigo e a todos os demais professores que, por mínima que seja, tiveram participação nesse trabalho.

O meu mais sincero agradecimento a Empresa onde foi realizada a coleta das amostras.

Aos colegas de trabalho pelo apoio e ajuda, na coleta das amostras, de grande relevância ao trabalho.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta dissertação se concretizasse.

***“Não é na ciência que está a felicidade, mas na
aquisição da ciência”.
(Edgar Allan Poe)***

Resumo

Stadtlober, Graziely. **Avaliação de facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul.** 2021. 57 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

A carne suína é a proteína, de origem animal mais consumida no mundo, desse modo, a responsabilidade de disponibilizar um produto inócuo deve ser através do gerenciamento dos riscos microbiológicos, objetivando a estabilidade econômica da cadeia produtiva e, principalmente, a saúde humana. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar as facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae em um frigorífico de suínos do Rio Grande Do Sul. O estudo foi realizado em frigorífico de suínos, localizado na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF). Foram obtidas cento e setenta e uma (171) amostras, sendo aplicadas análises para dois grupos de microrganismos (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae). Nos resultados sobre o efeito do tempo na qualidade microbiológica das facas do abate a maior variação média de aeróbios mesófilos foi no tempo 2, ficando entre 0,00 e 1,67 log UFC/cm², assim como no tempo 2 também apresentou a maior variação de Enterobacteriaceae (0,00 e 0,36 log UFC/cm²). Enquanto para as facas da desossa e refilamento dos cortes, a maior variação média de aeróbios mesófilos ficou, entre 0,10 e 1,53 log UFC/cm² no tempo 1 e, de 0,00 para 0,23 log UFC/cm² para Enterobacteriaceae. Nas análises da água do tanque de escaldagem e das superfícies dos equipamentos a variação média ficou entre 0,69 e 4,17 log UFC/cm² para aeróbios mesófilos e para Enterobacteriaceae, a variação média ficou entre 0,00 e 1,46 log UFC/cm². Nas análises das carcaças a variação média ficou entre 2,52 e 3,07 log UFC/cm² de aeróbios mesófilos e para Enterobacteriaceae, entre 0,20 e 1,41 log UFC/cm². Através dos dados obtidos conclui-se que as facas e equipamentos utilizados durante as operações de abate podem ser um veículo de contaminação microbiológica. A elevada contagem de aeróbios mesófilos, nas superfícies das lâminas das facas da desossa após a higienização, é um indicativo de procedimentos de higiene pré-operacional deficientes, desses utensílios.

Palavras-chave: Faca; Microrganismos Indicadores; Esterilização; Higiene. Frigorífico.

Abstract

Stadtlober, Graziely. **Evaluation of knives, contact surfaces and carcasses for contamination by aerobic mesophilic bacteria and Enterobacteriaceae in a swine slaughterhouse in Rio Grande Do Sul.** 2021. 57 f. Dissertation (Professional Master in Food Science and Technology) - Graduate Program in Food Science and Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Pork meat is the most consumed animal protein in the world, so the responsibility for making a harmless product available should be through the management of microbiological risks, aiming at the economic stability of the production chain and, mainly, human health. Thus, this study aimed to evaluate the knives, contact surfaces and carcasses for contamination by aerobic mesophilic bacteria and Enterobacteriaceae in a pig slaughterhouse in Rio Grande do Sul, State of Rio Grande do Sul, under the Federal Inspection Service (SIF). One hundred seventy-one (171) samples were obtained, and analyzes were applied to two groups of microorganisms (aerobic mesophiles and Enterobacteriaceae). In the results on the effect of time on the microbiological quality of slaughter knives, the greatest mean variation of mesophilic aerobes was at time 2, staying between 0.00 and 1.67 log UFC / cm², as well as at time 2 it also presented the greatest variation Enterobacteriaceae (0.00 and 0.36 log CFU / cm²). While for the knives for deboning and cutting the cuts, the greatest average variation of mesophilic aerobes was between 0.10 and 1.53 log CFU / cm² at time 1, and from 0.00 to 0.23 log CFU / cm² for Enterobacteriaceae. In the analysis of the water in the scalding tank and in the equipment surfaces, the average variation was between 0, 69 and 4.17 log UFC / cm² for mesophilic aerobes and for Enterobacteriaceae, the average variation was between 0.00 and 1.46 log UFC / cm². In the analysis of the carcasses, the average variation was between 2.52 and 3.07 log CFU / cm² of mesophilic aerobes and for Enterobacteriaceae, between 0.20 and 1.41 log CFU / cm². Through the obtained data it is concluded that the knives and equipment used during the slaughter operations can be a vehicle of microbiological contamination. The high count of mesophilic aerobes, on the surfaces of the blades of the boning knives after cleaning, is indicative of deficient pre-operational hygiene procedures for these utensils.

Keywords: Knife; Indicator microorganisms; Sterilization; Hygiene; Fridge.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfícies de equipamentos e utensílios	25
Tabela 2 - Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfície de carcaças suínas pela União Europeia.....	25
Tabela 3 - Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfície de carcaças suínas, pela legislação brasileira.....	26
Tabela 4 - Número de facas amostradas, para avaliação de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, utilizadas em frigorífico abatedouro de suínos	30
Tabela 5 - Principais superfícies de contato e carcaças suínas amostradas para avaliação de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, em frigorífico abatedouro de suínos.....	30
Tabela 6 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média \pm desvio padrão), em diferentes tempos de uso de facas, durante o abate	33
Tabela 7 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média \pm desvio padrão), em diferentes tempos de uso de facas utilizadas na desossa e refilamento dos cortes suínos.....	35
Tabela 8 – Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média \pm desvio padrão), em água e superfícies dos equipamentos de abate	37
Tabela 9 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média \pm desvio padrão), em carcaças, em diferentes pontos do abate	38
Tabela 10 - Fator de Variação entre as facas/pontos de Coleta e equipamentos/pontos de coleta.....	55
Tabela 11 -Média da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nas facas e equipamentos do abate	55

Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma de abate de suínos, com destaque para os pontos de coleta para as análises microbiológicas de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae	28
Figura 2 - Correlação linear para os efeitos de tratamento x facas abate	40
Figura 3 – Tendências da Regressão linear para os efeitos de tempo das facas utilizadas no abate.	41
Figura 4 - Correlação para os efeitos de tempo e microrganismo nas facas utilizadas na desossa	42
Figura 5 – Correlação para os efeitos dos equipamentos	43
Figura 6 - Correlação para os efeitos das carcaças suínas em diferentes pontos do abate	44
Figura 7 – Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²) em diferentes tempos de uso de facas, durante o abate. Tempo 0: 0 min. Tempo 1: 1,5 min. Tempo 2: 3 min.....	56
Figura 8 - Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²), em diferentes tempos de uso de facas utilizadas na desossa e refilamento dos cortes suínos.....	56
Figura 9 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (log UFC/cm ²) nas superfícies dos equipamentos de abate e água do Tanque de Escaldagem.....	57
Figura 10 - Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae em carcaças, em diferentes pontos do abate	57

Lista de Abreviaturas e Siglas

APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CE	Comissão Europeia
PSO	Procedimento Sanitário Operacional
PPHO	Programa Padrão de Higiene Operacional
SIF	Sistema de Inspeção Federal
UFC	Unidade Formadora de Colônia

Sumário

1 Introdução	15
2 Objetivos	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.1 Objetivo Específicos.....	18
3 Revisão Bibliográfica	18
3.1 Produção de carne suína.....	18
3.2 Processo de Abate de suínos.....	19
3.3 Controle da qualidade em frigoríficos de suínos.....	20
3.3.1 Boas Práticas de Fabricação (BPF).....	22
3.3.2 Procedimento Sanitário Operacional (PSO).....	22
3.3.3 Procedimento Padrão De Higiene Operacional (PPHO).....	22
3.3.4 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	23
3.4 Monitoramento Microbiológico em frigorífico de suínos.....	24
3.4.1 Microrganismos indicadores de higiene.....	25
4 Material e Métodos	28
4.1 Material.....	28
4.2 Delineamento experimental.....	28
4.3 Coleta, preparo da amostra e leitura	30
4.4 Análise estatística.....	32
5 Resultados e Discussão	33
5.1 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas no abate.....	33
5.2 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas na desossa.....	35
5.3 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas.....	37
5.4 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional nas carcaças em diferentes momentos do abate.....	38
5.5 As correlações das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas.....	39
6 Conclusão	45

7 Considerações finais e perspectivas.....	46
Referências.....	47
Apêndices.....	55

1. Introdução

A carne suína é a proteína de origem animal mais consumida no mundo, sendo responsável por aproximadamente 40% do consumo global de carne (KEENAN, 2016). Conforme o relatório anual de 2020 divulgado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a produção de carne suína no Brasil no ano de 2019 foi de 3,983 milhões toneladas, sendo 81% destinado para o mercado interno e 19% foram destinados ao mercado externo (ABPA, 2020).

Considerando o consumo de carne suína, de modo geral, a responsabilidade de disponibilizar um produto inócuo deve ser através do gerenciamento dos riscos microbiológicos, ou seja, implementar ações para reduzir o risco a um nível seguro, objetivando a estabilidade econômica da cadeia produtiva e, principalmente, não afetando a saúde humana.

A legislação nacional e as normas internacionais, no que se refere a higiene dos produtos de origem animal, sinalizam a necessidade de direcionar ações a todas as etapas da cadeia produtiva da carne suína, buscando a proteção da saúde dos consumidores (MARTINS, et al., 2014).

No processo produtivo, a eficácia da limpeza e desinfecção deve ser monitorada por controles regulares, a partir de testes microbiológicos em superfícies, equipamentos e instrumentos, indispensável para fabricação de alimentos seguros (BARI; KAWASAKI, 2014).

As falhas nos procedimentos de higienização, podem ocasionar a contaminação cruzada, a qual ocorre pela transferência de microrganismos, de uma pessoa, objeto ou lugar para outro, direta ou indiretamente, no sentido de um item contaminado para um item não contaminado. Um exemplo, é a insuficiente desinfecção de facas no abate e nas etapas subsequentes, que pode acarretar a contaminação cruzada de um corte para outro (ROCHA et al., 1999; MINNESOTA DEPT. HEALTH, 2007; FRANCO; LANDGRAF, 2008; SWART et al., 2016).

Os utensílios usados na evisceração de suínos, apresentam alto risco de contaminação microbiana, devido aos ferimentos causados por facas, resultando em extravasamento do conteúdo intestinal, tornando a mesma um veículo de contaminação por patógenos (ROSSVOLL et al, 2018). Como também pode ocorrer na desossa, em que os microrganismos podem ser transferidos durante o uso das facas, na realização de cortes das carcaças (BARBOSA et al., 2016).

Para colaborar com a identificação de pontos de contaminação no processo, a realização de estudos que avaliem as condições higiênico-sanitárias, por meio da avaliação de bactérias aeróbias mesófilas e da família Enterobacteriaceae e, microrganismos considerados indicadores de qualidade e higiene, o que torna possível a identificação e indicação dos pontos potenciais para melhoria ao longo da linha de produção, assim como a realização do monitoramento das condições para a higiene das superfícies (BIASINO, et al., 2018). Nesse ponto de vista, a validação microbiológica, do intervalo de tempo no uso dos utensílios na linha de produção, é uma ferramenta importante de análise de riscos.

O desenvolvimento do presente estudo, justifica-se pela aquisição de informações relacionadas às contaminações resultantes dos diferentes tempos de uso de facas no abate de suínos, buscando a garantia da segurança dos alimentos aos consumidores. Estes dados fornecerão suporte para a redução de microrganismos indicadores de qualidade e higiene como bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, em carne suína.

Diante do exposto, o estudo objetivou avaliar as facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, em um frigorífico de suínos no estado do Rio Grande do Sul.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar as facas, superfícies de contato e carcaças quanto a contaminação por bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, em um frigorífico de suínos do estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas no abate;
- Avaliar a eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas na desossa;
- Avaliar a eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas;
- Avaliar a eficiência do Procedimento Sanitário Operacional nas carcaças em diferentes momentos do abate;
- Verificar as correlações das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas;

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Produção e Mercado da carne suína

O padrão habitual do consumo de carne suína, no mundo, aumentou de forma geral. A carne suína representa alto impacto econômico no Brasil, conforme o relatório anual de 2020 divulgado pela Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, a produção de carne suína no Brasil no ano de 2019 foi de 3,983 milhões toneladas, sendo 81% destinado para o mercado interno e 19% foram destinados ao mercado externo (ABPA, 2020).

O principal comprador da carne *in natura* suína é a China, seguida por Hong Kong e Chile. Estes embarques correspondem a 54,8%, mais da metade de toda carne suína exportada. E a exportação está em ascensão devido à queda na produção de suínos na China, ocasionado pela Peste Suína Africana, o país vem aumentando o volume importado de proteínas procedentes do Brasil, melhorando o desempenho do setor exportador (CEPEA, 2019).

