

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

JENIFFER CAROLINE MONTEIRO

**AVALIAÇÃO DO USO DO OZÔNIO NA SANITIZAÇÃO DE FACAS E
NA ELIMINAÇÃO DE *Salmonella* sp. EM LÍNGUA SUÍNA**

DISSERTAÇÃO

**LONDRINA
2021**

JENIFFER CAROLINE MONTEIRO

**AVALIAÇÃO DO USO DO OZÔNIO NA SANITIZAÇÃO DE FACAS E
NA ELIMINAÇÃO DE *Salmonella* sp. EM LÍNGUA SUÍNA**

Dissertação de mestrado apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *campus* Londrina.

Orientador: Prof^a. Dra. Margarida Masami Yamaguchi.

**LONDRINA
2021**



[4.0 Internacional](#)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



JENIFFER CAROLINE MONTEIRO

AVALIAÇÃO DO USO DO OZÔNIO NA SANITIZAÇÃO DE FACAS E NA ELIMINAÇÃO DE SALMONELLA SP. EM LÍNGUA SUÍNA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 30 de Julho de 2021

Prof.a Margarida Masami Yamaguchi, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Fabio Augusto Garcia Coro, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Renata Katsuko Takayama Kobayashi, Doutorado - Universidade Estadual de Londrina (Uel)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 30/07/2021.

Dedico este trabalho aos meus pais, que
sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Aos meus pais, por todo o apoio, que nos momentos mais difíceis não deixaram eu desistir.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Margarida Masami Yamaguchi, por me guiar com todo o seu conhecimento.

À gerência industrial do frigorífico, por todo o incentivo.

À direção da empresa, pelo investimento nos materiais necessários para realização da pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho, Carina e Yuri, pela colaboração nos testes.

RESUMO

MONTEIRO, J. C. Avaliação do uso do ozônio na sanitização de facas e na eliminação de *Salmonella* sp. em língua suína. 2021. 44 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

O setor alimentício necessita cada vez mais de recursos para incrementar a tecnologia de processamento dos produtos, a fim de atender a demanda dos consumidores que exigem cada vez mais rigorosos padrões de higiene e segurança alimentar além de estender a vida de prateleira dos alimentos. Em um abatedouro frigorífico a contaminação do produto pode ocorrer em várias etapas, desde por meio de procedimentos que antecedem o abate até após o abate. Dessa forma, o procedimento de higienização torna-se indispensável para garantir a qualidade sanitária do alimento. Na busca por minimizar os efeitos dos produtos químicos, tem sido realizado pesquisas com a utilização de ozônio para efeito de sanitização/desinfecção que se destaca pelo elevado potencial de oxidação e por não gerar resíduos. O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficácia na eliminação de patógeno pelo uso da água ozonizada na sanitização de facas utilizadas na linha de abate de suínos e na água para resfriamento de língua suína. As análises microbiológicas realizadas para monitorar a contaminação das facas foram a contagem de Mesófilos Aeróbios e *Escherichia coli* e para avaliar a qualidade da língua, a pesquisa de *Salmonella* sp. No tratamento das facas com a água ozonizada houve redução da contagem de mesófilos aeróbios em 90% das amostras e para a língua suína, 27,2% das amostras com presença de *Salmonella* sp. tiveram a eliminação do patógeno após o tratamento. Contudo, a baixa eficiência na eliminação da *Salmonella* sp. pode estar relacionada ao controle da concentração do ozônio, temperatura e presença de matéria orgânica na água, indicando a necessidade de novos estudos.

Palavras-chave: Ozônio. Sanitização. Abatedouro. Desinfecção. Suíno

ABSTRACT

MONTEIRO, J. C. **Evaluation of the use of ozone in the sanitization of knives and in the elimination of *Salmonella* sp. in swine tongue.** 2021. 44 p. Dissertation (Professional Master in Food Technology Course) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. 2021.

The food industry increasingly needs resources to increase products processing technology in order to meet the demands of consumers who demand increasingly stringent hygiene and food safety standards in addition to extending the shelf life of food. In a slaughterhouse, product contamination can occur in several stages, ranging from the procedures that precede the slaughter and after slaughter. Thus, the hygiene procedure becomes indispensable to guarantee the sanitary quality of the food. In the quest to minimize the effects of chemicals, research has been carried out with the use of ozone for the purpose of sanitization / disinfection, which stands out for its high oxidation potential and does not generate waste. The objective of the research was to evaluate the effectiveness in the elimination of pathogens through the use of ozonized water in the sanitization of knives used in the swine slaughter line and in the water for cooling the porcine tongue. The microbiological analyzes carried out to monitor the contamination of the knives were the counting of Aerobic Mesophiles and *Escherichia coli* and, to assess the quality of the tongue, the search for *Salmonella* sp. In the treatment of knives with ozonized water, there was a reduction in the count of aerobic mesophiles in 90% of the samples and for the porcine tongue, 27,2% of the samples with the presence of *Salmonella* sp. had the elimination of the pathogen after treatment. However, the low efficiency in eliminating *Salmonella* sp. it may be related to the control of ozone concentration, temperature and the presence of organic matter in water, indicating the need for further studies.

Keywords: Ozone. Sanitization. Slaughterhouse. Disinfection. Swine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Equipamento gerador de ozônio da empresa Ozonic	28
Figura 2 - Tanque	29
Figura 3 - Modelo de utensílio (faca)	29
Figura 4 - Miúdo de suíno (língua)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das análises de mesófilos aeróbios e <i>Escherichia coli</i> para as amostras antes e após o tratamento com água ozonizada	32
Tabela 2 – Resultado para pesquisa de <i>Salmonella</i> sp. em língua suína antes e depois do tratamento por imersão em água ozonizada (n=13)	33

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
AFNOR	Association Française de Normalisation
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	Food and Drug Administration
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

BPF	Boas Práticas de Fabricação
CIP	Cleaning in place
h	hora
IN	Instrução Normativa
L	Litro
mg	miligramas
PE	Polietileno
pH	potencial hidrogeniônico
PPHO	Procedimento Padrão de Higiene Operacional
ppm	partes por milhão

PSO	Procedimento Sanitário Operacional
PVC	Polivinilcloreto
RNA	Ribonucleic acid
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 CARNE SUÍNA.....	13
3.2 PROCESSO DE ABATE	13
3.3 MICRORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE EM ABATEDOURO.....	15
3.4 HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	16
3.5 DESCONTAMINAÇÃO DE PRODUTOS.....	20
3.6 OZÔNIO	21
3.6.1 Produção, Aplicação e Ação Antimicrobiana	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 MATERIAIS	28
4.2 MÉTODOS	30
4.2.1 Sanitização de Utensílio	30
4.2.2 Análise em Miúdos de Suíno (Língua).....	31
4.2.3 Análises Microbiológicas	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A garantia de qualidade de um produto alimentício exige um processamento bem controlado, que começa desde a matéria-prima até a mesa do consumidor. Os alimentos, manipuladores, insetos, animais, estrutura e utensílios são fontes de contaminação que compõem pontos importantes e que devem ser analisados nas Boas Práticas de Fabricação, para não se tornar um risco de contaminação para o alimento.

Os critérios sanitários na avaliação dos equipamentos e utensílios que entram em contato com os alimentos contribuem em sua segurança, pois certas características nos equipamentos podem estar relacionadas com as deficiências da higienização.

A higienização realizada na indústria alimentícia tem como objetivo auxiliar na boa condição higiênico-sanitária, com o intuito de que o ambiente não se torne um perigo para contaminação do alimento, e que ele atenda os padrões microbiológicos aceitáveis e recomendados pela legislação.

As doenças de origem alimentar podem ocorrer por consequência de falta de higiene, por isso, a realização de um estudo que envolve a higiene dos equipamentos e utensílios colabora no controle dos fatores que causam contaminação, identificando assim os pontos de melhoria no processo.

A salmonelose é considerada a zoonose mais distribuída no mundo. Produtos de origem animal, como carnes cruas, são veículos frequentes de salmonelas. A presença de *Salmonella* sp. no alimento é um risco potencial ao consumidor, por isso os cuidados no manuseio, transporte, higiene e saneamento devem ser rigorosos para evitar sua disseminação.

Na indústria de processamento de alimentos, o método mais comum de desinfecção é a utilização de agentes químicos. Os compostos à base de cloro são amplamente utilizados para desinfetar a água, instalações, equipamentos e remover os resíduos de alimentos. Contudo, nos últimos anos, tem crescido a preocupação com o uso do hipoclorito em produtos alimentícios, por seu alto potencial carcinogênico, devido as cloraminas orgânicas, as quais são prejudiciais à saúde humana. Com isto, tem aumentado o incentivo as pesquisas com novos agentes sanitizantes que não gerem resíduos.

O tratamento com ozônio é considerado uma tecnologia de processamento de alimentos ecológica e economicamente correta devido aos custos mais baixos da compra e manutenção das unidades de fornecimento de ozônio em comparação com o custo do desinfetante. Além disso, o ozônio vem sendo um desinfetante alternativo pela elevada eficiência na inativação de microrganismos patogênicos e por não gerar subprodutos como o cloro.

O uso do ozônio gasoso foi aprovado pela *Food and Drug Administration* (FDA) para desinfecção de água engarrafada em 1982 e em 2001 tanto o gasoso quanto o aquoso como agente microbiano para alimentos. Mas, no Brasil ainda há poucos estudos acerca da utilização do ozônio em alimentos e ainda não existe legislação específica que oriente aplicações na área.

Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da utilização da água ozonizada na sanitização de facas e na eliminação da *Salmonella* sp. em língua suína.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência do uso do ozônio na sanitização de facas e na eliminação de *Salmonella* sp. em língua suína.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a redução da carga microbiana de facas usadas na linha de abate tratada com água ozonizada;
- Avaliar a eficiência da eliminação da *Salmonella* sp. em língua suína com o uso de água ozonizada no tanque de *chiller* de resfriamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARNE SUÍNA

De acordo com a EMBRAPA (2020), a carne suína possui um sabor diferenciado e marcante e ainda é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo.

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021), a produção brasileira de carne suína no ano de 2020 foi de 4,4 milhões de toneladas. O destino da produção foi 77% voltado ao mercado interno e 23% às exportações. O consumo *per capita* aumentou de 15,3 no ano de 2019 para 16,0 kg/habitante no ano de 2020. Os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul correspondem a um total de 70,91% do abate brasileiro, sendo 30,73%, 21,10% e 19,08%, respectivamente.

A carne possui em sua composição química elementos nutritivos importantes para a alimentação humana, mas que também favorecem o crescimento microbiano, podendo a contaminação ocorrer em várias etapas do processo industrial (MOLINA, 2009).

Para preservar a qualidade da carne, é importante conhecer e prevenir a presença de microrganismos que encontram nela um ambiente propício para a sua proliferação (FONTOURA *et al.*, 2010), desta forma, programas como Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) e Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) são ferramentas importantes para auxiliar no controle destes fatores e consequentemente na conservação da carne.

3.2 PROCESSO DE ABATE

Os microrganismos estão amplamente distribuídos pelo abatedouro frigorífico (FONTOURA *et al.*, 2010), por isso o processo de abate de suínos é bem suscetível a contaminação.

A contaminação da carne se dá por vários meios: o próprio animal possui microrganismos patogênicos ou deteriorantes, a água utilizada no processo, instalações, equipamentos e os próprios manipuladores (BORGES, FREITAS, 2002;

FRANCO, LANDGRAF, 1996; PEDROSO, 2011). Segundo Braga *et al.* (2008), a contaminação da carne pode ocorrer antes do abate, podendo ser no transporte, no contato entre os suínos, nas pocilgas (baias) com excesso de sujidades, no solo, pelo ar contaminado que se deposita na pele do animal e por banho de aspersão inadequado. Ou pode ocorrer após o abate, onde pode haver contaminação com os pelos, pele, cascós, por conteúdo gastrointestinal, equipamentos, utensílios, pelos manipuladores e pela água utilizada no processo.

A quantidade de animais contaminados com bactérias patogênicas pode aumentar durante o transporte da granja até o abatedouro frigorífico (LAUKKANEN *et al.*, 2008). Na chegada dos animais ao estabelecimento, eles apresentam grande sujidade de fezes e urina aderidos na pele. Por isso, são criados procedimentos em todas as etapas de produção, a fim de garantir uma redução ou controle da proliferação dos contaminantes presentes.

No início do abate, durante o procedimento de sangria, pode ocorrer contaminação no animal pela faca do colaborador, por isso é realizado a troca de facas a cada animal, sendo que entre as trocas, as facas ficam mergulhadas em esterilizadores com água a temperatura mínima de 82,2°C (BRASIL, 1995).

A escaldagem é a primeira etapa de abate que reduz a contagem bacteriana, pois ela é capaz de reduzir um número considerável de bactérias entéricas (WHEATLEY, GIOTIS, MCKEVITT, 2014). Entretanto, em temperaturas inferiores a 60°C, os microrganismos podem sobreviver e pode ocorrer contaminação cruzada entre as carcaças (BOLTON, IVORY, MC DOWELL, 2013).

A depilação é umas das etapas com maior fonte de contaminação bacteriana, podendo contribuir para o aumento de mesófilos aeróbios pela superfície das carcaças (NAMVAR, WARRINER, 2006).

O chamuscador é um ponto que contribui para a redução dos microrganismos presentes na pele, devido à alta temperatura.

Após a chamuscagem, as carcaças passam pela polidora, onde pode novamente ocorrer a contaminação da carcaça se o equipamento não apresentar condições higiênicas (WHEATLEY, GIOTIS, MCKEVITT, 2014).

Na área limpa do abate, a etapa de oclusão com pistola e amarração do reto são pontos de controle (PSO) pois se não realizado corretamente podem gerar contaminação fecal na carcaça. A evisceração é outro ponto de controle, pois se

ocorrer erro operacional, o conteúdo gástrico ou intestinal pode acabar extravasando e contaminar a carcaça (BRASIL, 1995).

Segundo Delhalle *et al.* (2008), realizar a limpeza e desinfecção da serra durante o processo de abate reduz *Salmonella* sp., *Escherichia coli* e bactérias mesófilas aeróbias.

Na etapa de resfriamento, apesar de desacelerar o crescimento microbiano, fatores como ventilação, espaçamento entre as carcaças, umidade e tempo de exposição inadequados podem resultar no aumento da contaminação (BOLTON *et al.*, 2002).

3.3 MICRORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE EM ABATEDOURO

A análise microbiológica é de extrema importância pelo fato de fornecer informações sobre condições higiênicas da produção que podem sugerir a presença de patógenos (CAPITA *et al.*, 2003; GHAFIR *et al.*, 2008).

No Brasil, ainda não há legislação específica para parâmetros microbiológicos em superfície de equipamentos, mãos e utensílios utilizados pelos manipuladores, sendo assim, as empresas habilitadas à exportar seguem os requisitos dos mercados de destino (BARRETO, 2017). Contudo, para alimentos, os padrões microbiológicos seguem a IN 60/2019 da ANVISA (BRASIL, 2019).

De acordo com Ghafir *et al.* (2008), a presença de microrganismos da família *Enterobacteriaceae* são indicadores de contaminação fecal, enquanto para avaliação das condições higiênicas como um todo, pode-se realizar a contagem de bactérias aeróbias.

A presença de microrganismos da família *Enterobacteriaceae* pode indicar possíveis falhas de processo, acarretando em contaminação cruzada que pode ser pelo contato da carcaça com superfícies mal higienizadas ou ainda por conta de conteúdo gastrointestinal das carcaças (KICH, SOUZA, 2015).

A contagem de mesófilos aeróbios é realizada para monitorar a qualidade do processamento de alimentos, ela está relacionada com a baixa qualidade da higiene do processo (BARROS *et al.*, 2007). Para Serraino *et al.* (2012), são indicadores genéricos das condições inadequadas de produção, conservação ou mesmo transporte.

As salmonelas também pertencem à família *Enterobacteriaceae*, possuem forma de bastonetes Gram negativos, geralmente móveis, são eliminadas em grande proporção nas fezes, contaminando água e solo (BRASIL, 2011). Encontra-se distribuída amplamente na natureza, sendo seus principais reservatórios naturais o homem e os animais, podendo ser encontrada no trato intestinal de mamíferos, aves, anfíbios e répteis (HUR, JAWALE, LEE, 2012). A *Salmonella* sp. é uma bactéria entérica, envolvida em surtos registrados em vários países por ser responsável por graves infecções alimentares (MAIJALA, RANTA, SEUNA, 2005; TESSARI *et al.*, 2003).