O maior estado exportador é Santa Catarina, sendo responsável por 56,4% das exportações somando US\$ 365,39 milhões. O Rio Grande do Sul é o segundo maior exportador com 25% de participação, com um crescimento de 29,4%, com US\$ 161,88 milhões em exportações. Seguido pelo estado do Paraná, que foi responsável por 16% da carne enviada ao mercado externo, com US\$ 103,29 milhões em exportações. Na sequência vem Minas Gerais com 1,24%, Mato Grosso com 0,90% e São Paulo com 0,20% (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2019).

O Brasil está em consolidação no mercado internacional, porém, o mesmo passa por processos de instabilidades e impactos de mercado, como por exemplo, flutuações externas e barreiras técnicas de segurança do alimento, reconhecimento do *status* sanitário, rastreabilidade, custos de produção, peste suínas, custo portuário e mão-de-obra. E atualmente, questões relacionadas a pandemia do COVID-19 resultarão em impactos no setor o (ABPA, 2020).

Desse modo, cabe ressaltar que mesmo com a pandemia houve um aumento na exportação da carne suína, o período de janeiro a junho do ano de 2020 supera em 37,01% o saldo acumulado no mesmo período do ano anterior (ABPA, 2020).

3.2 Processo de abate de suínos

A obtenção da carne suína requer uma série de operações, consistindo em um processo complexo. As operações de linha de abate para suínos podem ser

divididas em duas seções principais, isto é, uma área suja, que abrange a etapa de insensibilização até a área de toailete das carcaças, e uma área limpa, a qual compreende as etapas de abertura e retirada de vísceras até o resfriamento em câmaras (KICH; SOUZA, 2015).

Inicialmente, os suínos passam por um chuveiro pré-abate por um tempo mínimo de três minutos com a pressão da água mínima de 1,5 atmosferas, com a finalidade de remoção de sujidades e fezes presentes na superfície dos animais, antes da aplicação do atordoamento elétrico (BRASIL, 1995; KICH; SOUZA, 2015).

Posteriormente ao atordoamento elétrico, em um tempo máximo de 30 segundos, é realizado a sangria, fazendo uso de uma faca para cortar os vasos sanguíneos principais (BRASIL, 1995; CHANNON, 2014).

Na sequência, os suínos são pendurados e encaminhados por meio de trilhamento mecanizado ao tanque de escaldagem. Esse processo de imersão em água escaldante de 58 a 62 °C, por um período de cerca de sete minutos, é fundamental para mitigar ou eliminar microrganismos (RODRIGUES et al., 2017).

Após a escaldagem, a carcaça passa pela depiladeira e, chega na mesa de rependura, onde é rependurada. Segundo Channon (2014), a máquina depiladeira pode ser um ponto de contaminação cruzada, por *Salmonella* spp., *E. coli*, *Campylobacter* spp., *Yersinia* spp., entre outros microrganismos patogênicos, durante o processo.

Em seguida, as carcaças passam por uma polidora seca com manguais que remove mecanicamente os pelos. Após o polimento seco, as carcaças passam pelo chamuscador automático para remoção de pelos remanescentes. Esta operação, segundo Channon (2014), não elimina todas as bactérias presentes na carcaça, mas reduz, expressivamente, a contaminação.

A próxima etapa realizada na área suja, é o polimento úmido, processo que remove fragmentos de pelos que permanecem das operações anteriores (polimento seco e chamuscagem automática). O polimento úmido é uma importante fonte de contaminação microbiana nas carcaças de suínos, pois a contaminação pode ser devida as dificuldades de limpar e desinfetar, o que permite que bactérias se estabeleçam na superfície dos pincéis (SANCHEZ-RODRÍGUEZ, 2018). Na sequência desse procedimento, ocorre a raspagem manual da carcaça e a retirada dos casquinhos e por último a passagem da carcaça pela polidora e uma lavagem pré-evisceração.

Na zona limpa estão compreendidas as operações de abertura da papada, inspeção de cabeça e papada, abertura abdominal-torácica, oclusão do reto, remoção das vísceras brancas e vermelhas, inspeção de vísceras, divisão longitudinal da carcaça, inspeção de carcaça e rins, inspeção de cérebro, retirada da cabeça, corte das patas dianteiras, desvio para DIF (Departamento de Inspeção Federal), no caso de não conformidade, retirada do unto, remoção da medula espinhal, inspeção final da limpeza da carcaça e passagem pelo chuveiro para o último banho (KICH; SOUZA, 2015).

Após a lavagem final, as carcaças são enviadas para as câmaras de resfriamento com temperatura controlada de no máximo 7 °C, permanecendo por aproximadamente 24 horas. Na sequência, na sala de cortes, as carcaças são fracionadas em pernil, paleta, barriga e costado e coureadas posteriormente, aos cortes primários por meio de chutes estes caem sobre as mesas da sala de desossa para serem realizados os cortes, conforme solicitação do mercado.

3.3 Controle da qualidade em frigorífico de suínos

A crescente preocupação com a qualidade dos alimentos, acarretou a criação e aplicação de programas de controles para gestão da qualidade e segurança, atendendo assim o mercado consumidor. Os programas de controle de qualidade, visam minimizar os perigos de origem microbiológica, física e química nos cortes suínos, desse modo, todas as etapas devem ser constantemente monitoradas e verificadas.

Os problemas de saúde relacionados com a alimentação humana, sucedem tanto nos países em desenvolvimento como nos desenvolvidos (TOMASZEWSKA et al., 2018). Entretanto, os países em desenvolvimento são confrontados com a mais alta incidência de surtos de infecções e intoxicações alimentares, com evidentes consequências econômicas. Em alimentos altamente perecíveis, como carne vermelha *in natura*, a ameaça de infecção/intoxicação alimentar é particularmente intensa (NEL, et al., 2004).

Para a realização do controle de qualidade nos frigoríficos se faz uso de monitoramentos e verificações *in loco*, embasados nos programas de autocontrole desenvolvidos pelos frigoríficos e estes seguem o que rege a legislação do mercado consumidor (BRASIL, 2017).

Desse modo, os autocontroles na indústria devem apresentar medidas preventivas e corretivas para garantir a máxima segurança dos alimentos. Sistemas de controle e programas destinados a este fim, devem abranger toda a cadeia de produção de alimentos, desde a produção primária até o consumidor que recebe o produto final (BARI; KAWASAKI, 2014).

O controle de contaminação dos alimentos deve ser baseado na aplicação dos programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), de Procedimento Sanitário Operacional (PSO), de Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (BUNCIC; SOFOS, 2012).

Estes programas, nos frigoríficos, são essenciais para minimizar a contaminação nas indústrias de alimentos de origem animal e devem ser fundamentados em uma inspeção contínua e sistemática de todos os fatores que, de alguma forma, podem influenciar na qualidade higiênico-sanitária dos produtos (MARTINS, et al., 2014; LINDBLAD, M; BERKING, 2013).

Para avaliar a eficiência destes programas pode-se realizar análises microbiológicas de contagem de bactérias aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae, por serem microrganismos indicadores da qualidade higiênico-sanitária de superfícies e matérias-primas (HAYES,1995; SIQUEIRA,1995; BIASINO, et al., 2018).

3.3.1 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

A legislação sanitária federal define Boas Práticas de Fabricação (BPF) como um conjunto de medidas que devem ser adotadas pelas indústrias de alimentos, a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos (ANVISA,2004).

As BPF estabelecem a base para todos os tipos de sistemas de segurança alimentar e são implantadas nas empresas devido à competitividade, melhoria contínua, exigência do mercado consumidor e, principalmente, a higiene alimentar dos seus produtos e o cumprimento da legislação, assim, colaborando para que os fabricantes atinjam objetivos de qualidade (BUZINARO; ASPAROTTO, 2019; BUCKNAVAGE; CAMPBELL, 2020; JANI, 2016).

Conforme Magalhães et al. (2011), as Boas Práticas de Fabricação devem ser pré-requisitos indispensáveis para a implantação de qualquer Programa de autocontrole de qualidade, envolvendo requisitos de armazenamento, condições de instalações, condições de equipamentos, como também, controle integrado de pragas, higiene e hábitos pessoais, tratamento de água e efluentes.

3.3.2 Procedimento Sanitário Operacional (PSO)

Para auxiliar na garantia da segurança do produto, um dos programas é o PSO. Seu objetivo, de modo geral é estabelecer medidas de controle em instalações, equipamentos, utensílios e instrumentos, produtos químicos e materiais adotados pelo estabelecimento, durante a produção de alimentos. Quando os PSO são realizados corretamente, garantem as condições higiênico-sanitárias das operações industriais.

São exemplos de PSO, o controle da renovação de água nos tanques de escaldagem, controle da lavagem de carcaças ao entrar e sair da etapa de evisceração, esterilização ou substituição de facas, chairas, entre outros utensílios em intervalos preestabelecidos, durante os turnos de trabalho (SILVA, 2017). A imersão das facas nos esterilizadores, conforme determina a Portaria Nº 711, de 01 de novembro de 1995, é um exemplo de PSO que deve ser realizado durante o abate de suínos.

Em síntese, são práticas para todas as atividades associadas à produção, fabricação e distribuição de alimentos com a finalidade de produzir alimentos seguros (JARVIS, 2014).

3.3.3 Procedimento Padrão De Higiene Operacional (PPHO)

O Procedimento Padrão de Higiene Operacional, consiste de procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados, monitorados e verificados pelo estabelecimento, com vistas a estabelecer a forma rotineira pela qual o estabelecimento evita a contaminação direta ou cruzada do produto e preserva sua qualidade e integridade, por meio da higiene, antes, durante e depois das operações (BRASIL, 2017). Ou seja, PPHO são procedimentos específicos para cada unidade produtora, descritos necessariamente, para garantir as condições sanitárias na

indústria de alimentos visando obter alimentos seguros e para sua validação a coleta de amostras para avaliação microbiológica é um controle adotado nas indústrias de alimentos (KEENER, 2007, LUNING et al., 2011).

Os procedimentos de higienização são aplicados na higienização pré-operacional e operacional.

O processo de higienização pré-operacional consiste no recolhimento dos resíduos grosseiros, aplicação de água sob pressão com temperatura acima de 45°C, aplicação de detergente, realização da esfrega, enxague com água sob pressão com temperatura acima de 45 °C, aplicação de sanitizante, enxague e é finalizado com a secagem das superfícies das instalações, equipamentos e utensílios. O processo de higienização operacional consiste na realização do recolhimento dos resíduos grosseiros, aplicação de água sob pressão com temperatura acima de 45 °C e secagem das superfícies nos equipamentos e instalações do abate, já na desossa e expedição o procedimento consiste no recolhimento dos resíduos mais grosseiros das instalações e equipamentos e os utensílios tanto do abate, como das demais áreas é realizado o mesmo procedimento de higiene pré-operacional (GAVA et al. 2008).

A não realização ou deficiência na higienização pode resultar na formação de biofilmes nas superfícies, se tornando uma potencial fonte de contaminação cruzada para o alimento (STOCCO et al., 2017).

A sobrevivência bacteriana, após a limpeza e desinfecção, representa um risco potencial na indústria alimentícia que afetará o consumidor (RODGERS et al., 2001). Por isso, todos os procedimentos sanitários do abate devem ser realizados de forma higiênica, sendo esse um fator determinante na qualidade microbiológica do produto final (TERRA; FRIES, 2005).

3.3.4 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

Os pré-requisitos de programas que devem ser implantados nas indústrias de alimentos, antes de implantar APPCC são BPF, PSO e PPHO (DE OLIVEIRA, 2016).

A carne e seus produtos podem ser contaminados por perigos químicos (antibióticos, produtos de higienização, agrotóxicos, entre outros), físicos (pedaços de metais, madeira, ossos, insetos, cabelo, entre outros) ou biológicos (microrganismos). Estes perigos podem afetar a saúde, integridade física ou

psicológica dos consumidores, prejudicando também a qualidade dos produtos (KICH; SOUZA, 2015).

Desse modo, devem existir ferramentas que asseguram a segurança e a qualidade dos alimentos, como APPCC. Esta ferramenta, visa o controle dos pontos com risco de contaminação pelos perigos físicos, químicos e microbiológicos para entregar, consistentemente, carne segura na cadeia alimentar. Por esse motivo, é o Programa de autocontrole, amplamente reconhecido, como o mais eficiente na produção de alimentos (MCDOWELL; SHERIDAN; BOLTON, 2005).

Para a elaboração do Plano APPCC, são descritas pelo *Codex Alimentarius* etapas sequenciais, desde a identificação e organograma da Empresa até a aplicação de sete princípios, sendo eles: (1) análise de perigos e medidas preventivas; (2) identificação dos pontos críticos de controle (PCC's); (3) estabelecimento dos limites críticos; (4) estabelecimento dos procedimentos de monitorização, (5) estabelecimento das ações corretivas; (6) estabelecimento dos procedimentos de verificação; (7) estabelecimento de um sistema de documentação sobre todos os procedimentos e, registros (CODEX, 2003).