Pertencente à família *Enterobacteriaceae*, a *Escherichia coli*, compreende bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, não esporogênicos. É predominante na microbiota intestinal, por isso indicador de contaminação fecal em alimentos. Está relacionado a práticas de higiene não satisfatória (DOYLE, BEUCHAT, 2007).

3.4 HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Segundo o Art. 54 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2017), os utensílios, equipamentos e instalações devem ser mantidos em condições higiênicas antes, durante e após as atividades de produção.

A implantação de programas de higiene é essencial para ajudar no controle da existência de riscos na segurança dos alimentos ao longo da cadeia de produção (LUNING *et al.*, 2011).

O acompanhamento contínuo do processo de higiene nos estabelecimentos é procedimento indispensável para o controle sanitário, garantindo assim a inocuidade do alimento (WHEATLEY, GIOTIS, MCKEVITT, 2014).

De acordo com o Art. 10 do RIISPOA (BRASIL, 2017), limpeza é a retirada de resíduos orgânicos, inorgânicos ou de outro material indesejável das superfícies, podendo estar nas instalações, nos equipamentos ou nos utensílios. A sanitização é a etapa onde são aplicados agentes químicos ou métodos físicos, nas superfícies após a etapa de limpeza, visando garantir a segurança microbiológica das instalações, equipamentos e utensílios. A higienização é a combinação da etapa de limpeza e sanitização, onde ocorre a remoção dos resíduos físicos, químicos,

orgânicos (ex: proteínas, gorduras, carboidratos), inorgânicos (ex: sais minerais), seguida da desinfecção, ou seja, remoção dos microrganismos (PINTO, 2014).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2004), o processo de higienização deve ser realizado por funcionários comprovadamente capacitados, que utilizem uniforme apropriado e diferenciado dos manipuladores de alimentos, além de uma frequência que garanta a manutenção das condições e reduza o risco de contaminação do alimento. Os produtos utilizados na higienização precisam ser registrados no Ministério da Saúde e devem respeitar a diluição e modo de uso do fabricante.

Os sanitizantes ideais devem ter amplo espectro de atividade antimicrobiana, ser capazes de eliminar microrganismos rapidamente, serem estáveis em variadas condições de uso, ter baixa toxicidade e corrosividade e serem aprovados pelos órgãos competentes (BELTRAME *et al.*, 2012).

Substâncias com ação detergente são utilizadas para remover resíduos orgânicos e minerais, como gorduras de superfícies. Substâncias alcalinas são utilizadas para remover gorduras e proteínas enquanto as ácidas para remover minerais. De modo geral, os detergentes devem ser estáveis, atóxicos, não ser corrosivo, não modificar a cor das superfícies e nem agredir o meio ambiente (PINTO, 2014).

Segundo Pinto (2014), uma limpeza realizada com detergente reduz aproximadamente 90% dos microrganismos que ficam retidos nos biofilmes e outras partículas orgânicas.

Em um abatedouro frigorífico, as salas de abate e desossa envolvem muitas superfícies de contato, que vão desde os equipamentos (ex: restrainer, polidoras, tanque de escaldagem, depiladora, pistola, serra, chuveiros, discouradeiras, chutes e esteiras) até os utensílios (ex: facas, chairas, luvas, bandejas). A contaminação provém muitas vezes do contato com o conteúdo gastrointestinal, equipamentos, mãos, roupas dos colaboradores e até mesmo da água utilizada (MOLINA, 2009).

Um programa eficiente de higienização exige o conhecimento da natureza da sujidade, forma adequada de remoção, método mais apropriado para avaliação do mesmo, e ainda a relação custo benefício. Para a avaliação da eficácia, é necessário conhecer a concentração dos resíduos, tipo de microbiota aderida na superfície, o tempo de contato do sanitizante com a superfície a ser higienizada e a concentração dos microrganismos (TELLES, 2011). Ainda se torna indispensável

conhecer a temperatura e o tipo de ação mecânica apropriada, acompanhando os resultados com análises laboratoriais (EVANGELISTA, 2000).

Menegaro *et al.* (2016) realizaram um levantamento com os sanitizantes mais utilizados nas indústrias alimentícias do sudoeste do Paraná. Observaram que 70% das empresas entrevistadas utilizam o hipoclorito de sódio na sanitização de equipamentos e utensílios, sendo que as demais utilizam o ácido peracético (20%) e a biguanida (10%). Em relação à sanitização das instalações (pisos, tetos e paredes), 60% informaram que o produto mais utilizado também é o hipoclorito de sódio, além disso, 20% utilizam o ácido peracético e as demais (20%) utilizam outros produtos como a biguanida e o quaternário de amônio.

Souza (2006) fez uma avaliação de métodos de desinfecção de água, empregando cloro, ácido peracético e ozônio nas concentrações de 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 mg/L e o processo de desinfecção combinado ozônio / cloro. Na desinfecção combinada de ozônio e cloro, para as dosagens (2,0 O₃ e 2,0 Cl₂, 3,0 O₃ e 2,0 Cl₂, 5,0 O₃ e 2,0 Cl₂, 2,0 O₃ e 5,0 Cl₂ em mg/L, e tempos de contato de 5, 10, 15 e 20 minutos, a inativação de microrganismo foi substancialmente superior que a inativação realizada com o cloro e ozônio individuais.

Soares *et al.* (2012), realizou um estudo onde avaliou a taxa de transferência de *Salmonella* sp. para superfícies de corte de diferentes materiais, sendo madeira, vidro, aço inoxidável e plástico. Ambos foram submetidos a diferentes procedimentos de higienização. A madeira foi a superfície mais difícil de higienizar enquanto a superfície de aço inoxidável a mais fácil. O estudo mostrou que a limpeza com água fria, sabão, esfregaço e enxágue, podem reduzir, mas não eliminar o risco de exposição ao patógeno. A tábua de aço inoxidável higienizada com água, sabão, enxaguada e sanitizada com hipoclorito apresentou ser o material e procedimento mais seguro, obtendo o menor nível de contaminação cruzada.

Segundo Luning *et al.* (2011), um controle que as indústrias de alimentos realiza é a validação dos procedimentos de limpeza em superfícies através de coleta de amostras para avaliação microbiológica.

A sanitização química é um meio muito empregado, entre os sanitizantes mais utilizados na indústria de alimentos estão os compostos à base de cloro, ácido peracético e quaternário de amônio, que utilizados nas condições recomendadas pelos fabricantes tiveram sua eficiência comprovada através de testes laboratoriais (FIGUEIREDO, 2000).

O cloro é a principal substância desinfetante utilizada na indústria de carnes. Entretanto, a presença de matéria orgânica diminui sensivelmente o seu efeito antimicrobiano (PINTO, 2014). Possui ação contra vários grupos de microrganismos, como fungos, bactérias e vírus (MARRIOTT, GRAVANI, 2006). É um dos mais baratos sanitizantes encontrados no mercado, pois é fácil de preparar, aplicar e ainda é eficiente em diferentes diluições (EVANGELISTA, 2000). Entretanto, entre suas desvantagens pode-se citar a alta corrosão que danificam juntas de borrachas e peças e reage com matéria orgânica, pode ser prejudicial aos operadores irritando a pele, mucosa e vias respiratórias (EVANGELISTA, 2000; PIRANI, 2011). Andrade e Macêdo (1996) ainda citam como desvantagens a perda da eficácia com o calor, instáveis durante o armazenamento, além de ser corrosivo também para o aço inoxidável e outros metais, pode provocar odores indesejáveis.

O ácido peracético é um agente químico que é produzido a partir da mistura de peróxido de hidrogênio e ácido acético. Seus subprodutos são água, ácido acético e oxigênio, os quais são biodegradáveis e atóxicos. Possui rápida ação e atividade antimicrobiana de largo espectro, a qual inativa a bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, bem como fungos (STOPIGLIA, *et al.* 2011). Se destaca pelo forte poder desinfetante e pelo largo espectro de atividade antimicrobiana (SOUZA, DANIEL, 2005). Possui grande capacidade de oxidação dos componentes celulares dos microrganismos, com rápida ação a baixas concentrações sobre um amplo espectro de microrganismos. Em baixas temperaturas é esporicida e continua ativo na presença de material orgânico sendo, portanto, um biocida efetivo sem residual tóxico. Alguns fatores que influenciam sua ação biocida são a concentração, temperatura e tipo de microrganismos (SREBERNICH, 2007). Pode ser aplicado em superfícies de aço inox, plásticos, borrachas e metais, desde que na diluição recomendada pelo fabricante. Corrosivo para metais e aço inox em concentração elevada. Sua utilização é indicada em forma de aspersão, imersão e por sistema CIP (Cleaning In Place – limpeza no local, sistema de limpeza sem desmontagem do equipamento, muito utilizado em tubulações de indústrias de laticínios, cervejarias e farmacêutica). Se decompõe em temperaturas altas. Em concentrações elevadas pode provocar irritação ou queimadura na pele, além de poder deixar efeito residual (ou seja, o tempo em que ele mantém seu princípio ativo como protetor ou defensivo) na superfície aplicada (SILVA, DUTRA, CADIMA, 2010).

Segundo Nascimento, Delgado e Barbaric (2010), o composto quaternário de amônio é vantajoso por ser de fácil preparo e aplicação, neutraliza odores e tem ampla ação, exceto para bactérias *Gram* negativas. Possui custo elevado e é pouco eficiente em meios ácidos e em contato com proteínas. Para Pinto (2014), também apresenta a desvantagem de ser relativamente caro e sensível à presença de proteínas. De acordo com Massaguer (2006), não são corrosivos e não irritam a pele. Possuem pouca ação como detergente mas boa ação germicida (MARRIOTT, GRAVANI, 2006). Para Silva, Dutra, Cadima (2010), possuem boa ação bactericida, esporicida, fungicida e viricida. Sua aplicação pode ser em meio neutro/alcalino. Sua utilização pode ser em aço inox, metais, piso, paredes, PVC e superfícies que entram em contato com alimentos.

As concentrações de uso para os sanitizantes variam de acordo com o fabricante.

3.5 DESCONTAMINAÇÃO DE PRODUTOS

A indústria de produtos cárneos busca cada vez mais aprimorar a tecnologia de processamento, com o propósito de atender a demanda dos consumidores cada vez mais rigorosos na busca por alimentos de qualidade. O ozônio tem surgido como um poderoso agente de descontaminação de carcaças e seus subprodutos (PEREIRA, 2005). Pedroso (2011) também fala da importância da utilização de métodos de desinfecção, para a melhoria na qualidade microbiológica da carne com o intuito de reduzir os microrganismos patogênicos ou deteriorantes.

A descontaminação pode ser realizada por métodos físicos (aquecimento da água acima de 74°C até 95°C, aplicação de vapor d'água sob pressão, etc.) ou químicos (utilização de sanitizantes) (SABA, 2006). Segundo Morild, Olsen e Aabo (2011), os tratamentos físicos e químicos podem ser utilizados como uma alternativa para reduzir a contaminação bacteriana em abatedouro de suínos.

De acordo com Lopez, García e Malo (2012), várias tecnologias e tratamentos foram desenvolvidos e aplicados por anos, com o intuito de controlar a deterioração e os microrganismos patogênicos. A primeira descontaminação química foi utilizada na década de 1960.

De acordo com Nesbakken *et al.* (2003), a separação da cabeça, incisão de linfonodos submaxilares, a remoção da língua e tonsilas apresentam um grande

risco de contaminação com bactérias patogênicas. A região onde está localizada a língua, tonsila e linfonodos são consideradas de alto risco, de acordo com Van Damme, Habib, De Zeutter (2010), há uma significativa relação da presença de *Salmonella* sp. nessas regiões.

O *chiller* por onde passa o miúdo de suíno (língua) é um tanque com água fria com um sistema de imersão contínua, que tem o objetivo de lavar o produto e reduzir a contaminação microbiana, contudo, o acúmulo de bactérias no *chiller*, embora seja realizado a renovação constante da água, possibilita a contaminação cruzada entre os produtos (CARRASCO, MORALES-RUEDA, GARCÍA-GIMENO, 2012).

No grupo dos oxidantes, tem se destacado o ozônio, por não deixar resíduos perigosos à saúde humana (TIWARI *et al.*, 2010).

3.6 OZÔNIO

Nas indústrias de alimentos, o ozônio apresenta características desejáveis para aplicação como sanitizante pelo fato de se decompor espontaneamente em produtos atóxicos ou em oxigênio, minimizar os impactos ambientais com uso de sanitizantes químicos e provocar a morte bacteriana rapidamente (TRINDADE, *et al.*, 2012).

É produzido naturalmente a partir do oxigênio, se encontra na forma de oxigênio triatômico (O_3), e apresenta forte ação antimicrobiana contra um grupo de microrganismos (bactérias, fungos, protozoários, esporos fúngicos e bacterianos) (FELLOWS, 2019). Do ponto de vista ambiental, é benéfico por não deixar resíduos químicos, pois se transforma em oxigênio molecular rapidamente. Portanto, esse fato de ser altamente instável exige que ele seja gerado no local da aplicação (GAVA, SILVA, FRIAS, 2008). De acordo com Fellows (2019), o ozônio é apresentado de duas formas: gasosa (para aplicações de armazenamento) e aquosa (para descontaminação da superfície de alimentos, equipamentos e materiais de embalagem). O gás pode ser produzido no momento do uso ou dissolvido na água onde é bombeado ao equipamento de tratamento.

Novaes *et al.* (2012) em seu trabalho, concluiu que as novas tecnologias aplicadas na conservação de alimentos tem grande potencial como técnicas alternativas ou complementares aos métodos térmicos tradicionalmente utilizados.

Cada processo tem suas vantagens e desvantagens que podem alterar ou não significativamente nos produtos de origem animal, portanto para a escolha do método deve ser levado em consideração a natureza do alimento. A combinação das técnicas modernas com os métodos tradicionais de conservação garantem um alimento de melhor qualidade, maior tempo de prateleira e minimiza os efeitos bioquímicos indesejáveis.

De acordo com Gava, Silva e Frias (2008), o ozônio é um gás que tem três átomos de oxigênio (O_3), altamente instável, com um odor pungente, característico. Ele é encontrado, principalmente, na estratosfera (10 a 50 km de altura), onde é formado pelas radiações UV solares.

Segundo Pandiselvam *et al.*, (2017), o ozônio em temperatura ambiente, gerado a partir de ar seco é azul, mas quando gerado a partir de oxigênio de alta pureza, é incolor. Para Pirani (2011) em concentrações elevadas no ar torna-se azul, enquanto em concentrações baixas, é um gás incolor.

Ele começou a ser usado na França no início do século XX como agente de desinfecção de água potável (GAVA, SILVA, FRIAS, 2008). Vem sendo utilizado há muito tempo no tratamento de água para vários fins, incluindo para beber (água engarrafada), nadar (piscinas), spas, aquários marinhos, para evitar incrustação de torres de resfriamento, bem como para tratar água municipal e esgoto (BRODOWSKA, NOWAK, ŚMIGIELSKI, 2018). Sendo mais eficaz do que o cloro e outros desinfetantes para um amplo grupo de microrganismos (FELLOWS, 2019).

De acordo com Novak e Yuan (2007), por ser extremamente reativo, a 20°C, o ozônio na forma gasosa apresenta tempo de meia vida menor que 20 minutos. Para Cullen *et al.* (2009), o tempo de meia vida em água destilada na temperatura de 20°C é entre 20 e 30 minutos. Ainda de acordo com esses autores, a elevação da temperatura causa a redução do tempo de meia vida, de tal forma que a 35°C permanece entre 8 e 10 minutos.

Segundo Perry, Yousef (2011), na água, a meia vida do ozônio é reduzida para apenas 20 a 30 minutos e ainda fatores como a fonte de água, pureza, temperatura, etc. podem influenciar esse tempo. Devido essa sua reatividade, o ozônio não pode ser armazenado por períodos significativos de tempo, ele deve ser gerado conforme necessário. Para Silva *et al.* (2011), o aumento na temperatura não altera expressivamente a taxa de desinfecção do ozônio, portanto a desinfecção é relativamente independente da temperatura.