De acordo com Milios, Drosinos e Zoiopoulos (2012), as vantagens da aplicação de APPCC é a melhoria da eficiência dos procedimentos de processamento, redução de *recalls*, melhoria da reputação da empresa, redução de custos, o acesso a novos mercados, conseqüentemente, o aumento de clientes e de venda, como também a capacidade de redução do desenvolvimento microbiano e a redução de desperdícios.

3.4 Monitoramento microbiológico em frigorífico de suínos

Para a indústria de alimentos, a amostragem de superfícies é extremamente essencial, para avaliar e controlar a contaminação microbiana das superfícies de contato com os alimentos. As técnicas de amostragem de superfícies, são baseadas em *swabs* ou esponjas e consistem em extrair os microrganismos da superfície de contato (RIPOLLES-AVILA, et al., 2019)

O controle de microrganismos indicadores de qualidade e higiene, oferece informações importantes para monitorar e avaliar as condições higiênicas do

processo de abate de suínos (CÊ, 2016). Bactérias indicadoras são consideradas um alvo interessante para análise microbiológica, a fim de obter informações sobre a higiene de processos e produtos (BELLUCO, et al., 2015).

O monitoramento e controles microbiológicos são realizados pela indústria de alimentos com a finalidade de atender os padrões legais, como também para controle higiênico sanitário.

3.4.1 Microrganismos indicadores de qualidade e higiene

A produção de alimentos tornou-se globalizada, o alimento produzido em um país é consumido em diversos outros, deste modo, as abordagens para a produção de alimentos seguros, vêm seguindo exigências nacionais e internacionais.

A exigência para os abatedouros exportadores para o mercado asiático e a União Europeia, deve seguir os limites previstos na legislação da União Europeia (Tabela 1 e 2).

Segundo o Regulamento 471 da Comunidade Europeia (EC, 2001), o padrão aceitável, em superfícies de equipamentos e utensílios, para aeróbios mesófilos é até 1 log UFC/cm² e ausência para Enterobacteriaceae (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfícies de equipamentos e utensílios

Microrganismos indicadores	Padrão aceitável	Padrão insatisfatório
Aeróbios mesófilos	1 log UFC/cm ²	>1 log UFC/cm ²
Enterobacteriaceae	Ausência	>1 log UFC/cm ²

Fonte: Adaptado do Regulamento 471 da Comunidade Europeia, 2001.

Enquanto que em superfície de carcaças suínas, o Regulamento da Comunidade Europeia 2073 (EC, 2005), determina que os padrões aceitáveis, em superfície de carcaças suínas, para aeróbios mesófilos são até 5 log UFC/cm² e para Enterobacteriaceae 3 log UFC/cm² (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfície de carcaças suínas pela União Europeia

Microrganismos indicadores	Padrão aceitável	Padrão insatisfatório
Aeróbios mesófilos	5 log UFC/cm ²	>5 log UFC/cm ²
Enterobacteriaceae	3 log UFC/cm ²	>3 log UFC/cm ²

Fonte: Adaptado do Regulamento 2073 da Comunidade Europeia, 2005.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), também determina o padrão aceitável em superfície de carcaças suínas, por meio da Circular 130/2007/CGPE/DIPOA (BRASIL, 2007). Tais padrões estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros para microrganismos indicadores de qualidade e higiene (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae) em superfície de carcaças suínas, pela legislação brasileira

Microrganismos indicadores	Padrão aceitável	Padrão insatisfatório
Aeróbios Mesófilos	5 log UFC/cm ²	>5 log UFC/cm ²
Enterobacteriaceae	3,3 log UFC/cm ²	>3,3 log UFC/cm ²

Fonte: Adaptado da: Circular 130/2007/CGPE/DIPOA

O abate de suínos é um processo de produção aberto com muitas possibilidades de contaminação da carcaça por diferentes bactérias patogênicas, decorrentes da pele do animal, da água utilizada, equipamentos e utensílios utilizados no processo (ALVSEIKE et al., 2018; CHOI et al., 2013).

Assim, de acordo com Contreras et al. (2003), para se entender, completamente, os princípios da higienização, deve-se compreender as bases biológicas e o papel dos microrganismos na deterioração de alimentos e como causadores de doenças transmitidas por alimentos (DTA).

A contaminação pode ocorrer por patógenos que causam DTA nos indivíduos, causando infecções, intoxicações, mal-estar e até a morte, como também por microrganismos não patogênicos causando deterioração, decomposição, mau cheiro e sabor desagradável em alimentos (ALMEIDA, 2017).

A Família Enterobacteriaceae, é composta por bactérias Gram negativas que compreende espécies como: *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *Citrobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Proteus* spp., *Morganella* spp., *Providencia* spp. e *Yersinia* spp (NEL, et al., 2004).

A presença de enterobactérias, constitui um indicador de potencial

contaminação fecal, associada as más práticas de higiene dos manipuladores e manipulação incorreta dos utensílios, deste modo, Enterobacteriaceae são indicadoras do desempenho de higiene, tornando seus parâmetros úteis para avaliar as práticas higiênicas de abate (BOLLERSLEV, et al., 2017; BIASINO, et al., 2018).

A carne suína, é considerada a terceira fonte alimentar mais comum de salmonelose humana (ARGUELLO et al., 2013). Os animais infectados com *Salmonella* constituem uma fonte potencial de contaminação para o ambiente do frigorífico e, conseqüentemente, para as carcaças durante o abate (DUGGAN et al., 2010).

O grupo aeróbios mesófilos, é composto por bactérias Gram negativas, da família Enterobacteriaceae, além de representantes Gram positivos dos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* e *Streptococcus*, dentre outros (LANNA, 2013).

A contagem de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae é utilizada com o objetivo de monitorar a higiene de processos de produção de carnes e produtos cárneos, fornecendo uma avaliação do processo como um todo (GHAFIR et al., 2008).

De acordo com Rodrigues e Ferreira (2016), quando em número elevado em determinados alimentos, podem indicar que o processamento foi inadequado do ponto de vista sanitário (RODRIGUES, FERREIRA, 2016).

Conforme a RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), os cortes suínos não podem apresentar *Salmonella* sp., entretanto nesta resolução não consta nenhuma referência para Enterobacteriaceae e aeróbios mesófilos, em cortes suínos (ANVISA, 2001). No entanto, a Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019, (complementar a RDC 331 de 23 de dezembro de 2019), que entrou em vigor em 23 de dezembro de 2020, estabelece padrões microbiológicos para alimentos para *Salmonella* sp., *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos, para carnes suínas cruas (ANVISA, 2019).

4 Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em um frigorífico de suínos, localizado na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF). Na planta de abate são realizadas operações que envolvem a recepção, descanso pré-abate, abate, desossa e produção de industrializados, por fim expedição (Figura 1). Diariamente, são abatidos, aproximadamente, dois mil e quinhentos suínos, cujos cortes são destinados ao mercado interno e externo.

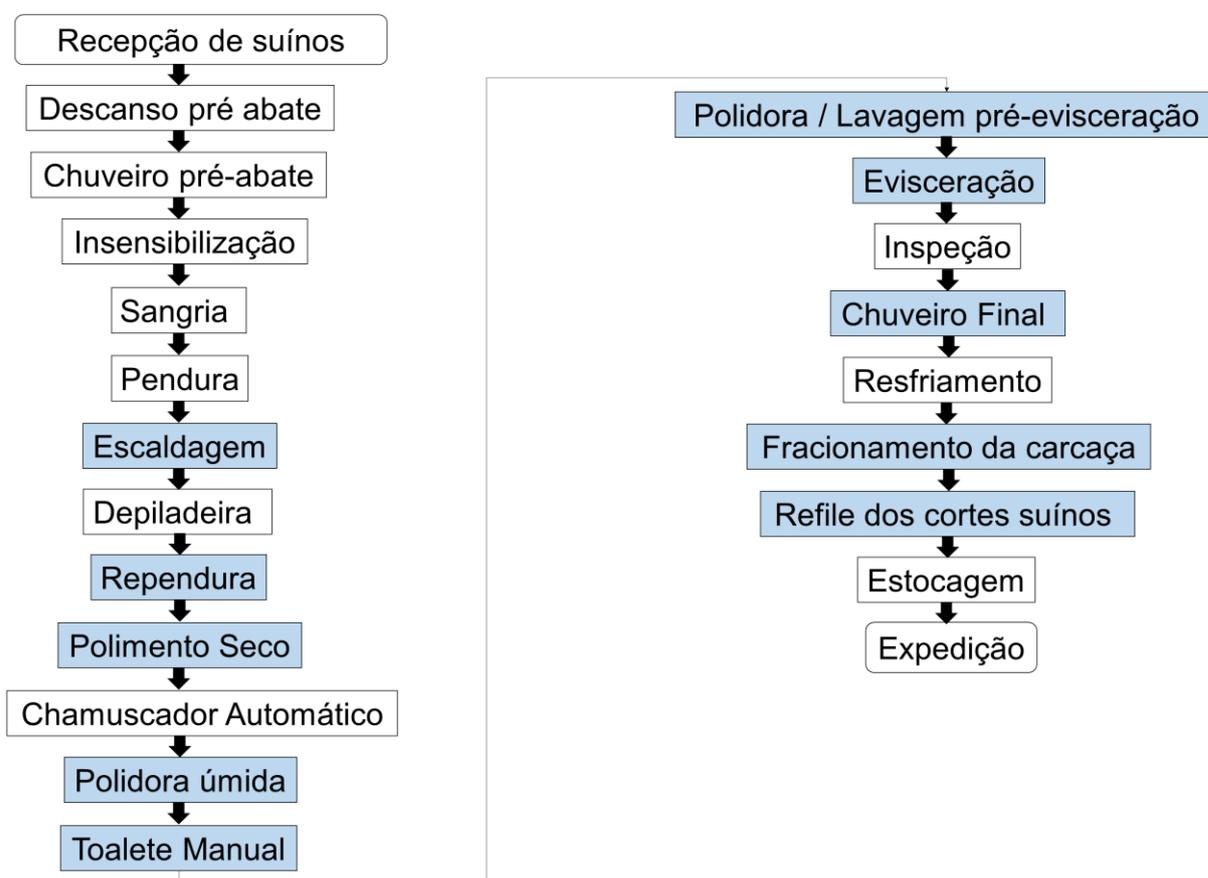


Figura 1 - Fluxograma de abate de suínos, com destaque para os pontos de coleta para as análises microbiológicas de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae
Fonte: do autor, 2020.

4.1 Material

As facas, água do tanque de escaldagem, equipamentos e carcaças suínas, foram amostradas com as coletas através de *swabs* esterilizados e codificadas conforme os pontos e tempos de coletas.

4.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso organizado em esquema bifatorial, sendo para as facas: 3 (dias de coleta) x 3 x 15 (tempo de coleta e facas do processo de abate e desossa), totalizando 135 unidades experimentais para as facas (Tabela 4). Para a água, as principais superfícies de contato e as carcaças suínas utilizou-se esquema unifatorial: 3 (dias de coleta) x 12 superfícies (5 superfícies de contato e 7 carcaças), totalizando 36 unidades experimentais (Tabela 5).

Cada operador na sala de abate, possui um conjunto de facas com cabos de cores diferentes para a realização da troca a cada três minutos, durante o processo. Desse modo, os estágios de coleta, foram de acordo com os procedimentos de PSO para as facas, seguido pelo frigorífico. No primeiro estágio no abate, foram coletadas as amostras através de *swabs*, (1) de superfície da faca após a esterilização (tempo 0) (2) no meio do período da troca da faca, ou seja, após 1,5 min do uso (tempo 1) da mesma e, por último, (3) após três minutos de uso (tempo 2).

Na sala de desossa, cada operador recebe uma faca e a mesma é trocada após 3h10min (três horas e dez minutos). As facas da desossa foram coletadas, através de *swabs* (1) de superfície da faca higienizada (tempo 0), (2) após 1h35min de uso e (tempo 1), (3) antes da faca ser coletada para o processo de higienização novamente, após 3h10min (tempo 2).

Tabela 4 - Número de facas amostradas, para avaliação de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, utilizadas em frigorífico abatedouro de suínos

Tratamentos	Amostras	Etapa do abate
1	Faca do toailete	Toailete Manual
2	Faca da abertura da papada	Evisceração
3	Faca da abertura abdominal	Evisceração
4	Faca corte do rabo	Evisceração
5	Faca das vísceras brancas	Evisceração
6	Faca das vísceras vermelhas	Evisceração
7	Faca 1 Pernil	Fracionamento da Carcaça
8	Faca 2 Pernil	Refile dos cortes suínos
9	Faca 3 Pernil	Refile dos cortes suínos
10	Faca 1 Paleta	Fracionamento da Carcaça
11	Faca 2 Paleta	Refile dos cortes suínos
12	Faca 3 Paleta	Refile dos cortes suínos
13	Faca 1 Barriga	Fracionamento da Carcaça
14	Faca 2 Barriga	Refile dos cortes suínos
15	Faca 3 Barriga	Refile dos cortes suínos

Dias: 3 dias de coleta

*(15 tratamentos x 3 estágios x 3 dias de coleta = 135 amostras x 2 microrganismos/análises = 270 determinações).