De acordo com Silva *et al.* (2011), o ozônio se destaca pelo elevado potencial de oxidação, sendo o segundo agente oxidante mais forte, perdendo apenas para o flúor.

A solubilidade em água do ozônio é dez vezes maior que em oxigênio, por isso quando dissolvido em água, o ozônio se decompõe muito mais rápido do que em oxigênio ou ar (BRODOWSKA, NOWAK, ŚMIGIELSKI, 2018).

O ozônio possui o custo inicial elevado, devido o investimento no equipamento gerador, entretanto, ele é ativo contra todas as formas biológicas, não deixa residual significativo em alimentos, superfícies e ambiente (PINTO, 2014).

Pelo forte poder oxidante do ozônio, algumas considerações devem ser levadas em conta para garantir sua utilização segura. A exposição humana acima de certos níveis pode provocar efeitos negativos para a saúde. Em baixas concentrações, o ozônio é um irritante respiratório. Em exposição por longos períodos de tempo ou a níveis mais altos (6 ppm) pode levar a edema pulmonar (PERRY, YOUSEF, 2011).

É obrigatório o monitoramento através de sensores das concentrações de ozônio no ar do local de trabalho (DOBEIC, 2017).

3.6.1 Produção, Aplicação e Ação Antimicrobiana

A geração do ozônio se dá quando as moléculas de oxigênio são expostas a uma fonte de alta energia, como a corrente elétrica em altas tensões ou a radiação ultravioleta. As moléculas de oxigênio ao entrar em contato com a fonte de energia se dividem em átomos livres que reagem com o restante das moléculas de oxigênio, formando moléculas triatômicas de ozônio (O_3) (DOBEIC, 2017).

Segundo Pandiselvam *et al.* (2017) a produção de ozônio se dá através de três métodos: radiação ultravioleta (UV), descarga corona e método de eletrólise. Dentre os processos apresentados, o mais utilizado pela maioria dos ozonizadores comerciais é a descarga elétrica (também conhecido por efeito corona), neste processo, consegue-se uma produção relativamente baixa de ozônio, consumindo muita eletricidade. Os métodos eletroquímicos e UV são ainda menos eficazes (DOBEIC, 2017).

O efeito corona é o método que possui maior taxa de conversão do oxigênio em ozônio, por isso ele é o mais utilizado pela maioria dos ozonizadores comerciais (ALMEIDA *et al.*, 2004).

O ozônio na forma aquosa, pode ser usado em temperaturas frias, entre 15 e 30°C, o que é conveniente quanto à economia de energia, além da sua operação ser mais rápida do que outros desinfetantes, já que a reação entre o ozônio e as superfícies contaminadas leva apenas alguns segundos (DOBEIC, 2017).

O ozônio pode ser aplicado em alimentos nas formas líquida e gasosa, e é adequado para descontaminar produtos alimentícios, equipamentos, ambientes, superfícies que entram em contato com alimentos, tratar água e efluentes, entre outros (CAVALCANTE *et al.*, 2014).

O aço inoxidável, vidro e teflon possuem boa resistência ao ozônio quando em concentrações moderadas. Ligas de cobre são suscetíveis à oxidação, polivinilcloreto (PVC) e polietileno (PE) geralmente são resistentes em baixas concentrações (FELLOWS, 2019). No caso de borracha natural pode ocorrer rápida desintegração (PIRANI, 2011; FELLOWS, 2019), enquanto o silicone apresenta resistência em curto prazo, mas oxida em exposição prolongada (PIRANI, 2011). Por outro lado é altamente corrosivo para equipamentos feitos de aço macio e ferro galvanizado em comparação com o aço inoxidável (PANDISELVAM, 2017).

Recentemente, estudos apresentaram potenciais aplicações do uso do ozônio como agente antimicrobiano para utilização em alimentos, incluindo carnes, peixes, frutas e hortaliças. Ainda em descontaminação de materiais de embalagem, superfícies de contato e na remoção de pesticidas residuais em frutas (FELLOWS, 2019). Santos (2013) também observou resultados interessantes encontrados em literatura sobre a aplicação do ozônio na indústria de alimentos, devido grande poder oxidativo que é capaz de reduzir a carga microbiana em alimentos e instalações, não deixando residual tóxico e ainda aumentando a vida de prateleira dos alimentos.

Quando utilizado diretamente nos alimentos em condições e concentrações adequadas, o ozônio normalmente não modifica suas propriedades sensoriais significativamente, mas pode alterar algumas qualidades sensoriais na carne ou no leite em pó devido à oxidação de lipídios (DOBEIC, 2017).

O emprego do ozônio é uma das mais promissoras tecnologias, pois ele age como um poderoso agente de descontaminação de carcaças e seus subprodutos. Entre as vantagens em sua utilização, pode-se citar a decomposição rápida em gás

oxigênio, sem a presença de resíduos na carne ou no ambiente e ainda a economia de energia, uma vez que não há necessidade de calor para seu emprego (PEREIRA, 2005).

O mecanismo de ação descontaminante do ozônio age de forma danosa irreversível sobre os ácidos graxos da membrana plasmática e proteínas celulares dos microrganismos, como enzimas respiratórias, e ácidos nucléicos, inativando-os (PEREIRA, 2005).

Fatores como estado fisiológico da cultura, pH do meio, temperatura e umidade interferem na sensibilidade dos microrganismos ao ozônio (PEREIRA, 2005; PIRANI, 2011). Com o aumento da temperatura, o ozônio se torna menos solúvel e estável, no entanto, a taxa de reação com o substrato aumenta. Em relação ao pH, ele é mais estável em valores de pH baixos do que elevados (PEREIRA, 2005).

Comparado aos desinfetantes de cloro, o ozônio é mais eficaz (cerca de 50%) contra microrganismos (DOBEIC, 2017; BRODOWSKA, NOWAK, ŚMIGIELSKI, 2018).

Além de ser eficaz em uma ampla gama de microrganismos (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Yersinia enterocolitica*), leveduras e esporos em concentrações relativamente baixas, o ozônio também destrói amplo grupo de vírus, uma vez que atua nos polipeptídeos em envelopes virais e no RNA, protozoários (*Cryptosporidium parvum*) e o ozônio também pode decompor componentes reativos do biofilme (DOBEIC, 2017).

Para Brodowska, Nowak, Śmigielski (2018), o ozônio no estado gasoso é mais efetivo que o aquoso na redução de toxinas, enquanto a água ozonizada é reconhecida como mais efetiva na inativação do crescimento de fungos.

Estudo realizado com tratamento com ozônio na carne suína (em doses de 100 ppm e 1000 ppm), foi suficiente para reduzir a contaminação microbiana, indicando a menor dose de ozônio como mais eficaz, além de prolongar a vida útil da carne (JAKSCH *et al.*, 2004).

Alguns autores relataram que o uso do ozônio em produtos cárneos pode aumentar a oxidação lipídica das gorduras e músculos, provocando rancidez e odores estranhos à carne (PEREIRA, 2005). No processamento de pescado a utilização do ozônio reduziu a carga microbiana e aumentou a vida de prateleira

(LÔBO, 2013; SILVA, GONÇALVES, 2014). Em seu estudo, Lôbo (2013), concluiu que a utilização da água refrigerada ozonizada é capaz de reduzir a contaminação por patógenos como a *Salmonella enterica Typhimurium* e ainda a carne de jacaré do pantanal resfriada apresentou uma maior resistência à deterioração em comparação aos estudos que existem com a carne de pescados resfriados.

Werlang (2015) realizou um estudo com aplicação de ozônio gasoso em carcaça suína na etapa de resfriamento para controle de bactérias indicadoras e causadoras de doenças transmitidas por alimentos. Foram analisadas amostras quanto a contagem de mesófilos aeróbios totais e presença de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. e *Listeria* sp. Os resultados mostraram que a aplicação reduziu o número de mesófilos aeróbios totais em carcaça suína, entretanto, não foi eficaz na redução de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. e *Listeria* sp.

De acordo com Pohlman (2012), o uso do ozônio em produtos cárneos pode ser na fase gasosa ou aquosa, entretanto, ele pode provocar alteração na coloração vermelha da carne, tornando-a mais escura e oxidando os lipídios.

Cavalcante *et al.* (2014) em seu estudo da utilização de gás ozônio em câmaras frias de armazenamento de queijo minas frescal, mostrou que houve redução de 0,81 ciclos logarítmicos para aeróbios mesófilos e 1,01 ciclos para bolores e fungos. E ainda, o método se mostrou promissor, pois uma vez obtido o equipamento, a geração do ozônio tem baixo custo se comparado com a compra de outros sanitizantes periodicamente.

Tiwari *et al.* (2012) citam o uso do ozônio como ferramenta de desinfecção em frutas e legumes (alface, maçã, coentro, cenoura, melão, batata, mirtilo, aipo, pepino), que além de contribuir na inativação de microrganismos patogênicos e deteriorantes ainda destrói os resíduos de pesticidas ou outros produtos químicos. Lullien-Pellerin (2012) ainda cita a utilização contra pestes em grãos e farinhas. Concentrações menores que 5 ppm de ozônio com períodos de 1 a 120 minutos reduziram 3 log UFC/g de bactérias em vegetais (TORLAK, SERT, ULCA, 2013), enquanto no estudo realizado por Werlang (2015), a utilização gás ozônio em 5 ppm por 4 horas não foi efetiva para eliminação de *Salmonella* em carcaça suína, apenas para redução da contagem de mesófilos aeróbios.

Segundo Cavalcante *et al.* (2013), a ação da água ozonizada na sanitização da pele de tetos de vacas leiteiras da raça holandesa é eficaz, sem prejuízo para a qualidade microbiológica e físico química do leite *in natura*. Ainda apresentou

significativa redução na contagem de aeróbios mesófilos, enterobactérias, *Staphylococcus aureus* (CAVALCANTE *et al.*, 2013; COUTO *et al.*, 2016).

Para Dobeic (2017), o processo de ozonização combinado com a adição ou em combinação com outros agentes químicos (por exemplo, peróxido de hidrogênio) ou físicos (por exemplo radiação UV), podem aumentar a eficácia antimicrobiana do ozônio.

Os vários fatores que interferem na ação do ozônio abrem um amplo campo para pesquisas, por isso, o intuito desse trabalho é contribuir com resultados voltados ao estudo de ozônio na água com presença de matéria orgânica.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na planta industrial de um abatedouro frigorífico situado no norte do Paraná. As amostras avaliadas foram coletadas aleatoriamente, as facas na linha de abate de suínos e as línguas na linha de produção no período de março a junho de 2021.

4.1 MATERIAIS

O equipamento utilizado para realização da pesquisa é o gerador de ozônio ou ozonizador de modelo OZONIC C3 da empresa Ozonic. A capacidade de produção do equipamento é de 3 g/h e concentração de O₃ de 3-4 mg/L. O equipamento possui uma mangueira de borracha por onde é liberado o ozônio (OZONIC, 2020).

Figura 1 - Equipamento gerador de ozônio da empresa Ozonic



Fonte: Autoria própria.

Para acondicionar a água que passou por ozonização, foi utilizado um tanque de inox com 100 litros de água (Fig. 2) a 23°C e após a obtenção da água ozonizada, a mesma foi utilizada imediatamente.

Figura 2 - Tanque



Fonte: Autoria própria.

Os materiais avaliados foram facas com lâmina de aço inox e cabo de polipropileno (Fig. 3), e a língua (Fig. 4).

Figura 3 - Modelo de utensílio (faca)



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Miúdo de suíno (língua)



Fonte: Autoria própria.

Para a geração da água ozonizada, o equipamento foi ligado e a mangueira inserida na água. Para melhorar a distribuição do ozônio na água, foi feito vários furos na mangueira e vedado o bico. O equipamento de geração de ozônio ficou ligado por 5 minutos em contato com a água e esta água foi imediatamente utilizada no processo de sanitização/descontaminação.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Sanitização de Utensílio

A faca foi coletada aleatoriamente de um colaborador após aproximadamente 2 (duas) horas de uso. Foi coletado o suave nos dois lados da lâmina e a amostra foi identificada como “Contagem inicial”. Em seguida, foi retirado com o auxílio de papel toalha o excesso dos resíduos presente na lâmina. A faca foi mergulhada em água ozonizada por 5 minutos. Após esse tempo, foi realizado nova coleta de suave em ambos os lados da lâmina. O procedimento da coleta foi realizada de acordo com IN 60/2019 do MAPA e as amostras foram encaminhadas para laboratório terceirizado credenciado no MAPA.

4.2.2 Análise em Miúdos de Suíno (Língua)

Treze amostras de língua foram coletadas na linha de produção após a etapa do *chiller* de resfriamento para avaliar a presença de *Salmonella* sp. Cada amostra pesava aproximadamente 600g que foi dividida em duas partes, uma identificada como “sem tratamento” e a outra parte “após tratamento”, esta foi mergulhada em água ozonizada, permanecendo por 10 minutos. Esse tempo de permanência é o tempo que o míudo leva para passar pelo *chiller* (conforme processo padrão da indústria), considerando que o intuito é produzir água ozonizada na água do *chiller*.

O procedimento de coleta foi realizado de acordo com o Manual de Coleta de Amostras de Produtos de Origem Animal – 2020, do MAPA e as amostras foram encaminhadas para laboratório terceirizado credenciado no MAPA.

4.2.3 Análises Microbiológicas

Os suabes das amostras foram enviadas para laboratório terceirizado credenciado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As análises microbiológicas realizadas são baseadas em algumas das análises da IN 60/2019 do Ministério da Agricultura (MAPA).

Para os utensílios foram realizadas análises de Contagem de Mesófilos Aeróbios (AOAC 990.12. 21ed. 2019) e Contagem de *E. coli* (AOAC 998.08. 21ed. 2019).

Para a língua suína foi realizada a pesquisa de *Salmonella* sp. (AFNOR Validation 3M 01/16-11/16).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de mesófilos aeróbios e *Escherichia coli* em facas utilizadas na linha de abate encontram-se na tabela 1. A contaminação inicial das facas variou de $<1,0 \times 10^0$ a $7,5 \times 10^2$ UFC/cm² para contagem de mesófilos aeróbios e para *Escherichia coli* todas amostras apresentaram valores de $<1,0 \times 10^0$ UFC/cm².

Tabela 1 - Resultado das análises de mesófilos aeróbios e *Escherichia coli* para as amostras antes e após o tratamento com água ozonizada

Mesófilos Aeróbios *UFC/cm²		<i>Escherichia coli</i> *UFC/cm²	
Contagem inicial	Contagem após o tratamento	Contagem inicial	Contagem após o tratamento
$7,5 \times 10^2$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$6,2 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$1,3 \times 10^2$	$8,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$1,4 \times 10^2$	$7,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$2,9 \times 10^2$	$6,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$3,4 \times 10^1$	$2,9 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$7,4 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$1,6 \times 10^2$	$8,3 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$
$2,3 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$	$<1,0 \times 10^0$

*UFC/cm² - Unidades Formadoras de Colônia por cm²

Fonte: Autoria própria.

Em relação aos resultados das análises de suabe de faca, 90% das amostras tiveram redução da carga microbiana para contagem de mesófilos aeróbios após o tratamento com água ozonizada, sendo que dessas, 60% tiveram redução de pelo menos 1 casa logarítmica. Em 10% das amostras não houve diferença da contagem microbiana inicial em relação à faca tratada com a água ozonizada. Em estudos realizado por Werlang (2015), a utilização do gás ozônio em 5 ppm por 4 horas em carcaça suína, apresentou redução da contagem de mesófilos aeróbios. Em estudo com aplicação de água ozonizada em alface americana, Cavalcante *et al.* (2015), mostraram a redução para aeróbios mesófilos e enterobactérias de mais de três logs com 3 minutos de contato. Sendo que o aumento do tempo de contato da água com a alface aumentou significativamente na

inativação microbiológica, indicando que o ozônio permaneceu ativo por todo o tempo de contato.

Para contagem de *E. coli*, como todas as amostras apresentaram resultados <1,0x10⁰ UFC/cm², não foi possível avaliar a eficiência da água ozonizada sobre este microrganismo.

Das treze amostras de língua analisada, onze apresentaram a presença de *Salmonella* sp. (Tab. 2).