Tabela 5 - Principais superfícies de contato e carcaças suínas amostradas para avaliação de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, em frigorífico abatedouro de suínos

Tratamentos	Amostras	Etapa do abate
1	Água do tanque de escaldagem	Escaldagem
2	Mesa de rependura	Rependura
3	Polidora 01	Polimento Seco
4	Polidora 02	Polidora Úmida
5	Polidora 03	Polid / Lav. pré-evisceração
6	Carcaça-Mesa da rependura	Rependura
7	Carcaça-Após polidora úmida	Polidora Úmida
8	Carcaça-Entrada na zona limpa	Evisceração
9	Carcaça-Antes das vísc. brancas	Evisceração
10	Carcaça-Após vísc. vermelhas	Evisceração
11	Carcaça-Inspeção oficial	Inspeção
12	Carcaça-Após chuveiro final	Chuveiro Final

*(12 tratamentos x 3 dias de coleta = 36 amostras x 2 microrganismos/análises = 72 determinações).

Como nas tabelas acima, foram obtidas cento setenta e uma (171) amostras, a esse total foram aplicadas análises para dois grupos de microrganismos e, as coletas foram realizadas em dois ambientes: abate e desossa.

4.3 Coleta, preparo da amostra e leitura

As superfícies avaliadas, foram selecionadas com base nos resultados microbiológicos, obtidos pela indústria de acordo com os níveis de contaminação microbiana anteriormente encontrados, como também pela incidência de não conformidade de troca de facas, no abate no Procedimento Sanitário Operacional.

Para coleta de amostras, em cada ponto utilizou-se *swabs* estéreis previamente identificados, com os pontos amostrais e após o esfregaço depositou-se o *swab* dentro do tubo de ensaio contendo água peptonada 1% e fechando-o imediatamente. Não foi possível aplicar o molde delimitador da área, por ser um utensílio pequeno. Deste modo, foi definido visualmente a área de 50 cm² e efetuada a coleta da amostra, sendo aplicado com pressão a *swabs* e inclinação de aproximadamente 45° (quarenta e cinco graus), pelo menos 10 vezes, e girando para que toda a superfície do *swab* ficasse em contato com a superfície da faca (EC, 2001).

As coletas de água do tanque de escaldagem foram realizadas no momento da coleta da superfície das facas do abate. Coletou-se em um tubo de coleta estéril, o volume de 15 mL de água do tanque.

As coletas dos equipamentos foram realizadas no tempo 02 da coleta das facas. Mesa de rependura, polidora 01 (seca), polidora 02 (úmida) e polidora 03 (chuveiro final toalete) foram friccionadas com o uso de *swabs* estéreis numa superfície total 50 cm², sendo utilizados moldes com área de 10 cm² que permitiu amostrar a superfície em 5 (cinco) pontos distintos, aumentando a representatividade da amostragem (EC, 2001).

As amostras das carcaças foram coletadas no tempo 02 da coleta das facas. Para obtenção das coletas das amostras da superfície das carcaças friccionou-se *swabs* estéreis nas carcaças, localizados em quatro regiões anatômicas (pernil, lombo, barriga e papada), totalizando uma área de amostragem 400 cm², método preconizado na Circular 130/2007/CGPE/DIPOA (BRASIL, 2007).

As amostras coletadas, foram transportadas em uma caixa térmica, para o Laboratório credenciado da empresa localizado em Itapiranga-SC, e submetidas às análises para contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae.

Para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, foi realizado a utilização de placas de Petrifilm (3M, Saint Paul, MN, EUA) de acordo com as orientações metodológicas da AOAC (2012a). Foi realizada a inoculação de 1mL da amostra em diluições decimais de 10⁻¹ a 10⁻⁴, em placas com meio *Aerobic Count*

Plate (AC), que contem além de nutrientes, o 2,3,5-trifeniltetrazóico cloreto. A amostra foi distribuída em uma área de 20 cm², com incubação à 35 °C ± 1 °C por 48 horas ± 3 horas; após o período de incubação foi realizada a contagem de todas as colônias com característica de crescimento na cor vermelha (AOAC, 2016).

Enquanto, para a contagem de Enterobacteriaceae, foi realizada pela utilização de placas de Petrifilm (3M, Saint Paul, MN, EUA) de acordo com as orientações metodológicas da AOAC (2012a). Foi realizada a inoculação de 1mL da amostra em diluições decimais de 10⁻¹ a 10⁻⁴, em placas com meio *Enterobacteriaceae Count Plate*, que possui ágar vermelho violeta bile (VRBA). Foram adicionados 1 mL de amostra sobre a placa, em uma área de 20 cm², e submetidas a incubação à 37 °C ± 1 °C por 24 horas ± 2 horas. Após o período de incubação foi realizada a contagem de todas as colônias com característica de crescimento na coloração vermelha com zonas amarelas e/ou vermelhas com bolhas de ar com ou sem zonas amarelas (AOAC, 2016).

Após o período de incubação, as colônias presentes no ágar das placas foram contadas e, expressas em log UFC/cm².

4.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, normalidade, homogeneidade e aditividade, posteriormente aplicou-se a análise de variância a 5% de probabilidade com a finalidade de identificar a interação entre pontos de coleta x tempos de exposição. O fator de variação ponto de amostragem, foi considerado qualitativo e seus desmembramentos ocorreram através da comparação de médias por Duncan. O fator de variação tempo, foi considerado quantitativo e seu desmembramento foi expresso por regressão linear com ajuste do polinômio através do teste t a 5% de probabilidade. O esquema bifatorial não apresentou interação para as variáveis dependente (aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae), portanto, baseou-se nos efeitos principais. Com a finalidade de identificar as associações dentro do estudo realizaram-se correlações lineares estratificadas, por efeitos de carcaça, efeitos de facas no abate, efeitos das facas na desossa e efeitos para equipamentos. Sua significância foi amparada pelo teste t a 5% de probabilidade.

5 Resultados e Discussão

O abatedouro em estudo, no ano de 2018 teve novecentos e noventa e cinco não conformidades, identificadas no PSO. Desse total, quatrocentos e setenta ocorreu pela falta de esterilização das facas nos tempos determinados no abate, em desconformidade à legislação vigente. Sendo assim, justifica-se o desenvolvimento do presente estudo, tendo em vista a importância do controle microbiológico das facas utilizadas no abate, em diferentes tempos.

5.1 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas no abate

Na tabela 06, encontram-se as contagens dos microrganismos indicadores de higiene em seis facas utilizadas no processo de abate de suínos (Figura 07 - Apêndice).

Tabela 6 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média \pm desvio padrão), em diferentes tempos de uso de facas, durante o abate

Facas Abate	Aeróbias Mesófilas log UFC/cm ²			Enterobacteriaceae log UFC/cm ²		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2
Toalete	0,20 \pm 0,28	1,72 \pm 0,15	1,67 \pm 0,51	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Papada	0,10 \pm 0,14	0,87 \pm 0,62	1,29 \pm 0,44	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Abdômen	0,00 \pm 0,67	0,81 \pm 0,43	0,55 \pm 0,40	0,00 \pm 0,00	0,20 \pm 0,28	0,00 \pm 0,00
Rabo	0,16 \pm 0,22	1,29 \pm 0,36	1,25 \pm 0,43	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Vísceras branca	0,00 \pm 0,00	0,23 \pm 0,33	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Vísceras vermelha	0,10 \pm 0,14	0,76 \pm 0,54	1,09 \pm 0,47	0,00 \pm 0,00	0,20 \pm 0,28	0,36 \pm 0,51

* Para as facas cada data de coleta de amostra foi considerada uma repetição. Tempo 0: 0 min. Tempo 1: 1,5 min. Tempo 2: 3 min.

Nas análises de aeróbios mesófilos, a variação média ficou entre 0,00 e 0,20 log UFC/cm² no tempo 0, ficou entre 0,23 e 1,72 log UFC/cm² no tempo 1 e ficou entre 0,00 e 1,67 log UFC/cm² no tempo 2. Enquanto nas contagens de Enterobacteriaceae obteve-se ausência no tempo 0, mas no tempo 1 variou entre 0,00 e 0,20 log UFC/cm² e no tempo 2 entre 0,00 e 0,36 log UFC/cm².

A legislação brasileira, não define parâmetros microbiológicos para superfícies de equipamentos e utensílios utilizados no processamento de alimentos. Entretanto, para os abatedouros exportadores para o mercado asiático e a União Europeia, os parâmetros microbiológicos para aeróbios mesófilos aceitáveis, é até 1 log UFC/cm² e ausência para Enterobacteriaceae (EC, 2005).

Dos resultados obtidos nas análises de aeróbios mesofilos realizadas nas facas do abate, 33% apresentaram contagem acima do padrão em comparação aos níveis permitidos da Decisão 471 da Comunidade Europeia. Para Enterobacteriaceae, 17% dos resultados apresentaram níveis acima do permitido, conforme esta mesma legislação.

As facas do abate, são higienizadas a cada 3 minutos, por meio do enxague e posteriormente, esterilização em esterilizadores de água circulante, a temperatura de 82,2 °C, durante todo o processo de abate, conforme determina a Portaria Nº 711, de 01 de novembro de 1995 (BRASIL, 1995).

De acordo com esses resultados, observa-se que o processo de esterilização das facas por 3 min, a uma temperatura mínima de 82,2 °C no tempo 0 (zero), durante as diferentes operações do abate, foi eficiente. Desse modo, as contagens das bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae são consideradas aceitáveis, conforme a Decisão 471 da Comunidade Europeia (EC, 2001), evidenciando a eficiência do procedimento de esterilização.

Segundo os parâmetros sugeridos pela Decisão nº 471/2001 da COMUNIDADE EUROPEIA (EC, 2001), as superfícies das facas da toailete no tempo 1 e 2, papada no tempo 2, rabo no tempo 1 e 2 e vísceras vermelhas no tempo 2, analisadas neste trabalho, apresentaram contagem acima do permitido para bactérias aeróbias mesófilas. Para Enterobacteriaceae, os níveis se apresentaram inaceitáveis nas facas utilizadas para a abertura abdominal no tempo 1 e na remoção das vísceras vermelhas nos tempos 1 e 2.

Observa-se também, que nas facas dos pontos Toalete, Abdômen, Rabo e Vísceras brancas, não ocorreu o aumento nas contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae, com o aumento do tempo de uso. Entretanto, nesses pontos houve um aumento nas contagens de bactérias no tempo 1, ou seja após 1,5 min de uso, porém, no tempo 2, após 3 min de uso, houve a diminuição nas contagens.

Desse modo, estes resultados demonstram que as facas utilizadas durante as operações de abate podem se tornar um veículo de contaminação, isto é, os microrganismos foram transferidos para as carcaças subsequentes (BARBOSA, 2016; SWART et al., 2016).

Corroborando com esta afirmação, o estudo de Biasino et al (2018), ao relatarem que a contaminação cruzada de superfícies de contato para carcaça é um fator que torna o abate de suínos um processo complexo, com alto risco de contaminação microbiana, tornando-se assim um risco potencial para a saúde humana.

De acordo com Biasino et al (2018), as facas utilizadas no abate podem estar altamente contaminadas, devido os procedimentos realizados com as mesmas, sendo a raspagem da superfície da carcaça no Toalete, na abertura da carcaça do suíno e na remoção dos miúdos internos e externo na zona limpa.

5.2 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das facas utilizadas na desossa

Na Tabela 7 encontram-se os resultados das contagens dos microrganismos indicadores de higiene em nove facas, utilizadas no processo de desossa e refilamento dos cortes suínos (Figura 08 – Apêndice).

Tabela 7 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média ± desvio padrão), em diferentes tempos de uso de facas utilizadas na desossa e refilamento dos cortes suínos

Faca da linha	Aeróbias Mesófilas log UFC/cm ²			Enterobacteriaceae log UFC/cm ²		
	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 0	Tempo 1	Tempo 2
Barriga 01	0,55±0,43	0,63±0,29	0,56±0,40	0,00±0,00	0,00±0,00	0,10±0,14
Barriga 02	1,02±0,51	1,53±0,05	0,93±0,77	0,00±0,00	0,00±0,00	0,10±0,14
Barriga 03	1,57±1,00	1,19±0,05	0,91±0,25	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Paleta 01	0,30±0,25	0,36±0,51	0,48±0,36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Paleta 02	1,15±0,98	0,28±0,40	1,05±0,81	0,00±0,00	0,00±0,00	0,10±0,14
Paleta 03	0,90±0,67	0,26±0,20	0,89±0,75	0,00±0,00	0,00±0,00	0,23±0,33
Pernil 01	1,52±1,23	0,26±0,37	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

Pernil 02	0,40±0,38	0,10±0,14	0,82±0,96	0,00±0,00	0,00±0,00	0,10±0,14
Pernil 03	1,24±1,43	0,35±0,49	0,48±0,68	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

* Para as facas cada data de coleta de amostra foi considerada uma repetição. Tempo 0: 0 min. Tempo 1: 1h35min. Tempo 2: 3h10min.