Tabela 2 – Resultado para pesquisa de *Salmonella* sp. em língua suína antes e depois do tratamento por imersão em água ozonizada (n=13)

Amostra (n=13)	Presença para <i>Salmonella</i> sp.	% de amostras positivas
Língua sem tratamento	11	84,6
Língua após tratamento	8	61,5

Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a tabela 2, 84,6% das amostras de língua suína apresentaram presença de *Salmonella* sp. Porém, após o tratamento em água ozonizada, esse resultado passou para 61,5%, demonstrando a ação da água ozonizada sobre este microrganismo.

Apesar do resultado de desinfecção da língua com água ozonizada ser baixa para *Salmonella* sp. se observa o potencial do uso. Em estudos realizados por Alwi e Ali (2014), observou que no caso da *Salmonella typhimurium* apresentou maior resistência frente ao ozônio, devido maior teor de componentes fosfolipídicos de sua membrana celular. Por outro lado, o fato do tratamento da língua ocorrer por imersão, a água ozonizada contém grande concentração em matéria orgânica quando esta não é reciclada constantemente, diminuindo a eficiência. Pois, conforme Werlang (2015), a matéria orgânica se destaca entre os fatores que influenciam na sensibilidade dos microrganismos ao ozônio, fato esse que demonstra que os resultados da utilização em vegetais tem apresentado melhores do que em produtos cárneos.

Embora várias pesquisas mostrem a eficiência do ozônio utilizado para sanitização ou desinfecção, a baixa eficácia neste estudo pode estar relacionada a concentração do ozônio em relação a quantidade de água utilizada, a temperatura e a presença de matéria orgânica. Os autores Cortesi *et al.* (2011) relataram que a

diferença entre os resultados obtidos nos estudos pode ser complexa, devido aos diferentes tratamentos, que podem ser gás ou aquoso, as concentrações aplicadas e tempo de exposição ao ozônio.

6 CONCLUSÃO

A utilização de água ozonizada se mostrou eficiente na sanitização de facas, pois foi capaz de reduzir a contagem de mesófilos aeróbios, alcançando 90% das amostras testadas. Sendo que para *E. coli*, não foi possível avaliar a eficiência da água ozonizada sobre este microrganismo pelo fato de todas as amostras apresentaram contagem inicial $<1,0 \times 10^0$ UFC/cm².

Na eliminação de *Salmonella* sp. na língua suína apresentou 27,2% de efetividade.

Contudo, mais estudos avaliando o tempo, temperatura e concentração de ozônio devem ser realizados.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual 2021.** Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.
- ALMEIDA, E. et al. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Quim. Nova**, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.
- ALWI, A.N.; ALI, A. Reduction of *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* sv. *Typhimurium* populations on fresh-cut-bell pepper using gaseous ozone. **Food Control**. v. 46, p. 304-311, 2014.
- ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A. **Higienização na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1996. 182 p.
- BARRETO, Edith Huampa. **Controle da qualidade sanitária em frigorífico de suínos do Paraná.** 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
- BARROS, M.A.F. et al. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 856-862, dez. 2007.
- BELTRAME, C. A. et al. Influence of different sanitizers on food contaminant bacteria: effect of exposure temperature, contact time, and product concentration. **Food Sci. Technol.** v. 32, n. 2, p. 228-232, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/fNkTCfrQjRYj6k69ZCfGgzJ/?lang=en>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- BOLTON, D. J. et al. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (haccp) systems. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 2, p. 893-902, 2002.
- BOLTON, D.J.; IVORY, C.; MC DOWELL, D. Thermal inactivation of *Yersinia enterocolitica* in pork slaughter plant scald tank water. **Meat Science**, Barking, v. 95, p. 668-671, 2013.

BORGES, J.T. da S.; FREITAS, A.S. Aplicação do Sistema Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) no processamento de carne bovina fresca. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos – CEPPA**. Curitiba, v. 20, n. 1, p. 1-18, jan./jun., 2002.

BRAGA, P.F.S. et al. Avaliação microbiológica de carcaças bovinas com vistas à determinação de pontos críticos de controle. In: VIII Encontro Inter. XII Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal de Uberlândia – MG. **Anais**. Uberlândia: Comissão Institucional de Iniciação Científica, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Instrução Normativa Nº60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 15 dez. 2020.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RDC nº 216, de 15 de Setembro de 2004**. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/RESOLU%25C3%2587%25C3%2583O-RDC%2BN%2B216%2BDE%2B15%2BDE%2BSETEMBRO%2BDE%2B2004.pdf/23701496-925d-4d4d-99aa-9d479b316c4b>. Acesso em: 16 jul. 2020

BRASIL. **Decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Diário Oficial da União, 29 de março de 2017. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 30 maio. 2020.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 711, de 01 de novembro de 1995**. Normas técnicas para suínos. 1995. Disponível em:
<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/arquivos/Portaria7111995alteradaportarian13042018.pdf/view>. Acesso em: 20 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial da *Salmonella* spp.** Diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella*. Brasília, 2011. Disponível em:
<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2021.

BRODOWSKA, A. J.; NOWAK, A.; ŚMIGIELSKI, K. Ozone in the food industry: Principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview. **Critical reviews in food science and nutrition.** v. 58, n. 13, p. 2176-2201. 2018.

CAPITA, R. *et al.* Occurrence of *salmonellae* in retail chicken carcasses and their products in Spain. **International journal of food microbiology**, v. 81, n. 2, p. 169–73, 15 mar. 2003.

CARRASCO, E.; MORALES-RUEDA, A.; GARCÍA-GIMENO, R. M. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 545–556, mar. 2012.

CAVALCANTE, D. A. *et al.* Vida de prateleira de alface americana tratada com água ozonizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 2089-2096, nov. 2015.

CAVALCANTE, D. A. *et al.* Uso de ozônio gasoso na sanitização de câmaras frigoríficas. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 2, p. 121-128, mar./abr., 2014.

CAVALCANTE, D. A. *et al.* Uso da água ozonizada na sanitização dos tetos de bovinos e sua influência na qualidade do leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 392, p. 33-39, 2013.

CORTESI, M.L. *et al.* Decontaminazione mediante ozono di carcasse di pollo refrigerate. **Italian Journal of Food Safety**. v. 1, n. 1, p. 51-54. 2011.

COUTO, E. P. *et al.* Efeito da ozonização sobre a contagem da *Staphylococcus Aureus* inoculado em leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1911-1918, 2016.

CULLEN, P.J. *et al.* Modelling approaches to ozone processing of liquid foods. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 125-136, 2009.

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

DOBEIC, Martin. Ozone as a disinfectant in the food industry. **MESO**. v. 19, n. 4. jul./ago. 2017.

DOYLE, M. P. BEUCHAT, L. R. **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers.** ASM Press, New York, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Qualidade da carne suína.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-suina>. Acesso em: 13 fev. 2020.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos.** São Paulo: Ed. Atheneu, 2000. 652 p.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. **Métodos de processamento mínimo.** In: _____. Porto Alegre: Artmed, cap. 7, p. 376-380. 2019.

FIGUEIREDO, H. M. **Adesão bacteriana em modelo de circuito de processamento de leite.** 2000. 85f.Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2000.

FONTOURA, C.L. et al. Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da refrigeração sobre a microbiota contaminante. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 77, n. 2, p.189-193, abr./jun., 2010. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v77_2/fontoura.pdf. Acesso em: 11 jan. 2021.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu. 1996. 182 p.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. In: _____. **Conservação de alimentos por outros métodos.** São Paulo: Nobel, cap. 8, p. 494-496. 2008.

GHAFIR, Y. et al. Hygiene indicator microorganisms for selected pathogens on beef, pork, and poultry meats in Belgium. **Journal of food protection**, v. 71, n. 1, p. 35–45, jan. 2008.

HUR, J.; JAWALE, C.; LEE, J. H. Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from food animals: A review. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 819–830, mar. 2012.

JAKSCH, D. et al. The effect of ozone treatment on the microbial contamination of pork meat measured by detecting the emissions using PTR-MS and by enumeration of microorganisms. **International Journal of Mass Spectrometry**. v. 239, p. 209–214. 2004.

KICH, J.D.; SOUZA, J.C.P.V.B. **Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Salmonela+na+suinocultura+brasileir a+-+Do+problema+ao+controle.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2021.

LAUKKANEN, R. et al. Transmission of *Yersinia pseudotuberculosis* in the pork production chain from farm to slaughterhouse. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 74, n. 17, p. 5444-5450. Set. 2008.