Nas análises de aeróbios mesófilos a variação média ficou entre 0,30 e 1,57 log UFC/cm² no tempo 0, entre 0,10 e 1,53 log UFC/cm² no tempo 1 e entre 0,00 e 1,05 log UFC/cm² no tempo 2. Para Enterobacteriaceae, foi ausência no tempo 0 e tempo 01, já no tempo 2 a variação foi de 0,00 para 0,23 log UFC/cm².

Dos resultados obtidos nas análises para aeróbios mesofilos realizadas nas facas da desossa, 30% apresentaram contagem acima do padrão em comparação os níveis microbiológicos permitidos da Decisão 471 da Comunidade Europeia. Para Enterobacteriaceae, 19% dos resultados apresentaram níveis acima do permitido, segundo esta mesma legislação.

As facas da desossa, são higienizadas em toda a superfície, por meio de um pré enxague com água sob pressão de 5-10 Kgf/cm² com temperatura entre 45 – 55 °C, na sequência é aplicado detergente e deixado agindo por 10 min, após é realizado enxague com água sob pressão de 5-10 Kgf/cm² com temperatura entre 45 – 55 °C e o processo de higienização é finalizado com a imersão das facas em solução sanitizante.

Os resultados das contagens bacterianas das facas no tempo 0, na desossa, apresentou alta contaminação. Isto indica que o procedimento de higienização está deficiente, desse modo, possibilitando a contaminação cruzada nos cortes realizados. A detecção desses microrganismos é um indicativo que as condições higiênico-sanitárias possibilitam a contaminação também por patógenos (FERREIRA; SIMM, 2012).

Em relação as facas da desossa, após a higienização, as contagens obtidas para aeróbios mesófilos estão de acordo com os resultados encontrados por Rodrigues et al. (2019), onde obtiveram contagens elevadas de aeróbios mesófilos. Portanto, indica a deficiência nos procedimentos de higienização e por conta disso, pode levar à formação de biofilmes por essas bactérias, que precisa ser tratado com atenção, pois aumenta a probabilidade de multiplicação microbiana e dificulta a eliminação das mesmas, no processo de higienização (MARTINS, 2013).

O contato com superfícies contaminadas, pode comprometer a qualidade microbiológica dos alimentos, especialmente se o tratamento térmico não for adequado para a inativação de células bacterianas, eventualmente presentes

De acordo com Brasil et al. (2017), apesar dos avanços tecnológicos nos últimos anos na indústria de carnes, a manutenção do controle higiênico-sanitário de equipamentos e utensílios utilizados durante o processamento, ainda é um problema. Equipamentos e utensílios podem contaminar os alimentos se não forem higienizados adequadamente, reduzindo assim o prazo de validade e a segurança do produto.

A ocorrência de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae nas facas da desossa, corrobora com os resultados encontrados por Noskoskm et al. (2015), onde foi observado alta contaminação das facas, após duas horas de uso. Já Secchi; Salazar e Wendt (2015), indicam que o tempo de até duas horas para troca das facas, atende o padrão microbiológico estipulado pela legislação, assim, não oferecendo risco de contaminação cruzada.

5.3 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas

Conforme Choi et al. (2013), o processo de abate possui várias possibilidades de contaminação por bactérias patogênicas, figurando como as maiores fontes de contaminação durante o abate a pele do animal, água utilizada, equipamentos e utensílios.

A tabela 08 apresenta a média das contagens de microrganismos indicadores de higiene em cinco pontos, no processo de abate de suínos (Figura 09 – Apêndice).

Tabela 8 – Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média ± desvio padrão), em água e superfícies dos equipamentos de abate

Água/Equipamentos	Aeróbias Mesófilas log UFC/cm²	Enterobacteriaceae log UFC/cm²
Água do tanque de escaldagem	2,81± 0,26	0,00± 0,00
Mesa de rependura	0,69± 0,21	0,00± 0,00
Polidora 01	3,21 ± 0,56	1,46± 0,62
Polidora 02	4,17± 1,52	0,36± 1,00
Polidora 03	3,77± 0,43	1,13± 0,61

Nas análises de água e nas superfícies dos equipamentos a variação média ficou entre 0,69 e 4,17 log UFC/cm² para aeróbios mesófilos e para Enterobacteriaceae, a variação média ficou entre 0,00 e 1,46 log UFC/cm².

A partir dos resultados das análises de aeróbios mesofilos realizadas nas superfícies de contato com as carcaças, constatou-se que 80% apresentaram contagem acima do padrão, em comparação os níveis microbiológicos permitidos da Decisão 471 da Comunidade Europeia. Para Enterobacteriaceae, 60% dos resultados apresentaram níveis acima do permitido, segundo esta mesma legislação.

Seguindo os parâmetros da Decisão n° 471/2001 da Comunidade Europeia (EC, 2001), a água do tanque de escaldagem e as polidoras analisadas, neste estudo, apresentaram contagem acima do permitido para bactérias aeróbias mesófilas, enquanto para Enterobacteriaceae, os níveis inaceitáveis foram detectados nas polidoras.

Durante as etapas, de contato da carcaça com equipamentos como na escalda, na mesa de rependura, na polidora seca, na polidora úmida e na polidora após a toailete, as carcaças podem se contaminar com fezes e as bactérias podem se espalhar pela mesma e, pelas subseqüentes carcaças, além de contaminar os equipamentos, as instalações e os utensílios (DE BUSSE, 2013).

5.4 Eficiência do Procedimento Sanitário Operacional nas carcaças em diferentes momentos do abate

Na Tabela 09 encontram-se as contagens dos microrganismos indicadores nas carcaças, em sete pontos diferentes do abate (Figura 09 – Apêndice).

Tabela 9 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (média ± desvio padrão), em carcaças, em diferentes pontos do abate

Carcaças	Mesófilas Aeróbias log UFC/cm²	Enterobacteriaceae log UFC/cm²
Mesa da rependura	3,01±0,61	1,41±0,56
Após polidora 01	3,07±0,53	0,43±0,51
Após polidora 02	3,04±0,34	0,57±0,74
Após polidora 03	2,59±0,45	0,20±0,35
Antes das vísceras brancas	2,52±0,63	0,30±0,30
Após vísceras vermelhas	2,92±0,58	0,41±0,71
Após chuveiro final	2,59±0,46	0,95±0,50

Nas análises das carcaças a variação média ficou entre 2,52 e 3,07 log UFC/cm² para aeróbios mesófilos e para Enterobacteriaceae, a variação média ficou entre 0,20 e 1,41 log UFC/cm².

Na etapa, antes das vísceras brancas e após as vísceras vermelhas, foi constatado um aumento na contagem de aeróbios mesófilos e enterobactérias, esse aumento pode estar correlacionado com a contaminação cruzada durante a operação manual da retirada das vísceras, ocorrida através do contato de materiais de origem gastrointestinal com a superfície da carcaça (CÊ, 2016).

De acordo com a Circular 130/2007, que define os padrões microbiológicos de carcaças suínas, os resultados médios obtidos da contagem de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae estão todos dentro dos parâmetros aceitáveis (BRASIL, 2007).

Seguindo o Regulamento CE 2073/2005 (EC, 2005), houve contagem acima do permitido para aeróbios mesófilos na superfície das carcaças nos pontos após polidora 01 e após polidora 02 e para Enterobacteriaceae, os resultados estavam de acordo com o padrão aceitável.

Como pode ser observado na tabela 9 nos resultados dos microrganismos indicadores de higiene das carcaças em diferentes momentos do abate, houve em alguns momentos, a inversão dos resultados de contaminação de carcaças. Estes resultados corroboram com os encontrados por Van der Gaag et al. (2003) e Ducas et al. (2010), onde também foi observado variações da contaminação em diversos segmentos do processo de abate de suínos.

Esta inversão dos resultados pode ser justificada pela variação das condições de higiene operacional e pessoal, de equipamentos e das instalações vigentes em cada estabelecimento, revelando a complexidade das atividades de abate (DUCAS, et al., 2010).

Os resultados obtidos na presente pesquisa, demonstram que a contaminação cruzada é deduzida com periodicidade, em diferentes facas no transcorrer do processo, comprometendo a inocuidade das carcaças e posteriormente dos cortes, o que fornece suporte para propor algumas intervenções no monitoramento de microrganismos indicadores de qualidade e higiene, no frigorífico de abate de suínos.

5.5 As correlações das principais superfícies de contato, com as carcaças suínas

A análise de variância revelou ausência de interação entre ponto de coleta x tempo para os efeitos de aeróbios mesófilos (AM) de facas de abate a 5% de probabilidade. Entretanto, os efeitos principais significativos foram obtidos através do ponto de coleta e tempo. Não se identificou variabilidade para os pontos de coleta frente a variável aeróbios mesófilos nas carcaças, em contrapartida, houve significância para aeróbios mesófilos nos equipamentos onde os pontos de coleta foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

As correlações para os efeitos das observações realizadas em facas utilizadas no abate foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste t, apresentando variável inversa entre o ponto de coleta e a contagem aeróbios mesófilos, sendo que conforme avança na linha de produção reduz a contagem de aeróbios mesófilos na faca analisada. Observou-se também, que o aumento do tempo de uso da faca no abate, aumenta a contaminação microbiológica de aeróbios mesofilos (Figura 2 e 3).

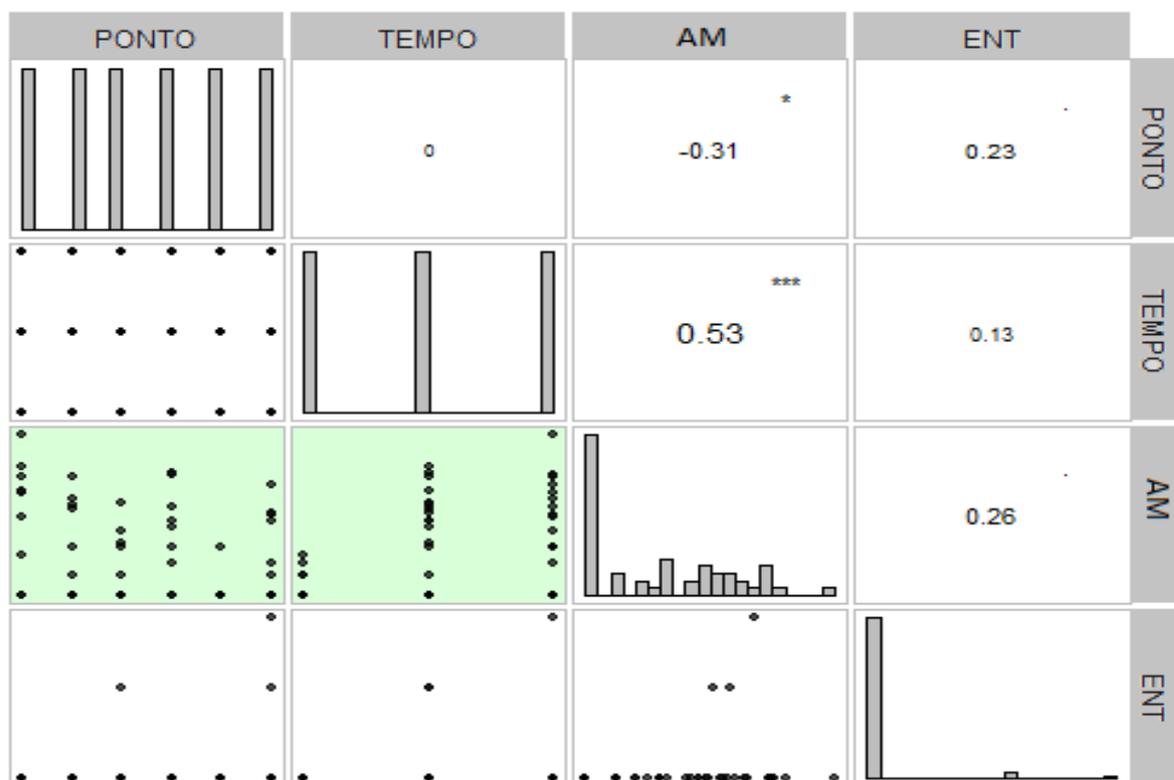


Figura 2 - Correlação linear para os efeitos de tratamento x facas abate

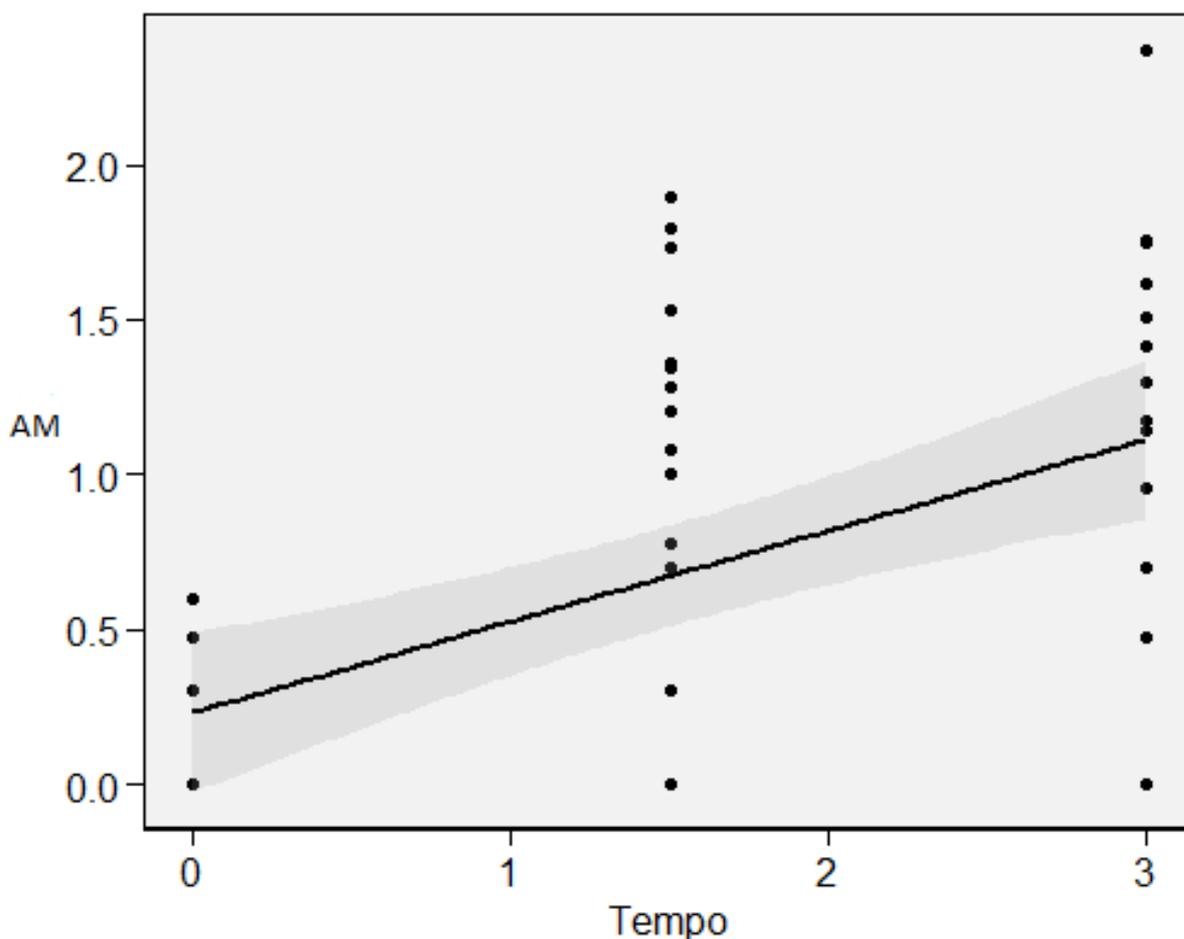


Figura 3 – Tendências da Regressão linear para os efeitos de tempo das facas utilizadas no abate.

As correlações para os efeitos das observações realizadas em facas utilizadas na desossa, são significativas a 5% de probabilidade pelo teste t, entre o ponto e a contagem de aeróbios mesófilos, sendo que conforme avança na linha de produção aumenta a contagem de aeróbios mesófilos. Comprovou-se também, que o tempo de exposição está correlacionado com o aumento da presença desse microrganismo. Observou-se igualmente, a correlação entre o aumento de aeróbios mesófilos com Enterobacteriaceae (Figura 4).

Dessa forma, a presença de aeróbios mesófilos acima dos níveis aceitáveis, indica que há necessidade de maiores cuidados quanto à qualidade higiênico-sanitária do utensílio, ao binômio ponto x tempo.

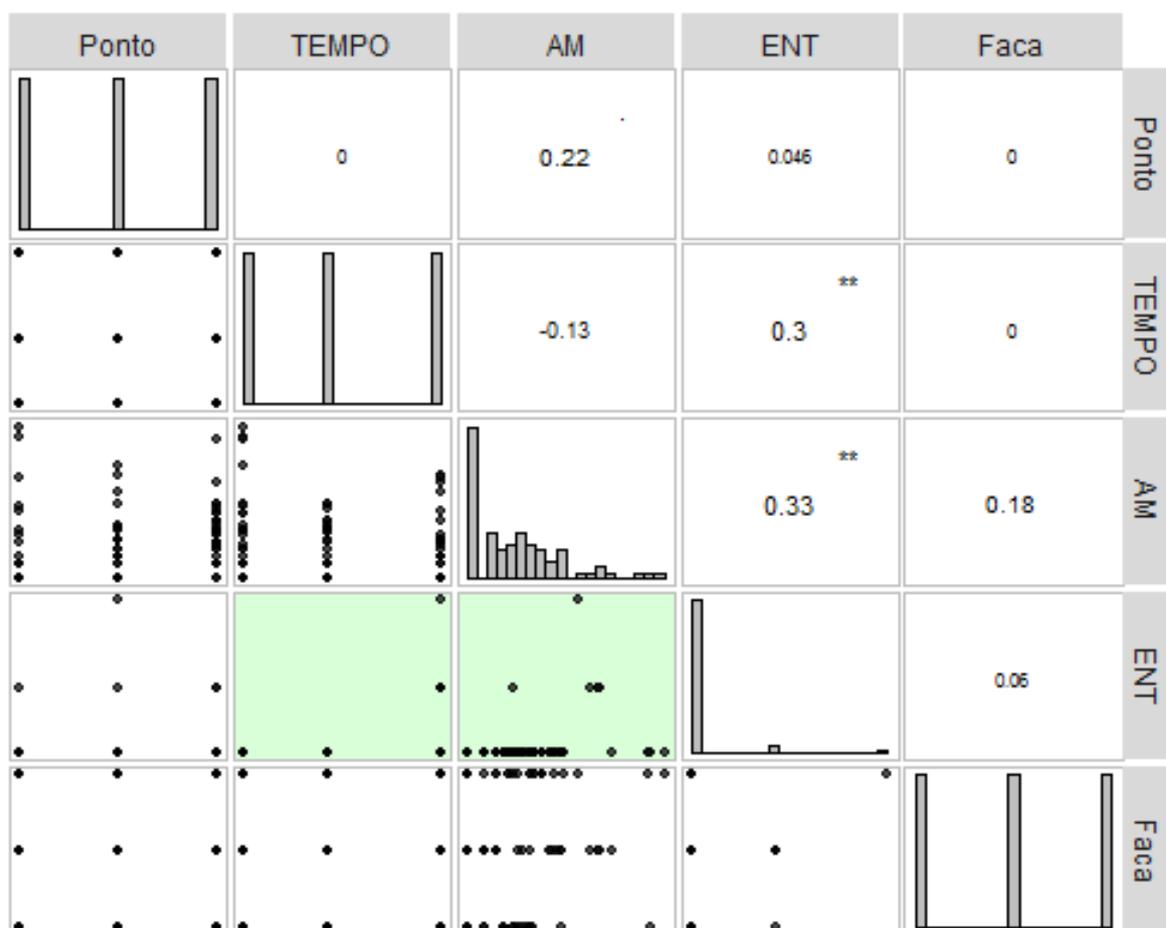


Figura 4 - Correlação para os efeitos de tempo e microrganismo nas facas utilizadas na desossa

As correlações para os efeitos das observações realizadas em equipamentos utilizados no abate, foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste t, entre os equipamentos e Enterobacteriaceae, sendo que a contagem de Enterobacteriaceae aumenta, conforme avança na linha de produção (Figura 5).

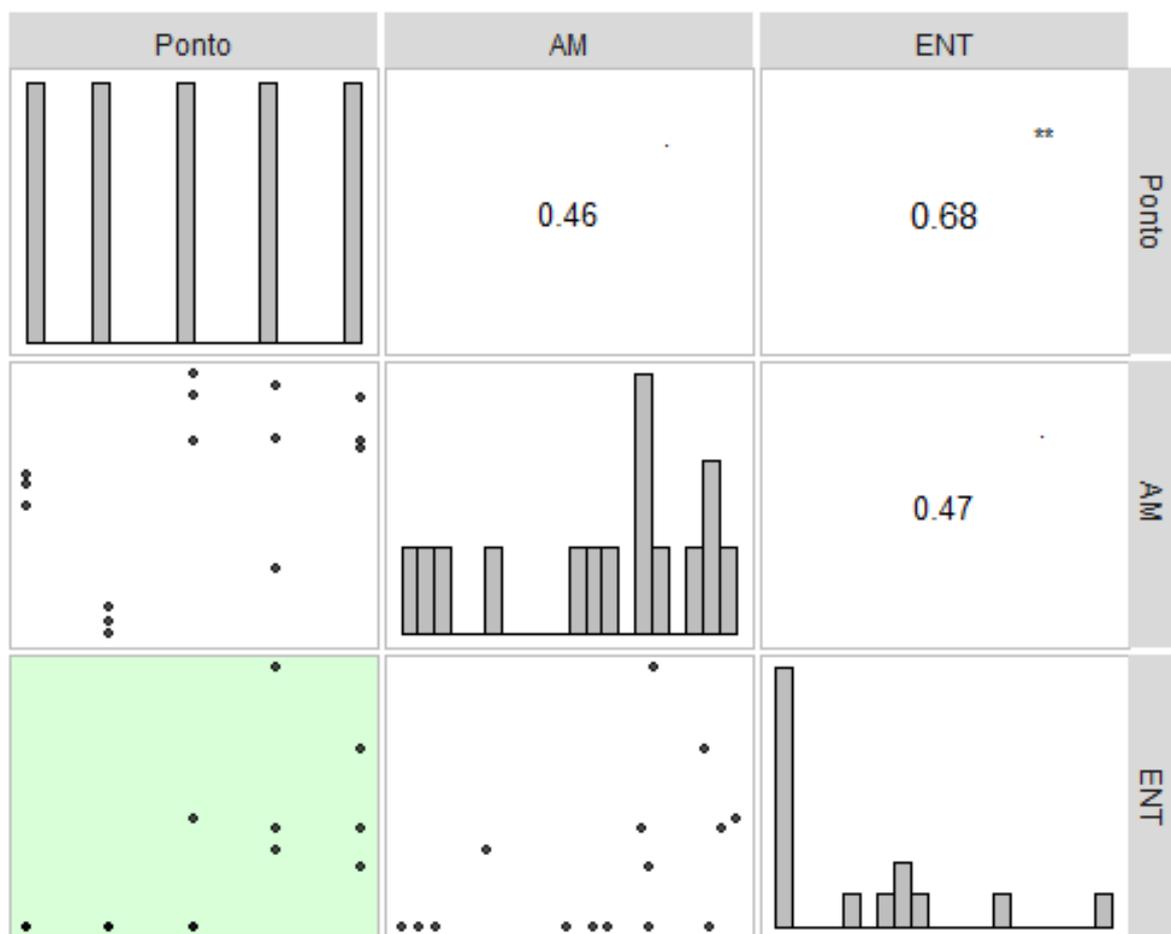


Figura 5 – Correlação para os efeitos dos equipamentos

Como pode ser observado na Figura 6, existe correlação entre o aumento de aeróbios mesófilos com o aumento de Enterobacteriaceae nas carcaças suínas.

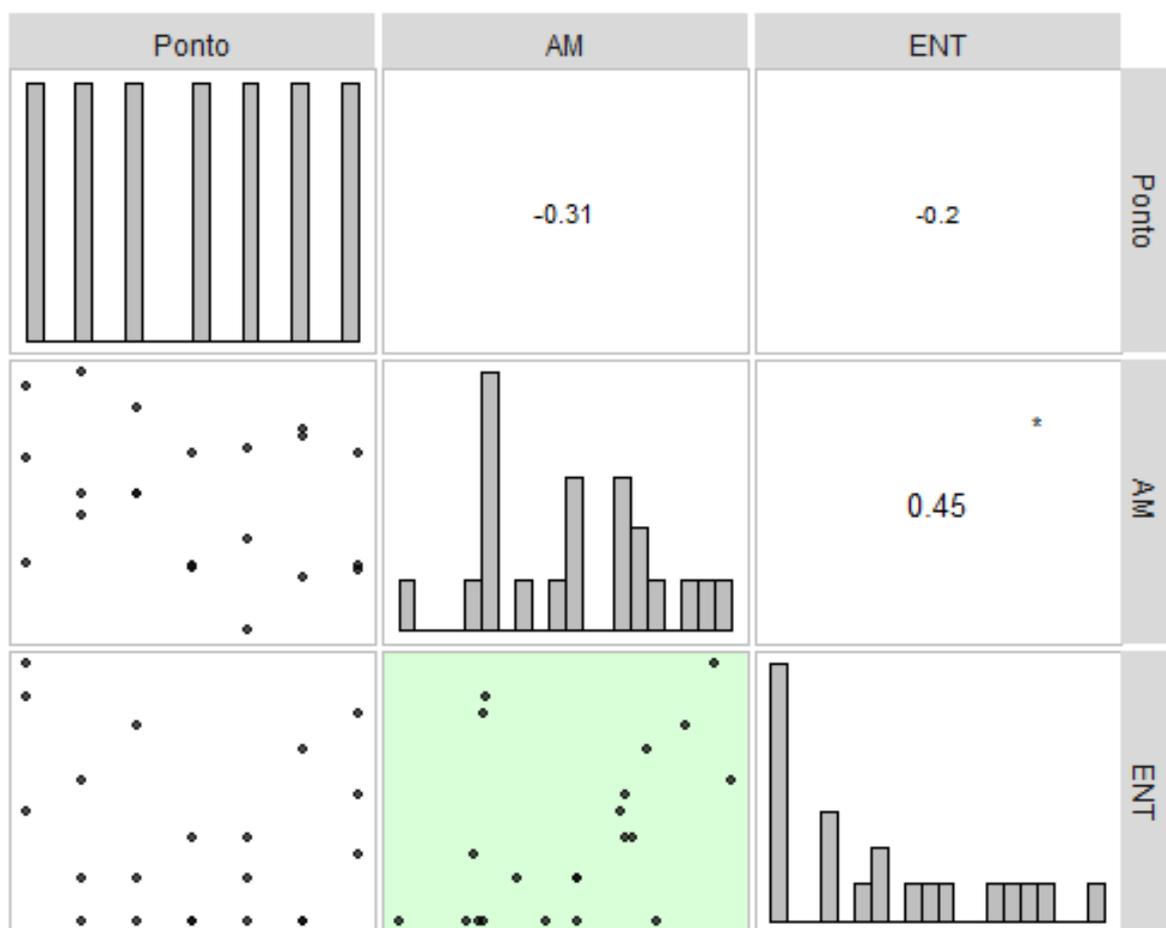


Figura 6 - Correlação para os efeitos das carcaças suínas em diferentes pontos do abate