LÔBO, A.S.M.T. **Água ozonizada (O₃) no controle de *Salmonella* entérica Typhimurium em carne resfriada de jacaré do Pantanal (Cayman crocodilos yacare)**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2013.

LOPEZ, E. M.; GARCÍA, H. S.; MALO, A. L. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. **Food Research International**, v. 45, 2012.

ULLIEN-PELLERIN, V. **Ozone in grain processing**. In: O'DONNELL, C. P., et al. Ozone in Food Processing, Ed. Blackwell Publishing Ltd. 1. ed., 2012.

LUNING, P. A. et al. A concurrent diagnosis of microbiological food safety output and food safety management system performance: cases from meat processing industries. **Food Control**, v. 22, p. 555-565. 2011.

MAIJALA R.; RANTA J.; SEUNA E. The efficiency of the Finnish *Salmonella* Control Programme. **Food Control**. v. 16, p. 669-675. 2005.

MARRIOTT, N.G.; GRAVANI, R. B. Principles of food sanitation. In: _____. **Sanitizers**. New York: Springer, cap. 10, p. 165-189. 2006.

MASSAGUER, P.R. Microbiologia dos processos alimentares. In: _____. **Desinfetantes utilizados na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, cap. 14, p. 191-204. 2006.

MENEGARO, A. et al. Sanitizantes: concentrações e aplicabilidade na indústria de alimentos. **Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 171-174, 2016.

MOLINA, P.D.S. **Eficácia de desinfetantes frente bactérias sobreviventes a higienização de equipamentos em matadouro-frigorífico de bovinos**. 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Porto Alegre, RS, 2009.

MORILD, R.K.; OLSEN, J.E.; AABO, S. Change in attachment of *Salmonella* Typhimurium, *Yersinia enterocolitica*, and *Listeria monocytogenes* to pork skin and muscle after hot water and lactic acid decontamination. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 145, p. 353-358, 2011.

NAMVAR, A.; WARRINER, K. Application of enterobacterial repetitive intergenic consensus – polymerase chain reaction to trace the fate of generic *Escherichia coli* within a high capacity pork slaughter line. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 108, p. 155-163, 2006.

NASCIMENTO, Henry Mendes; DELGADO, Denise Aparecida; BARBARIC, Ivana Filomena. Avaliação da aplicação de agentes sanitizantes como controladores do crescimento microbiano na indústria alimentícia. **Revista Ceciliiana**. Universidade Santa Cecília. Disponível em: https://sites.unisanta.br/revistaceciliiana/edicao_03/1-2010-11-13.pdf. Acesso em: 21 ago 2018.

NESBAKKEN, T. et al. Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 80, p. 231-240. 2003.

NOVAES, S.F. et al. Influência das novas tecnologias de conservação sobre os alimentos de origem animal. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**. n.19, Jul. 2012.

NOVAK, J.S.; YUAN, J.T.C. **The ozonation concept: advantages of ozone treatment and commercial developments**. In: Tewari, G.; Juneja, V.K. (Eds.) Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation. Ames: Blackwell Publishing, p. 185-193, 2007.

POHLMAN, F. W. **Ozone in meat processing**. In: O'DONNELL, C. P., et al. Ozone in Food Processing, Ed. Blackwell Publishing Ltd. 1. ed., 2012.

OZONIC. **Gerador de ozônio.** 2020 Disponível em:
https://ozonio.com.br/industriais/35-56-ozonic-c-compactos.html#/30-capacidade_de_producao-3000_mg_h_modelo_c3. Acesso em: 02 jul. 2020.

PANDISELVAM, R. *et al.* Application and Kinetics of Ozone in Food Preservation. **Ozone: science & engineering**, v. 39, n. 2, p. 115–126. 2017.

PEDROSO, S.C. da S. **Ação sanitizante do cloro nas carcaças e de outros procedimentos higiênicos empregados no abate de bovídeos.** 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará. 2011

PEREIRA, A. S. C. **Efeitos da aplicação do ozônio em produtos cárneos.** Beef Point. 2005. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/category/radares-tecnicos/qualidade-da-carne/>. Acesso em: 15 maio 2019.

PERRY, J. J.; YOUSEF, A. E. Decontamination of Raw Foods Using Ozone-Based Sanitization Techniques. **Annu. Rev. Food Sci. Technol.**, v. 2, p. 281–298. 2011.

PINTO, Paulo Sérgio de Arruda. Inspeção e Higiene de Carnes. In: _____. **Higiene Industrial**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2014.

PIRANI, S. **Application of ozone in food industries.** Doctoral Program in Animal Nutrition and Food Safety, Università degli Studi di Milano. 2011.

SABA, R.Z. **Influência da pressão e temperatura da água de lavagem na população microbiana da superfície de carcaças bovinas.** 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Campus de Jaboticabal, 2006.

SANTOS, A.J.P. dos. **Avaliação da utilização de ozônio como método de beneficiamento de leite.** 2013. 45f. Monografia (Medicina Veterinária) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

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

SILVA, A. M. M.; GONÇALVES, A. A. Potencialidade do uso de água ozonizada no processamento de peixes. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**. v. 2, n. 1,

2014. Disponível em: <https://www.revista.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/1663>. Acesso em 27 jan. 2021.

SILVA, S. B. et al. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 659-682, abr./jun. 2011.

SILVA, Gilvan; DUTRA, Paulo R.S.; CADIMA, Ivan M. **Higiene na Indústria de Alimentos**. Recife: EDUFRPE. Curso Técnico de Alimentos – Modalidade a distância. 2010. p. 134. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/361/Higiene_Ind_Alim.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 ago. 2019.

SOARES, V. M. et al. Transfer of *Salmonella Enteritidis* to four types of surfaces after cleaning procedures and cross-contamination to tomatoes. **Food microbiology**, v. 30, n. 2, p. 453-456, jun. 2012.

SOUZA, J. B. **Avaliação de métodos para desinfecção de água, empregando cloro, ácido peracético, ozônio e o processo de desinfecção combinado ozônio / cloro**. 2006. 176f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006.

SOUZA, J. B.; DANIEL, L. A. Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido Peracético na inativação de *E.coli*, colifagos e *C. perfringens* em água com elevada concentração de matéria orgânica. **Revista Eng. Sanit. Ambient.** v. 10, n. 2. Rio de Janeiro. Abr./jun. 2005.

SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 27, n. 4, out./dez. 2007.

STOPIGLIA, C. D. O. et al. Microbiological evaluation of peracetic acid for disinfection of acrylic resins. **Rev. odonto ciênc.** v. 26, n. 3. 2011.

TELLES, E.M. **A higienização na prevenção e no controle do biofilme: uma revisão**. 2011. 44 f. Monografia (Curso de Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TESSARI, E.N.C. et al. Prevalência de *Salmonella enteritidis* em carcaças de frango industrialmente processadas. **Higiene Alimentar**. p. 52-55. abr. 2003.

TIWARI, B.K. et al. Application of ozone in grain processing. **Journal of Cereal Science**, v. 51, p. 248-255, 2010.

TIWARI, B. K. et al. **Ozone in fruit and vegetable processing**. In: O'DONNELL, C. P., et al. Ozone in Food Processing, Ed. Blackwell Publishing Ltd. 1. ed., 2012.

TORLAK, E.; SERT, D.; ULCA, P. Efficacy of gaseous ozone against *Salmonella* and microbial population on dried oregano. **International Journal of Food Microbiology**. Amsterdam, v. 165, p. 276-280, 2013.

TRINDADE, M.A. et al. Comparison of ozone and chlorine in low concentrations as sanitizing agents of chicken carcasses in the water immersion chiller. **Journal of Food Protection**. Ames, v. 75, n. 6, p. 1139-1143. 2012.

VAN DAMME, I.; HABIB, I.; DE ZEUTTER, L. *Yersinia enterocolitica* in slaughter pig tonsils: enumeration and detection by enrichment versus direct plating culture. **Food Microbiology**, London, v. 27, n. 1, p. 158-161, 2010.

WERLANG, Gabriela Orosco. **Eficácia da aplicação de ozônio gasoso em carcaças suínas na etapa de resfriamento para o controle de bactérias indicadoras e causadoras de doenças transmitidas por alimentos**. 2015. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

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