6 Conclusão

Em virtude dos resultados apresentados, é possível concluir que:

- As facas utilizadas durante as operações de abate podem se tornar um veículo de contaminação;

- A presença de aeróbios mesófilos acima de 1 log UFC/cm² na superfície das facas no abate e desossa, é um indicativo de deficiência no tempo de esterilização das mesmas;

- O principal responsável pela contaminação no abate, dentre os pontos avaliados, foi a faca da toailete, principalmente em relação aos aeróbios mesófilos, enquanto na desossa constatou-se que o procedimento de higienização pré operacional está deficiente;

- A contagem acima do permitido para aeróbios mesófilos, nas superfícies das lâminas das facas da desossa após a higienização, é um indicativo de deficiência no procedimento de higiene pré-operacional desses utensílios;

- Nas contagens de bactérias mesófilas aeróbias e Enterobacteriaceae houve em alguns momentos, o aumento da contaminação nos diferentes pontos de coletas nos equipamentos e nas carcaças.

7 Considerações finais e perspectivas

No decorrer do desenvolvimento deste estudo verificamos a deficiência na higienização pré-operacional o que oportunizou realizar ações para melhorar o procedimento aplicado no frigorífico.

A partir dos dados mencionados, podem ser gerados subsídios para um programa de controle de microrganismos indicadores de qualidade e higiene, possibilitando uma melhor qualidade da carne suína, mitigando os riscos de infecções humanas de origem alimentar.

Referências

ALMEIDA, Luciana et al. Frequência de contaminação microbiológica em frigorífico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 1, 2017.

ALVSEIKE, Ole et al. Meat inspection and hygiene in a Meat Factory Cell—An alternative concept. **Food control**, v. 90, p. 32-39, 2018.

ARGUELLO, Hector et al. Papel do abate na propagação e controle de *Salmonella* na produção de carne suína. **Jornal de proteção de alimentos**, v. 76, n. 5, p. 899-911, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL-ABPA. **Relatório anual 2020**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual2018.pdf>>. Acesso em: 22 de jul. de 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of the AOAC International, aerobic Plate Count in Foods** (Petrifilm™ Aerobic Count Plate) Method. 19 ed. Maryland: AOAC, 2012a.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of the AOAC International, enumeration of Enterobactériaceae** in Selected Foods. Petrifilm™ Enterobactériaceae Count Plate Method. 19 ed. 2016.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS Official Methods of Analysis. **Microbiological Methods**. 990.12. 20th ed. 2016a.

AOAC Official Methods 2003.01 – **Microbiological Methods**. Enumeration of *Enterobacteriaceae* in selected foods – 20th ed. 2016b.

BARBOSA, Juliana et al. Removal of *Escherichia coli* in boning knives with different sanitizers. **LWT-Food Science and Technology**, v. 71, p. 309-315, 2016.

BARI, M. L.; KAWASAKI, S. Rapid methods for food hygiene inspection. **Encyclopedia of Food Microbiology 2 ed**, 2014.

BIASINO, et al. Correlation between slaughter practices and the distribution of Salmonella and hygiene indicator bacteria on pig carcasses during slaughter. **Food microbiology**, v. 70, p. 192-199, 2018.

BOLLERSLEV, Anne Mette et al. A risk-based approach for evaluation of hygiene performance at pig slaughter. **Food control**, v. 75, p. 116-125, 2017.

BORCH, Elisabeth; NESBAKKEN, Truls; CHRISTENSEN, Hardy. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. **International journal of food microbiology**, v. 30, n. 1-2, p. 9-25, 1996.

BRASIL, Carla Cristina Bauermann et al. Single step non-thermal cleaning/sanitation of knives used in meat industry with ultrasound. **Food Research International**, v. 91, p. 133-139, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular nº 130/2007/CGPE/DIPOA**, de 13 de fevereiro de 2007. Aprovar as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Brasília, 2007.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal alterado pelo **Decreto nº 9.013** de 29 de março de 2017 que Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-20182017/decreto /D9013 .htm>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Normas Técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. **Portaria nº. 711**, de 1 de novembro de 1995. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 nov. de 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 60**, de 23 de dezembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 216**, 15 de setembro de 2004.

BUZINARO, David Vinicios Chiarello; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. COMO A IMPLEMENTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF) AUXILIAM A COMPETITIVIDADE E A QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 371-382, 2019.

BUCKNAVAGE, Martin; CAMPBELL, Jonathan A. Good Manufacturing Practices and Other Programs in Support of the Food Safety System. In: **Food Safety Engineering**. Springer, Cham, 2020. p. 159-173.

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.

CÊ, E. R. **Influência das etapas do processo de abate de suínos na prevalência de patógenos e níveis de microrganismos indicadores de qualidade e higiene**. 2016. 87 f. Dissertação (Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2016.

CEPEA. **Boletim do Suíno nº 105**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0255544001560523517.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

CHANNON, H. Slaughter-line operation | Pigs. **Encyclopedia of Meat Sciences**, Second Edition, 2014.

CHOI, Y. M. et. Al. Changes in microbial contamination levels of porcine carcasses and fresh pork in meat processing plants. **FEMS Microbiology Letters**, v. 94, n. 3, p. 413-418, 2013.

CODEX ., Codex principles and guidelines on foods derived from biotechnology. Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Food and Agriculture Organisation: Rome. **Food and Agriculture Organisation, Rome**, 2003.

CONTRERAS, C. J. et al. **Higiene e sanitização na indústria de Carnes e derivados**. São Paulo: Varela, 2003.

DE BUSSER, Emily V. et al. Salmonella control in live pigs and at slaughter. **The Veterinary Journal**, v. 196, n. 1, p. 20-27, 2013.

DE OLIVEIRA, C. A. F. et al. Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). In: **Antimicrobial food packaging**. Academic Press, 2016. p. 129-139.

DUCAS, C. T. dos S. et al. Análise microbiológica de carcaças suínas em frigorífico de Uberlândia, MG. **PUBVET**, v. 4, p. Art. 968-973, 2010.

DUGGAN, C. et al. Tracking the *Salmonella* status of pigs and pork from lairage through the slaughter process in the Republic of Ireland. **Journal of Food Protection**, p. 2148-2160, 2010.

EC. EUROPEAN COMMISSION. Regulamento (CE) nº 471/2001. **Decisão da Comissão nº 2001/471/CE** de 8 de Junho. Jornal das Comunidades nº L 165/48 de 21 de Junho de 2001.

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

FERREIRA, Rogério Santos; SIMM, Erny Marcelo. Análise microbiológica da carne moída de um açougue da região central do município de Pará de Minas/MG. **SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM**, v. 3, n. 3, p. 37-61, 2012.

FIGUEIREDO, R.M. SSOP: Padrões e Procedimentos Operacionais de Sanitização; Programa de Redução de Patógenos; Manual de Procedimentos e Desenvolvimento. **Coleção Higiene dos Alimentos**, vol. 1. São Paulo. 1999.

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

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. 1 Ed. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

GHAFFIR, Y. et al. Hygiene indicator microorganisms for selected pathogens on beef, pork, and poultry meats in Belgium. **Journal of Food Protection**, v.71, p.35-45, 2008.

HALD, Tine et al. Ocorrência e epidemiologia de Salmonella em matadouros europeus de suínos. **Epidemiology & Infection**, v. 131, n. 3, p. 1187-1203, 2003.

HAYES, P. R. **Food microbiology and hygiene**. 2.ed. New York: Chapman and Hill, 1995. 516p.

HORTA, F. C. et al. Estratégias de sinalização da qualidade da carne suína ao consumidor final. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1/4, p. 15-21, 2010.

JAY, J. M. **Microbiologia dos alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005).

JARVIS, B. Good manufacturing practice. 2014. **Enciclopédia de Microbiologia de Alimentos**, Segunda Edição, p. 106-115, 2014

JANI, Upendra Krishnalal. Good Manufacturing Practices (GMP):“Planning for Quality and Control in Microbiology”. In: **Frontier Discoveries and Innovations in Interdisciplinary Microbiology**. Springer, New Delhi, 2016. p. 71-77.

KEENAN, D. F. Pork Meat Quality, Production and Processing on. **The Encyclopaedia of Food and Health**, vol. 4, p. 419–431, 2016.

KEENER, K. Sanitation Standard Operating Procedures and Good Manufacturing Practices: Safe Food guidelines for small meat and poultry processors. **Purdue University**: 1-888-EXT-INFO-New 9/07, 2007.

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

LANNA, F.G.P.A. **Escherichia coli patogênicas e micro-organismos indicadores de higiene em linhas de abate de bovinos e processamento da carne**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2013.

LINDBLAD, M.; BERKING, C. A meat control system achieving significant reduction of visible faecal and ingesta contamination of cattle, lamb and swine carcasses at Swedish slaughterhouses. **Food control**, v. 30, n. 1, p. 101-105, 2013.

LUNING, P. A.; JACXSENS, L.; ROVIRA, J.; OSÉS, S. M.; UYTENDAELE, M. e MARCELIS, W. J. A concurrent diagnosis of microbiological food safety output and food safety management system performance: lans from meat processing industries. **Food Control**, v. 22, p. 555-565. 2011.

MARTINS, M.F. **Avaliação da eficácia de desinfetantes e produtos de limpeza de superfícies usados em restaurantes em Portugal em biofilmes de *Salmonella enterica***. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Alimentar) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra.

MARTINS, Tatiane Sarmiento et al. PESQUISA E QUANTIFICAÇÃO DE *Listeria* sp. EM CARCAÇAS SUÍNAS ANTES E APÓS O PROCESSO DE RESFRIAMENTO EM CÂMARA FRIA. **Archives of Veterinary Science**, v. 19, n. 3, 2014.

MCDOWELL, D. A.; SHERIDAN, J. J.; BOLTON, D. J. HACCP in slaughter operations. In: **Improving the safety of fresh meat**. Woodhead Publishing, 2005. p. 696-730.

MILIOS, K.; DROSINOS, H.; ZOIPOULOS, P. Factors influencing HACCP implementation in the food industry. **Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society**, V. 63, n. 4, p. 283-290, 2012.

Minnesota Department of Health, 2007. **Prevent Cross Contamination**. Consumer Fact Sheet revised April 2007. Disponível em: <<http://www.health.state.mn.us/foodsafety/clean/xcontamination.pdf>>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

NEL, S. et al. Bacterial populations associated with meat from the deboning room of a high throughput red meat abattoir. **Meat science**, v. 66, n. 3, p. 667-674, 2004.

NOSKOSKI, L.; SECCHI, L. L. S.; WENDT, R. Avaliação microbiológica em serras e facas em um frigorífico da Região Norte do Rio Grande do Sul. **CIÊNCIA & TECNOLOGIA**, v. 1, n. 1, p. 40-43, 2015.

RIPOLLES-AVILA, C. et al. Evaluation of the microbiological contamination of food processing environments through implementing surface sensors in an iberian pork processing plant: An approach towards the control of *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, v. 99, p. 40-47, 2019.

ROCHA, C. F., VILELA, M. A. P., PINTO, C. L. O. Aspectos de higiene e métodos de avaliação de procedimentos de limpeza e sanificação na indústria de laticínios. **Revista do ILCT**, V.309, n.54, p. 197-204, 1999.

ROSSVOLL, Elin et al. A comparison of two evisceration methods on hygienic quality in the pelvic area of sheep carcasses. **Meat science**, v. 137, p. 134-138, 2018.

RODRIGUES, C. R. F.; FERREIRA, L. C. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo Minas Padrão produzido no município de Januária – MG. **Caderno de Ciências Agrárias**. v. 8, n. 1, p. 57-61, 2016.

RODGERS, John D. et al. An investigation into the efficacy of hatchery disinfectants against strains of *Staphylococcus aureus* associated with the poultry industry. **Veterinary microbiology**, v. 82, n. 2, p. 131-140, 2001.
SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Version 9.1.3, 2002.

RODRIGUES, G. R. et al. Hygienic Sanitary Evaluation Of The Scalding Stage In The Process Of Swine Slaughtering. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. Version 11(9): p. 72-76, 2017.

RODRIGUES, J. F. et al. **Avaliação da qualidade higiênico sanitária em abatedouro frigorífico de bovinos**. 2019. 46 f. Dissertação (em mestrado em Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, 2019.

SILVA, Erton Gomes da. **Efeito da redução da vazão de água no chuveiro de lavagem final sobre a contaminação superficial de carcaças de frango após o pré-resfriamento em chiller**. 2017. Disponível em:
<[https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49579/R%20 %20D%20%20ERTON%20 GOMES%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49579/R%20%20D%20%20ERTON%20GOMES%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA, CTAA, 1995. 159p.

STOCCO, C.W.; de ALMEIDA, L.; BARRETO, E.H.; BITTENCOURT, J.V.M. Controle de qualidade microbiológico no processamento de frigorífico bovino. **Revista Espacios**, v. 38, n. 22, 2017.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL. **China e Hong Kong são responsáveis por 48% das exportações**. Disponível em:<<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/china-e-hong-kong-sao-responsaveis-por-48-das-exportacoes/20190705-095306-T803>>. Acesso em: 13 de julho de 2019.

SWART, A. N. et al. Modeling of *Salmonella* contamination in the pig slaughterhouse. **Risk Analysis**, v. 36, n. 3, p. 498-515, 2016.

TERRA, Nelcindo N.; FRIES, Leadir LM. A qualidade da carne suína e sua industrialização. In: **Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína**. 2000. p. 1-5.

TSOLAA, E.; DROSINOS, E. H; ZOIOPOULOS P. Impact of pouter house modernisation and updating of food safety management systems on the microbiological quality and safety of products. **Food Control**. 2008. p. 423-431.

TOLEDO, J. C. **Gestão da qualidade na agroindústria**. Gestão agroindustrial. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

TOMASZEWSKA, Marzena et al. Food hygiene knowledge and practice of consumers in Poland and in Thailand-A survey. **Food Control**, v. 85, p. 76-84, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 10 - Fator de Variação entre as facas/pontos de Coleta e equipamentos/pontos de coleta

Fator de Variação	Gl	QM AM (Facas de abate)	Fator de Variação	Gl	QM AM (Carçaça)	Fator de Variação	Gl	QM AM (Equipamentos)
Ponto de Coleta	5	1.32406837*	Ponto de Coleta	6	0.17448037	Ponto de Coleta	5	5.51182333*
Tempo	2	4.52828545*	Blocos	2	1.40259919	Blocos	3	0.64594667
Ponto x Tempo	10	0.27338044	Resíduo	12	0.0848242	Resíduo	8	0.56466333
Blocos	2	0.84679356						
Resíduo	34	0.15434324						

*QM: Quadrado Médio; Gl: Grau de liberdade; AM: Aeróbios Mesófilos.

APÊNDICE B

Tabela 11 - Média da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nas facas e equipamentos do abate

TRAT	Aeróbios Mesófilos (Facas)	TRAT	Aeróbios Mesófilos (Equipamentos)
TOA	1.19 a	EPU	4.17 a
RAB	0.90ab	EPA	3.77 a
RAP	0.75 bc	EPS	3.21 a
VVE	0.65 bc	ATE	2.81 a
ABD	0.45 c	EMR	0.69 b
VBR	0.07 d		

*TRAT: Tratamento; TOA: Faca Toailete; PAP: Faca da Abertura da Papada; ABD: Faca da Abertura Abdominal; RAB: Faca corte do Rabo; VBR: Faca das Vísceras Brancas; VVE: Faca das Vísceras Vermelhas; ATE: Água Tanque De Escaldagem; EMR: Mesa de Rependura; EPU-Polidora 01; EPS: Polidora 02; EPA: Polidora 03

**Médias com letras diferentes, em uma mesma coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

APÊNDICE C

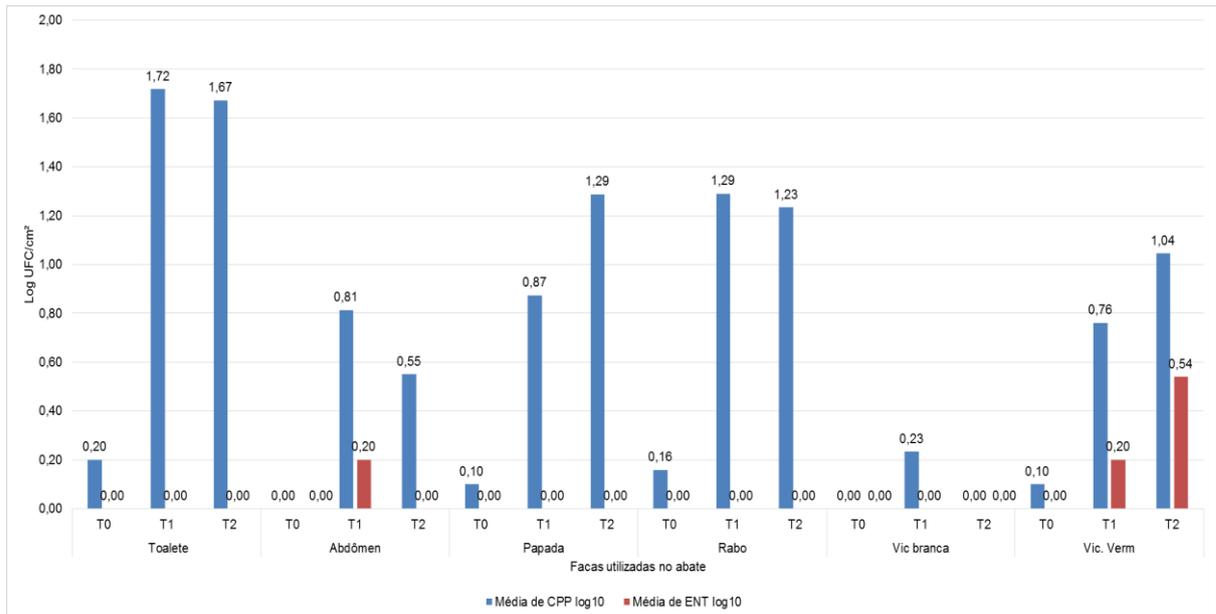


Figura 7 – Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae (log UFC/cm²) em diferentes tempos de uso de facas, durante o abate. Tempo 0: 0 min. Tempo 1: 1,5 min. Tempo 2: 3 min.

APÊNDICE D

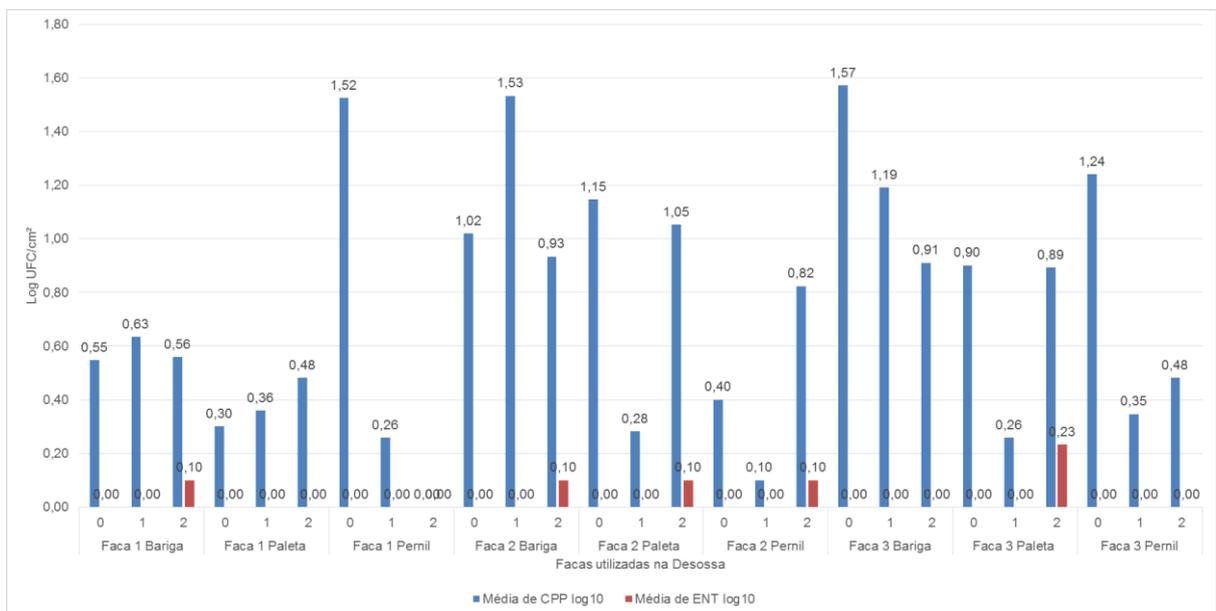


Figura 8 - Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae (log UFC/cm²), em diferentes tempos de uso de facas utilizadas na desossa e refilamento dos cortes suínos.

APÊNDICE E

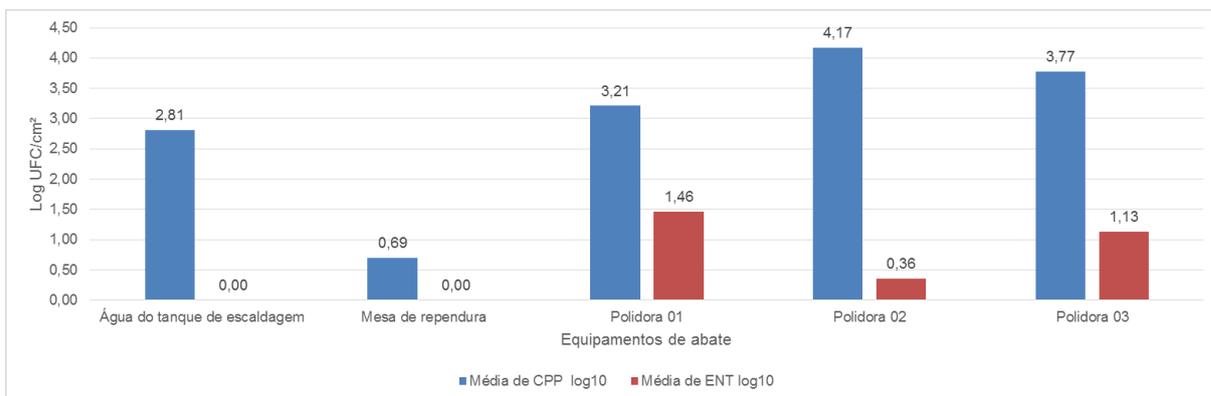


Figura 9 - Contagens de bactérias aeróbias mesófilas e Enterobacteriaceae (log UFC/cm²) nas superfícies dos equipamentos de abate e água do Tanque de Escaldagem

APÊNDICE F

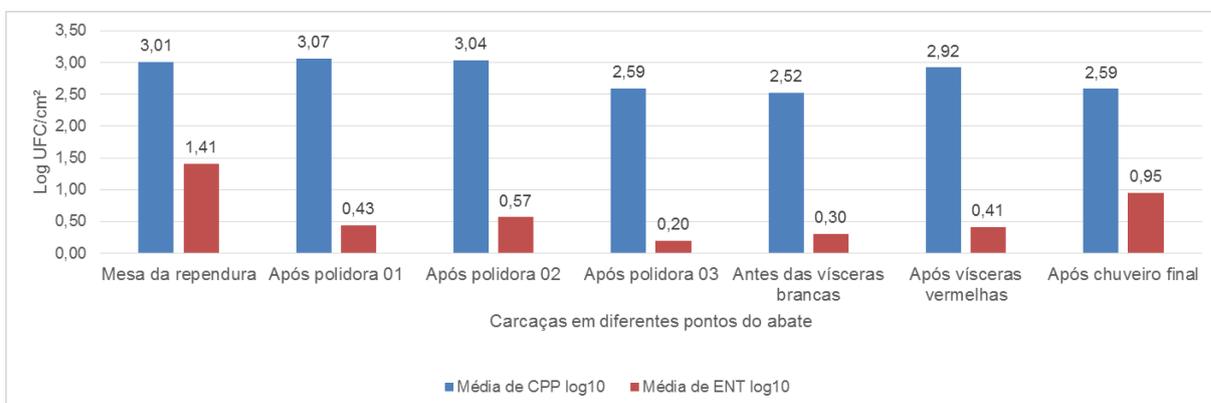


Figura 10 - Contagens de aeróbios mesófilos e Enterobacteriaceae em carcaças, em diferentes pontos do abate